

NILU: OR 12/2000
REFERANSE: O-2050
DATO: APRIL 2000
ISBN: 82-425-1161-6

**Vurdering av forandringer
i utslipp til luft ved bruk av
gass som energibærer og
virkninger på luftkvaliteten
i Sør-Trøndelag**

Svein Knudsen

Innhold

	Side
Innhold	1
Sammendrag	2
1 Innledning	5
2 Utslippsreduksjoner	5
3 Konsentrasjoner i luft, Trondheim.....	7
4 Virkninger av endringer i utslippene på eksponeringen av befolkningen i Trøndelag.....	13
5 Virkninger på helse av luftforurensninger	14
6 Klarer Norge å oppfylle internasjonale avtaler om utslippsreduksjoner.....	15
6.1 SO ₂	15
6.2 NO _x og VOC	15
6.3 Klimagasser.....	17
7 Hvordan innvirker økt bruk av gass på Norges internasjonale forpliktelser.....	17
8 Referanser	18

Sammendrag

Industrikraft Midt-Norge ASA har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) om å vurdere virkningen på luftkvaliteten i Sør-Trøndelag ved å erstatte andre energibærere med gass som følge av fremføring av gassrørledningen til et gasskraftverk på Skogn. Rapporten bygger på tidligere utredninger: "Naturgass i Sør-Trøndelag, Realiserbart potensiale, Utviklingsmuligheter" (SINTEF, Energiforskning) og "Konsekvenser av Skogn prosjektet". (ICG, Ernst & Young). NILU har i tillegg beregnet eksponering av befolkningen i Trondheim for SFT. (SFT 738/98).

Når en ny energikilde basert på fossilt brensel tas i bruk i et område, fører dette til at utslippene til luft forandres. I dette tilfellet vil gass erstatte bruk av diesel, fyringsolje og til en viss grad også ved.

Tabell A: Utslippsreduksjoner som følge av økt bruk av gass i Sør-Trøndelag.

Stoff	Utslippsreduksjon	Utslippsreduksjoner for stasjonære kilder*	Utslippsreduksjoner fra mobile kilder *	Enhet
SO ₂	222,4	176,5	45,9	tonn pr. år
NO _x	1008	54	954	tonn pr. år
PM ₁₀	27,8	14,5	13,3	tonn pr. år

* Det er antatt at alt dieselforbruket er fra mobile kilder og at alt forbruk av olje er fra stasjonære kilder. Tallene refererer seg til en reduksjon av diesel/oljeforbruk på 39 000 tonn pr. år

Ut fra tabellene over ses at den største prosentvise **utslipps reduksjonen** ved bruk av gass er for nitrogenoksid utslippene. Disse blir redusert med 15,6% i forhold til utslippene i Sør-Trøndelag som helhet. Disse reduksjonene er i vesentlig grad knyttet til mobile kilder.

Problemer knyttet til **luftkvalitet for Trondheim** by er hovedsakelig knyttet til nitrogenoksider og svevestøv (PM₁₀). Bakgrunnsverdiene er lave og luftforurensningen i området er generelt forårsaket av lokale utslipp. Det er trafikkutslippet som gir det dominerende bidraget til de maksimale langtidsmiddelverdiene av både NO₂ og PM₁₀. Til og med for langtidsverdien av PM_{2,5} bidrar trafikkutslippet mest. Det er trafikkutslippet som er den dominerende kilden til overskridelser av luftkvalitetskriteriene for NO₂.

I det verste døgnet utsettes 61% av befolkningen i Trondheim for overskridelser av terskelverdien for PM₁₀, mens bare 43% kommer over kriteriet på 20 µg/m³ for PM_{2,5}. Befolkningsbelastningen for PM_{2,5} i Trondheim er omtrent like mye påvirket av utslippene fra trafikken som fra fyringen

Det går frem at **reduksjonene i utslippet**, som følge av innføring av gass som energibærer, i hovedsak vil komme fra reduksjon i utslippet fra biltrafikk, da spesielt buss, og fra omlegging av fyringsanlegg for olje til gass. Konsentrasjonene i bakkenivå som er forårsaket av de forskjellige kildene og kildetyperne er

ikke direkte proporsjonale med utslippsmengden. Det vil være stor forskjell på ett kg NO_x sluppet ut fra busser og ett kg NO_x sluppet ut fra en oljefyr. Dette er på grunn av utslippsbetingelser som utslippets høyde over bakken, konsentrasjonen i gassen som slipper ut, samt om kilden står stille eller ikke.

Det er i første rekke for busser det er praktisk å bruke gassdrift i dag. Beregninger viser at ved å erstatte dieselbusser med gassbusser vil dette føre til en reduksjon i partikkelkonsentrasjonen i områder der det er mye busstrafikk. Det er da først og fremst for partikler mindre enn 2.5 µm (PM_{2.5}) reduksjonen kommer.

SO₂ konsentrasjonene i Trondheimsregionen er lave. En reduksjon i SO₂-utslippene vil ha liten betydning for luftkvaliteten med mindre denne skjer i forbindelse med industristeder der industrien slipper ut mye SO₂, men enhver reduksjon vil bedre situasjonen for forsureningsvirkningene i området.

De foreslåtte endringer vil føre til en forbedret luftkvalitet som vil få positive innvirkninger på befolkningens **helse**. Reduksjonene i NO₂ og partikler i luften vil ha størst betydning for helse. Partikler mindre enn 10 µm i diameter (PM₁₀) er nå kjent for å føre til forverring av helsetilstand hos de med kroniske lungesykdommer og de med hjertesykdommer, noe som kan føre til økt sykehusinnleggelse og eventuelt dødsfall. Mer og mer tyder på at det er de partiklene som trenger lengst ned i lungene som forårsaker de fleste effektene. Partiklene med diameter mindre enn 2,5 µm (fine particles) og særlig de mindre enn 1 µm (ultrafine particles) er de som fører til de største biologiske endringene i lungene. Effekten av NO₂ på helse, særlig på nivåene målt i uteluft, er mindre klar. Epidemiologiske undersøkelser i innemiljøet derimot peker på en effekt av kronisk eksponering til forhøyede NO₂-nivåer på helse. Høye NO₂-nivåer i luften påvirker surheten til partikler. Som angitt i WHO's grenseverdier er helseeffekten av sure partikler større. Derfor vil en nedgang i nivåene av NO₂ føre til en viss forbedring i befolkningens helse.

Nasjonale mål for oppfyllelsen av **internasjonale avtaler**

De nasjonale målene for utslippsreduksjoner av SO₂ er at utslippet i Norge skal maksimalt være 22 000 tonn SO₂ i 2010. Dette tilsvarer en reduksjon på 58% i forhold til nivået i 1990.

Nasjonale mål for utslippsreduksjoner av NO_x er at utslippene ikke skal være over 156 000 tonn i 2010 Dette tilsvarer en reduksjon på 28% i forhold til nivået i 1990.

Nasjonale mål for utslipp av flyktige organiske forbindelser (VOC) fra hele fastlands-Norge og norsk økonomisk sone sør for 62. breddegrad skal reduseres med 30% i forhold til 1989-nivå snarest mulig. I tillegg skal VOC-utslippene maksimalt være 195 000 tonn i 2010 som tilsvarer 37% reduksjon i forhold til nivået i 1990

Kyotoprotokollen under Klimakonvensjonen inneholder en forpliktelse om å redusere industrilandenenes samlede utslipp av klimagasser med minst 5% i forhold til 1990-nivået innen perioden 2008-2012. Forpliktelsen omfatter endringer i

opptak av klimagasser som følge av menneskeskapt tiltak begrenset til skogreising, gjenplantning og avskoging etter 1990. Landene skal innen 2005 ha demonstrert en klar framgang i å oppnå utslippsforpliktelsen. Det er fremdeles usikkert når en eventuell ikrafttredelse av Kyotoprotokollen vil skje. De nasjonale målene er at utslippet av klimagasser i forpliktelsesperioden 2008-2012 ikke skal være mer enn 1% høyere enn utslippet i 1990.

Økt bruk av gass som energibærer i stedet for olje og diesel vil generelt minske utslippene av SO₂, NO_x, CO₂ og partikler. Økt bruk av gass til erstatning for andre fossile brenslere vil kunne medvirke til at Norge oppfyller sine internasjonale forpliktelser om reduksjoner av utslipp av luftforurensninger. Spesielt gjelder dette for NO_x- og CO₂-protokollene som Norge har ratifisert der det ellers vil være vanskelig for Norge å redusere utslippene.

Vurdering av forandringer i utslipp til luft ved bruk av gass som energibærere og virkninger på luftkvaliteten i Sør-Trøndelag

1 Innledning

Industrikraft Midt-Norge ASA har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) om å vurdere virkningen på luftkvaliteten i Sør-Trøndelag ved å erstatte andre energibærere med gass som følge av fremføring av gassrørledning til et gasskraftverk på Skogn. Rapporten bygger på tidligere utredninger: "Naturgass i Sør-Trøndelag, Realiserbart potensiale, Utviklingsmuligheter" (SINTEF, Energiforskning, 1999) og "Konsekvenser av Skogn prosjektet". (ICG, Ernst & Young, 1998). NILU har i tillegg beregnet eksponering av befolkningen i Trondheim for SFT. (SFT 738/98).

NILU har vurdert følgende temaer:

1. Regionale /lokale virkninger av utslippsreduksjoner av SO_x, NO_x og PM₁₀.
2. Virkninger på utslipp av klimagasser og hvordan dette relaterer seg til inngåtte internasjonale avtaler om utslippsreduksjoner

Når en ny energikilde basert på fossilt brensel tas i bruk i et område fører dette til at utslippene til luft forandres. I dette tilfellet vil gass erstatte bruk av diesel, fyringsolje og til en viss grad også ved. Situasjoner der utslippene har forandret seg slik at det har kommet et skifte i bruken av energibærere har oppstått ved at elektrisitetsprisen i perioder har vært høy i forhold til fyringsolje og forbruket av fyringsolje har gått opp. Dette har ført til at luftkvaliteten i norske byer har blitt forverret. En omlegging til bruk av gass i dieseldrevne biler og sentralvarmeanlegg vil føre til en reduksjon i utslippene av SO₂, NO_x og partikler.

Rapporten tar sikte på å beskrive ringvirkningene på luftkvaliteten av gassbruk i stedet for bruk av olje og diesel i områder der gasskraftverket på Skogn ikke påvirker luftkvaliteten. Det vil bli lagt vekt på å beskrive virkningene. Kvantifiseringen av virkningene er et betydelig større arbeide og er derfor kun tatt med der denne informasjonen er lett tilgjengelig.

2 Utslippsreduksjoner

Dette kapitlet oppsummerer resultater hentet fra de to ovenfor nevnte rapportene.

Den største forskjellen i bruk av gass på bekostning av olje og diesel vil være i Trondheims-regionen. Dette er også det området som har mest luftforurensning. Det vil altså være her det er størst behov for forbedringer i luftkvaliteten. De gjennomgåtte rapportene gir mulighet for å dele utslippene opp i stasjonære og ikke-stasjonære kilder. Potensialet for bruk av gass i Sør-Trøndelag er vist i Tabell 2.

Tabell 1: Utslipps reduksjoner som følge av økt bruk av gass i Sør-Trøndelag.

Stoff	Utslipps reduksjon	Utslippsreduksjoner for stasjonære kilder*	Utslippsreduksjon er fra mobile kilder *
SO ₂	222,4	176,5	45,9
NO _x	1008	54	954
PM ₁₀	27,8	14,5	13,3

* Det er antatt at alt dieselforbruket er fra mobile kilder og at alt forbruk av olje er fra stasjonære kilder. Tallene refererer seg til en reduksjon av diesel/oljeforbruk på 39 000 tonn pr. år

Tabell 2: Potensiale for reduksjon av forbruk av olje og diesel i Sør-Trøndelag.

Område	Kortsiktig realiserbart potensiale (MSm ³ /år)
Orkdal	4,250
Trondheim	
Stasjonært	28,336
Ikke stasjonært:	4,255
Ferjer	5,615
Veitrafikk	0,500
Tog	
Fosen	5,367
Andre områder	0,777
Sum	49,000

Tabellen viser at det største kortsiktige potensialet i Trondheimsregionen kommer ved skifte innen stasjonære kilder. Av Trondheims kortsiktige potensiale på 38 706 MSm³/år kommer 28 000 MSm³/år fra stasjonære kilder og 10 000 MSm³/år fra mobile kilder.

Tabell 2 og Tabell 3 viser utslippsreduksjonene ved bytte av energibærer fra olje og diesel til gass. Utslippstallene er relatert til totale utslipp i Sør-Trøndelag og til Norge totalt.

Tabell 3: Utslipp til luft av relevante stoff fra Sør-Trøndelag fylke og Norske totalutslipp. (Statistisk årbok 1998). Tallene i parentes er prosent utslipp for Sør-Trøndelag og prosent av utslipp i Sør-Trøndelag sett i forhold til Norges totale utslipp.

Region	Karbon-dioksid (x10 ⁶ tonn)	Svovel-dioksid (x1000 tonn)	Nitrogen-oksider (x1000 tonn)	Partikler (PM ₁₀) (x1000 tonn)
Utslippsreduksjoner ved bruk av gass	0,039(3,3)	0,22(6,4)	1,0(15,6)	0,027(2,3)
Sør-Trøndelag*	1,2(2,9)	3,4 (11,3)	6,4 (2,8)	1,2(4,6)
Norge totalt**	41	30	225	26

* Utslipp i 1995

** Utslipp i 1997

Ut fra tabellene over ses at den største prosentvise utslipps reduksjonen ved bruk av gass er for nitrogenoksid utslippene. Disse blir redusert med 15,6% i forhold til

utslippene i Sør-Trøndelag som helhet. Disse reduksjonene er i vesentlig grad knyttet til mobile kilder.

For SO₂ er det størst utslippsreduksjoner for stasjonære kilder p.g.a. svovelinnholdet i fyringsoljen. Svovelinnholdet i dieselolje er lavere enn i fyringsolje.

For partikler er utslippet fordelt forholdsvis likt mellom de to utslippskategoriene.

3 Konsentrasjoner i luft, Trondheim

Problemer knyttet til luftkvalitet for Trondheim by er hovedsakelig knyttet til nitrogenoksider og svevestøv (PM₁₀). Fra SFT-rapporten "Eksposering til luftforurensning i Oslo, Drammen, Bergen og Trondheim" (SFT, 1998) er følgende beskrivelse hentet.

Den midlere bakgrunnsverdien for Trondheimsregionen fra kilder utenfor Trondheim er mindre enn 1 µg/m³ NO₂, 2 µg/m³ for PM₁₀ og 1,5 µg/m³ for PM_{2,5}. Dette er lave verdier og luftforurensningen i området er generelt forårsaket av lokale utslipp.

Det er utført spredningsberegninger for Trondheim by fra time til time for vinteren 1994-95. Og det følgende beskriver resultatene fra disse beregningene.

Et særtrekk ved resultatene er at bakgrunnsverdiene har langt mindre betydning her enn i de andre store byene i Norge. Selv for partikkelkomponentene er bakgrunnen av underordnet betydning. Langtidsmiddelverdien av PM_{2,5}, som er størrelsen som er mest påvirket av den regionale bakgrunnen, utgjør dette bidraget bare i overkant av 12 % av maksimalverdien på 10,6 µg/m³.

De maksimale halvårsmiddelverdiene som er gitt i Tabell 4 viser at den maksimale langtidsmiddelverdien av NO₂ i Trondheim er omtrent som i de andre byene. Den maksimale halvårsverdien for PM₁₀ ligger litt over de tilsvarende verdiene i Drammen og Bergen, mens verdien for PM_{2,5} ligger noe under. Tabell 4 viser også at det er trafikkutslippet som gir det dominerende bidraget til de maksimale langtidsmiddelverdiene av både NO₂ og PM₁₀. Til og med for langtidsverdien av PM_{2,5} bidrar trafikkutslippet mest, noe som er spesielt for Trondheim.

Tabell 4: **Trondheim**; Maksimumsverdier av halvårsmiddelverdiene for NO_2 , PM_{10} og $PM_{2,5}$.

	NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	PM₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	PM_{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Alle kilder:	48,0	25,3	10,6
Uten trafikk:	8,6	6,0	5,4
Uten fyring:	46,5	23,9	7,5

NO_2 -resultatene presentert i Tabell 5 og Tabell 6 viser at overskridelser av terskelverdiene faktisk forekommer i større grad i Trondheim enn i Drammen og Oslo. Overskridelsene har nesten tilsvarende omfang som i Bergen. På tilsvarende måte som i de øvrige byene er det trafikkutslippet som er den dominerende kilden til overskridelser av luftkvalitetskriteriene for NO_2 .

I Oslo, Drammen og Bergen var befolkningsbelastningen større for de to partikkelkomponentene enn for NO_2 . I Trondheim gjelder ikke dette for $PM_{2,5}$. Til gjengjeld viser beregningene for denne byen at det er en betydelig forekomst av overskridelser av luftkvalitetskriteriet for PM_{10} . Det er bare i Oslo at belastningen for grovfraksjonskomponenten er høyere. Faktisk er det i Trondheim den største døgnverdien av PM_{10} er beregnet ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Siden bakgrunnsverdiene i Trondheim ikke kommer over terskelverdiene for PM_{10} og $PM_{2,5}$, blir aldri hele befolkningen utsatt for overskridelser i det verste døgnet, slik situasjonen var i Oslo og Drammen. I det verste døgnet utsettes 61% for overskridelser av terskelverdien for PM_{10} , mens bare 43% kommer over kriteriet på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for $PM_{2,5}$. Trafikkutslippets store betydning (sammen med betydningen av de lave bakgrunnsverdiene) vises tydelig i Tabell 5 og Tabell 6 ved at ingen overskridelser av luftkvalitetskriteriet for PM_{10} ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$) forekommer når denne utslippskategorien utelates. Befolkningsbelastningen for $PM_{2,5}$ i Trondheim er omtrent like mye påvirket av utslippene fra trafikken som fra fyringen.

Tabell 5: Den prosentvise andel av persontimer/persondager i beregningsperioden hvor de anbefalte time- og døgnkriteriene for NO_2 , PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ ble overskredet i Trondheim. Tabellen viser også den totale befolkningsbelastning (angitt i: personer $\mu\text{g}/\text{m}^3$) over de fastsatte terskelverdiene.

NO_2 (Time)	Persontimer % over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Befolkningsbelastning Over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [personer $\cdot \mu\text{g}/\text{m}^3$]
Alle kilder:	2,03	$4,5 \cdot 10^4$
Uten trafikk:	0,0	0,0
Uten fyring:	1,98	$4,3 \cdot 10^4$

NO_2 (Døgn)	Persondager % over 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Befolkningsbelastning Over 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [personer $\cdot \mu\text{g}/\text{m}^3$]
Alle kilder:	1,53	$2,6 \cdot 10^4$
Uten trafikk:	0,0	0,0
Uten fyring:	1,42	$2,4 \cdot 10^4$

PM_{10} (Døgn)	Persondager % over 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Befolkningsbelastning Over 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [personer $\cdot \mu\text{g}/\text{m}^3$]
Alle kilder:	4,85	$1,3 \cdot 10^5$
Uten trafikk:	0,0	0,0
Uten fyring:	3,58	$9,4 \cdot 10^4$

$\text{PM}_{2,5}$ (Døgn)	Persondager % over 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Befolkningsbelastning Over 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [personer $\cdot \mu\text{g}/\text{m}^3$]
Alle kilder:	2,29	$2,1 \cdot 10^4$
Uten trafikk:	0,30	$1,9 \cdot 10^3$
Uten fyring:	0,39	$2,4 \cdot 10^3$

Tabell 6: Prosentvis andel av befolkningen som ble utsatt for overskridelser av anbefalte luftkvalitetskriterier i verste time/døgn, og maksimum beregnet konsentrasjon for denne timen/døgnet. Angitt både m.h.t. eksponering, og m.h.t. konsentrasjon. (Parentesverdiene er uten bakgrunnsbidrag.)

NO₂ (Time)	Verste time (m.h.t. eksp.) % av befolkning over 100 µg/m ³	Verste time (m.h.t. eksp.) Maks. kons. [µg/m ³]	Verste time (m.h.t. kons.) % av befolkning over 100 µg/m ³	Verste time (m.h.t. kons.) Maks. kons. [µg/m ³]
Alle kilder:	82,4	208,4	76,8	215,6
Uten trafikk:	0,0	67,7	0,0	67,7
Uten fyring:	82,3	207,4	76,8	215,2

NO₂ (Døgn)	Verste døgn (m.h.t. eksp.) % av befolkning over 75 µg/m ³	Verste døgn (m.h.t. eksp.) Maks. kons. [µg/m ³]	Verste døgn (m.h.t. kons.) % av befolkning over 75 µg/m ³	Verste døgn (m.h.t. kons.) Maks. kons. [µg/m ³]
Alle kilder:	46,3	128,8	46,3	128,8
Uten trafikk:	0,0	31,5	0,0	31,5
Uten fyring:	45,5	126,7	45,5	126,7

PM₁₀ (Døgn)	Verste døgn (m.h.t. eksp.) % av befolkning over 35 µg/m ³	Verste døgn (m.h.t. eksp.) Maks. kons. [µg/m ³]	Verste døgn (m.h.t. kons.) % av befolkning over 35 µg/m ³	Verste døgn (m.h.t. kons.) Maks. kons. [µg/m ³]
Alle kilder:	61,1	160,3	61,1	160,3
Uten trafikk:	0,0	34,0	0,0	34,0
Uten fyring:	60,0	158,4	60,0	158,4

PM_{2,5} (Døgn)	Verste døgn (m.h.t. eksp.) % av befolkning over 20 µg/m ³	Verste døgn (m.h.t. eksp.) Maks. kons. [µg/m ³]	Verste døgn (m.h.t. kons.) % av befolkning over 20 µg/m ³	Verste døgn (m.h.t. kons.) Maks. kons. [µg/m ³]
Alle kilder:	43,0	46,1	43,0	46,1
Uten trafikk:	17,6	33,1	17,6	33,1
Uten fyring:	15,9	32,3	15,9	32,3

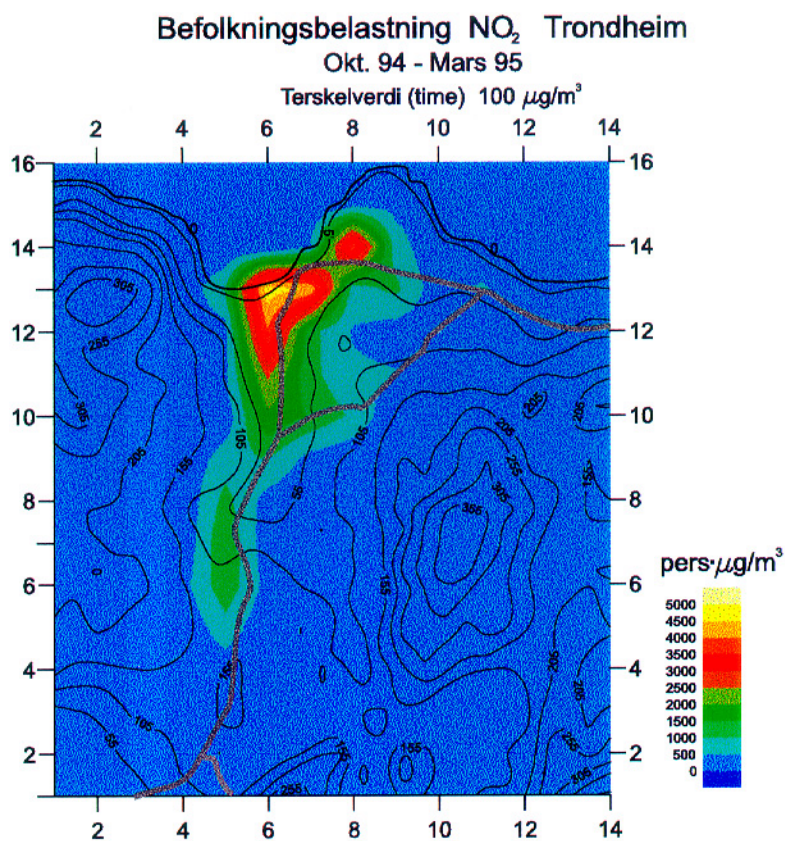
Den maksimale beregnede timemiddelveidien for NO₂ beregnet vinteren 1994-94 var 215,6 µg/m³, som er ca. det dobbelte av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier.

Den maksimale beregnede døgnverdien i Trondheim for PM₁₀ var 160 µg/m³.

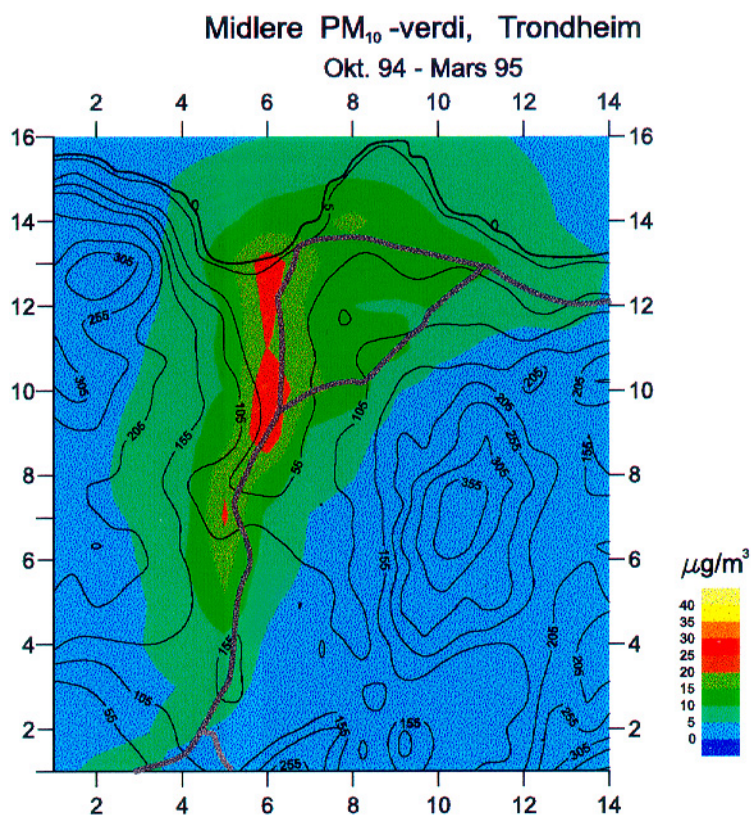
Dette er også langt over SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for PM₁₀ på 35 µg/m³.

I Trondheim er trafikk- og fyringsutslippet av omtrent lik betydning for PM_{2,5}-belastningen.

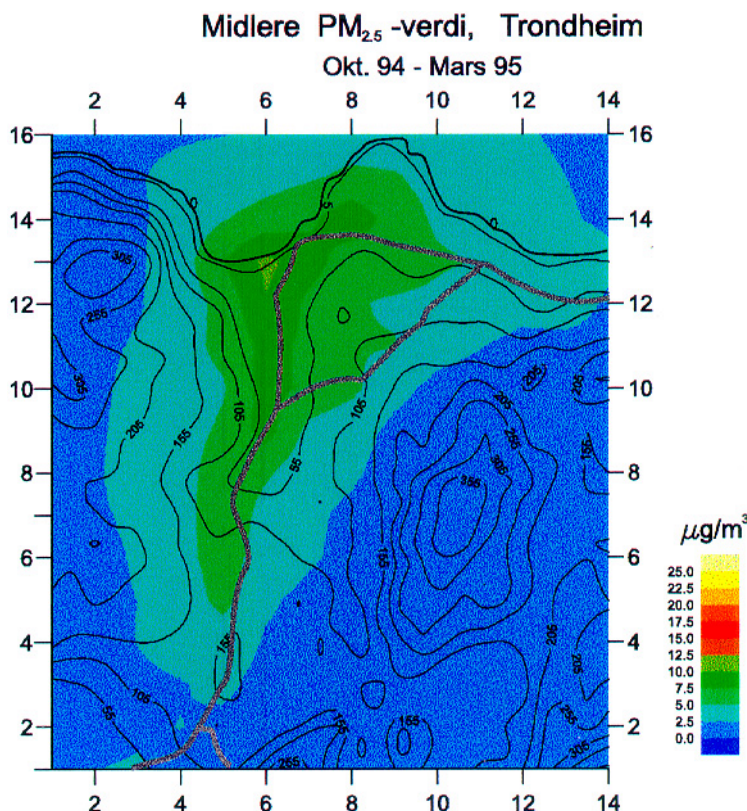
Nedenfor er ser gitt noen eksempler på beregningsresultater for NO_2 , PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$. Figur 1 viser midlere befolkningsbelastning for NO_2 i perioden oktober 1994-mars 1995. Enheten er personer over SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for NO_2 på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Figur 2 og Figur 3 viser den samme beregningen for henholdsvis PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$.



Figur 1: Befolkningseksponering for NO_2 i Trondheim i perioden oktober 1994 til mars 1995. Enhet er antall personer ganger med konsentrasjoner over SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier. Konsentrasjonen er fratrukket luftkvalitetskriteriet.



Figur 2: Befolkningseksposering for PM₁₀ i Trondheim i perioden oktober 1994 til mars 1995. Enhet er antall personer ganger med konsentrasjoner over SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier. Konsentrasjonen er fratrukket luftkvalitetskriteriet.



Figur 3: Befolkningseksposering for PM_{2.5} i Trondheim i perioden oktober 1994 til mars 1995. Enhet er antall personer ganger med konsentrasjoner over SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier. Konsentrasjonen er fratrukket luftkvalitetskriteriet.

4 Virkninger av endringer i utslippene på eksponeringen av befolkningen i Trøndelag.

Det går frem at reduksjonene i utslippet, som følge av innføring av gass som energibærer, i hovedsak vil komme fra reduksjon i utslippet fra biltrafikk, da spesielt buss, og fra omlegging av fyringsanlegg for olje til gass. Konsentrasjonene i bakkenivå, som er forårsaket av de forskjellige kildene og kildetyperne, er ikke direkte proporsjonale med utslippsmengden. Det vil være stor forskjell på ett kg NO_x sluppet ut fra busser og ett kg NO_x sluppet ut fra en oljefyr. Dette er på grunn av utslippsbetingelser som utslippets høyde over bakken, konsentrasjonen i gassen som slipper ut, samt om kilden står stille eller ikke.

Med referanse til beregningene over er det biltrafikken som er den kildegruppen i Trondheim som forårsaker de største konsentrasjonene av NO₂ og partikler. For partikler er tungtransporten, inkludert busser, en stor bidragsyter. Det er i første rekke for busser det er praktisk å bruke gassdrift i dag. Beregninger viser at ved å erstatte dieselbusser med gassbusser, vil dette føre til en reduksjon i partikkelkonsentrasjonen i områder der det er mye busstrafikk. Det er da først og fremst for partikler mindre enn 2.5 µm (PM_{2.5}) reduksjonen kommer. Helsevirkningene av eksponering for partikler er diskutert i kapittel 5. Denne

reduksjonen vil være sterkere i de periodene av dagen der aktiviteten av busstrafikken er størst. Dette sammenfaller med rushtidene for bil generelt, og det er i første rekke disse timene som fører til høy eksponering av befolkningen.

Beregningene for Trondheim viser at det er partikkelkonsentrasjonen som er den komponenten som oftest er over anbefalte luftkvalitetskriterier i Trondheim. Effekten av gassdrift i vanlige biler vil bli mindre, men bruk av gass i biler vil også bidra til å bedre luftkvaliteten. For denne kildegruppen vil NO_x - og PM_{10} -utslippsreduksjonene være mer sammenlignbare.

SO_2 -konsentrasjonene i Trondheimsregionen er lave. En reduksjon i SO_2 -utslippene vil ha liten betydning for luftkvaliteten med mindre denne skjer i forbindelse med industristeder der industrien slipper ut mye SO_2 , men enhver reduksjon vil bedre situasjonen for forurensningsvirkningene i området.

5 Virkninger på helse av luftforurensninger

De foreslåtte endringer vil føre til en forbedret luftkvalitet som vil få positive innvirkninger på befolkningens helse. Reduksjonene i NO_2 og partikler i luften vil ha størst betydning for helse.

Partikler mindre enn $10 \mu\text{m}$ i diameter (PM_{10}) er nå kjent for å føre til forverring av helsetilstand hos de med kroniske lungesykdommer (for eksempel astma eller Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD) og de med hjertesykdommer. Statistisk signifikante sammenhenger mellom eksponering for PM_{10} og økt sykehusinnleggelse og dødsfall for begge sykdomsgrupper er funnet. Verdens Helseorganisasjon (WHO) fant i sin siste gjennomgang av luftkvalitetskriterier at det ikke er mulig å sette en nedre grense som kan sikre befolkningens helse. Kriteriene for vurderinger er omformet til en dose-respons sammenheng. I de senere år er mye arbeid lagt ned for å finne de biologiske mekanismene til disse effektene. Mer og mer tyder på at det er de partiklene som trenger nederst i lungene som forårsaker de fleste effektene. Partiklene med diameter mindre enn $2,5 \mu\text{m}$ (fine particles) og særlig de mindre enn $1 \mu\text{m}$ (ultrafine particles) er de som fører til de største biologiske endringene i lungene ved å overbelaste systemet som beskytter lungene for skader (mikrofagene). Det er mest sannsynlig at andre biologiske endringer knyttet til denne overbelastningen fører til økt sykkelighet og dødsfall for hjertesykdommer. De minste partiklene er også de med størst overflate, og derfor fører til den største kontakt mellom forurensede komponenter og lungen.

Det er derfor viktig å minske eksponering for de minste partiklene fra luftforurensning. Deseleksos er en av hovedkildene til de minste partiklene. I Trondheim er det vist at eksos fra trafikken bidrar betydelig til konsentrasjonene av små partikler. De foreslåtte endringer vil derfor føre til større nedgang i de minste partiklene relativt til de større partiklene. Overbelastning er et problem tilknyttet høy eksponering. En positiv effekt på helsen for beboerne i regionene, (særlig den mest sårbare delen av befolkningen) kan forventes med de foreslåtte reduksjoner i forurensning, særlig for de i Trondheim.

Effekten av NO_2 på helse, særlig på nivåene målt i uteluft, er mindre klar. Epidemiologiske undersøkelser i innemiljøet derimot peker på en effekt av kronisk eksponering til forhøyet NO_2 -nivåer på helse. Høye NO_2 -nivåer i luften påvirker surheten til partikler. Som angitt i WHO's grenseverdier er helseeffekten av sure partikler større. Derfor vil en nedgang i nivåer av NO_2 føre til en viss forbedring i befolkningens helse.

6 Klarer Norge å oppfylle internasjonale avtaler om utslippsreduksjoner

Norge har inngått internasjonale avtaler om å redusere utslippet av forskjellige gasser.

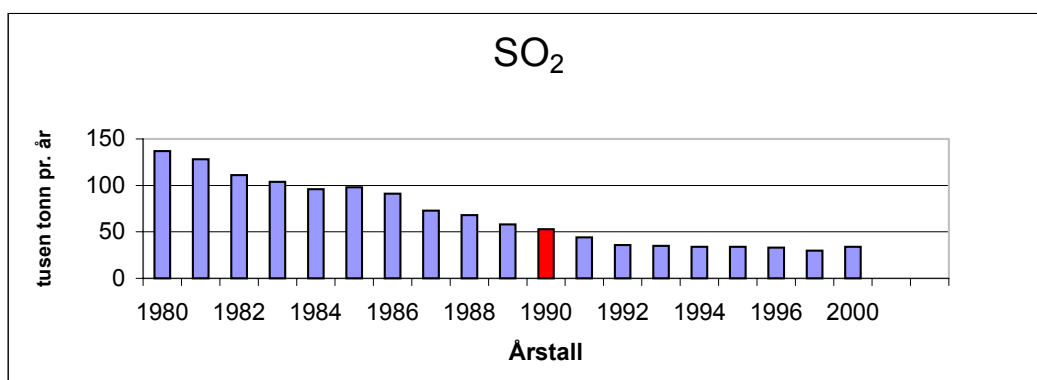
6.1 SO_2

Helsinki-protokollen ble signert juli 1985, i mai 1994 var den ratifisert av 21 land. Protokollen sier at utslippene eller fluksen over grensene til et land skal reduseres med 30% i forhold til utslippene i 1980.

I juni 1994 ble det undertegnet en ny protokoll som baserer seg på tålegrenser og bruk av best tilgjengelig teknologi. Denne protokollen gir differensierte utslippsreduksjoner fra 30-87% reduksjoner.

De nasjonale målene for utslippsreduksjoner av SO_2 er at utslippet skal maksimalt være 22 000 tonn SO_2 i 2010. Dette tilsvarer en reduksjon på 58% i forhold til nivået i 1990.

Figur 4 viser utslippene for de siste årene for SO_2 .



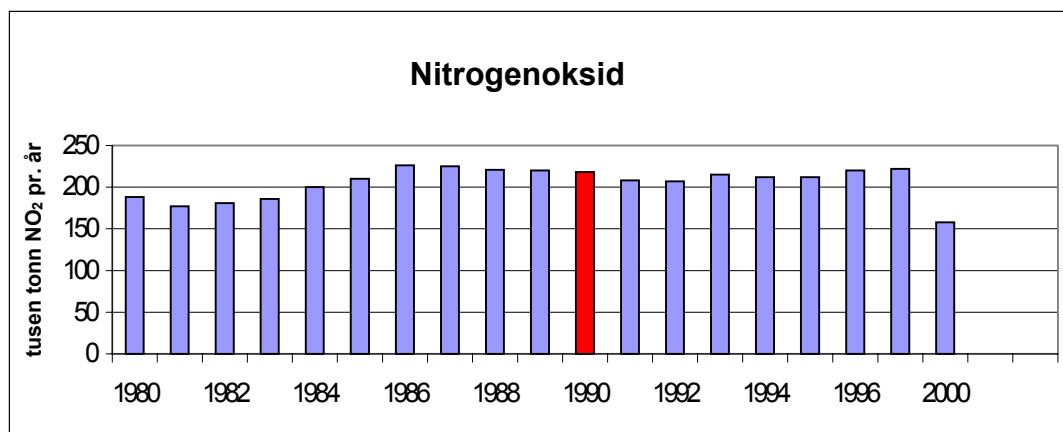
Figur 4: Utslipp av SO_2 for 1980 til 2000. Enhet tusen tonn SO_2 pr. år. Referanseåret 1990 er markert med mørkegrått.

6.2 NO_x og VOC

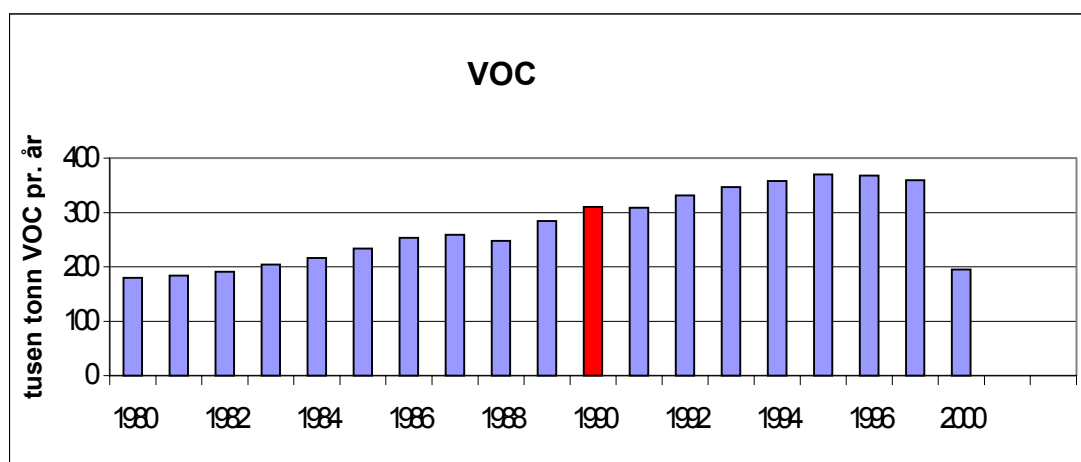
Sofia-protokollen regulerer utslippene av NO_x . Den ble undertegnet i oktober 1988. I mai 1994 var den ratifisert av 24 land og trådte i kraft februar 1991. Protokollen sier at utslippene eller fluksen over grensene av nitrogenoksider ikke skal overstige utslippene eller fluksen over grensene for 1987. Alternativt kan

landene velge å bruke middelverdien for 1987-96 og at denne ikke skal overskride 1987 verdien.

Nasjonale mål for utslippsreduksjoner av NO_x er at utslippene ikke skal være over 156 000 tonn i 2010 Dette tilsvarer en reduksjon på 28% i forhold til nivået i 1990. Figur 5 viser årlige utslipp av nitrogenoksider for perioden 1980-2000.



Figur 5: Årlige utslipp av nitrogenoksider for perioden 1980-2000. Enhet tusen tonn pr. år. Referanseåret 1990 er markert med mørkegrått.



Figur 6: Årlige utslipp av flyktige organiske forbindelser for perioden 1980-2000. Enhet tusen tonn pr. år. Referanseåret 1990 er markert med mørkegrått.

Genève-konvensjonen ble undertegnet i november 1991. 1. mai 1994 var det 23 land som hadde signert og 8 av disse hadde ratifisert avtalen. Protokollen sier at VOC utslippene fra landet skal reduseres med 30% i 1999, der referanseåret kan velges fritt i årene 1984-90. Det er forskjellige alternativer, men dette er hovedlinjene.

Nasjonale mål for utslipp av flyktige organiske forbindelser (VOC) fra hele fastlandsnorge og norsk økonomisk sone sør for 62. breddegrad skal reduseres

med 30% i forhold til 1989-nivå snarest mulig. I tillegg skal VOC-utslippene maksimalt være 195 000 tonn i 2010 som tilsvarer 37% reduksjon i forhold til nivået i 1990.

6.3 Klimagasser

For å kunne sammenligne bidraget til økning av drivhuseffekten fra de ulike klimagassene er det innført begrepet globalt oppvarmingspotensiale (GWP). GWP-verdiene for en aktuell gass defineres som den akkumulerte påvirkning på drivhuseffekten over et spesifisert tidsrom fra utslipp av ett kilo av denne gassen sammenlignet med utslipp av ett kilo CO₂. Tabellen under gir GWP-verdiene for klimagassene som Kyotoprotokollen omfatter.

Tabell 7: Potensiale for virkning av klimagasser sett i forhold til karbondioksid.

Karbondioksid	1
Metan	21
Lystgass	310
Perfluorkarboner (PFK)	
-CF ₄	6500
-C ₂ F ₆	9200
Svovelhexafluorid (SF ₆)	23900
Hydrofluorkarboner (HFK)	
-HFK-23	11700
-HFK-32	650
-HFK-125	2800
-HFK-134a	1300
-HFK-143a	3800
-HFK-152a	140

Klimakonvensjonen, som ble vedtatt i 1992 og trådte i kraft i 1994, la det første viktige grunnlaget for det internasjonale arbeidet med å motvirke menneskeskapt klimaendring. Kyotoprotokollen under konvensjonen, som ble vedtatt 11. desember 1997, inneholder en forpliktelse om å redusere industrilandenes samlede utslipp av klimagasser med minst 5% i forhold til 1990-nivået innen perioden 2008-2012. Forpliktelsen omfatter endringer i opptak av klimagasser som følge av menneskeskapt tiltak, begrenset til skogreising, gjenplantning og avskoging, etter 1990. Landene skal innen 2005 ha demonstrert klar framgang i å oppnå utslippsforpliktelsen. Det er fremdeles usikkert når en eventuell ikrafttredelse av Kyotoprotokollen vil skje. De nasjonale målene er at utslippet av klimagasser i forpliktelsesperioden 2008-2012 ikke skal være mer enn 1% høyere enn utslippet i 1990.

7 Hvordan innvirker økt bruk av gass på Norges internasjonale forpliktelser

Økt bruk av gass som energibærer i stedet for olje og diesel vil generelt minske utslippene av SO₂, NO_x, CO₂ og partikler. Så lenge det ikke er en økning i etterspørselen etter energi, vil dette bidra til å redusere utslippene av de ovenfor nevnte forurensningskomponentene. Dette vil også kunne medvirke til at Norge

oppfyller sine internasjonale forpliktelser om reduksjoner av utslipp av luftforurensninger. Dette vil være viktig for alle utslippene som er nevnt over, men spesielt for NO_x- og CO₂-protokollene som Norge har ratifisert, der Norge ellers vil ha vanskeligheter med å redusere utslippene i henhold til protokollene.

Det at energietterspørselen holder seg konstant er lite trolig. Den vil sannsynligvis øke gradvis. Ved å bruke gass istedenfor olje og diesel vil utslippene reduseres pr. produsert enhet energi. En parallell til denne problemstillingen er: Det har her vært en stor økning i bruk av personbiler, men utslippet fra disse har holdt seg relativt konstant som følge av påbud om katalysator på nye biler.

8 Referanser

SINTEF Energiforskning (1998) Naturgass i Sør-Trøndelag. Realiserbart potensiale. Utviklingsmuligheter. Trondheim.

Slørdal, L.H. (1998) Eksponering til luftforurensning i Oslo, Drammen, Bergen og Trondheim. Beregninger av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} for vinteren 1995-1996. Kjeller (NILU OR 38/98).

Wangensteen, I., Foshaug, A., Grinden, B., Nielsen, S.T. og Boterud, A. (1999) Konsekvenser av Skognprosjektet. Trondheim (SINTEF TR F4702).



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 12/2000	ISBN 82-425-1161-6 ISSN 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 18	PRIS NOK 55,-
TITTEL Vurdering av forandringer i utslipp til luft ved bruk av gass som energibærer og virkninger på luftkvaliteten i Sør-Trøndelag		PROSJEKTLEDER Svein Knudsen	
		NILU PROSJEKT NR. O-2050	
FORFATTER(E) Svein Knudsen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Olav Nordberg	
OPPDRAGSGIVER Industrikraft Midt-Norge DA Postboks 496 1324 LYSAKER			
STIKKORD Gass	Utslippsreduksjoner	Sør-Trøndelag	
REFERAT Rapporten har tatt for seg virkningen på luftkvaliteten av potensielle utslippsreduksjoner ved gassrørledning inn Trondheimsfjorden. Det er sett på lokal luftkvalitet og innvirkning på Norges internasjonale forpliktelser til utslippsreduksjoner.			
TITLE Evaluation of impact on air pollution from substituting other fossile fuels with gas in Sør-Trøndelag.			
ABSTRACT [Skriv abstract på engelsk]			

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