

# Spredningsberegning

Varmesentral Skien Fjernvarme - Mæla

Status: **For kommentar hos oppdragsgiver**

Dato: 15.04.2011

Utarbeidet av: **Stine Belgum Torstensen**

Oppdragsgiver: Skien Fjernvarme

# Rapport

Oppdragsgiver: Skien Fjernvarme

Dato: 15.04.2011

Prosjektnavn: Varmesentral

Dok. ID: 30486-01-0.10

Tittel.: **Spredningsberegning**

Deres ref: Morten Rogn

Utarbeidet av: Stine Belgum Torstensen

Kontrollert av: Dag Borgnes

Status: For kommentar hos oppdragsgiver

## Sammenheng:

---

Norsk Energi har på oppdrag fra Skien Fjernvarme beregnet skorsteinshøyde og maksimale bakkekonsentrasjonsbidrag fra utslipp til luft fra planlagte kjeler i Skien, 8 MW avgitt effekt fra olje og 12 MW avgitt effekt fra fast biobrensel. Det er beregnet bakkekonsentrasjonsbidrag både med og uten røykgasskondensering på biobrenselanlegget.

Spredningsberegningene er utført ved hjelp av spredningsberegningsprogrammet "Breeze AERSCREEN" som bygger på en Gaussisk spredningsberegningmodell utarbeidet av Environmental Protection Agency (EPA), USA.

Spredningsberegningene er utført for et "worst case" mht. utslipp, dvs. med utslipp tilsvarende maksimal timesmiddelverdi, og maksimal last på planlagt kjelanlegg.

Kapittel 27 i Forurensningsforskriften angir at skorsteinshøyden skal beregnes slik at bidraget fra forbrenningsanlegget/fyringsenheten normalt ikke overskrider 50 % av differansen mellom bakgrunnsverdiene og maksimalt tillatte grenser for luftkvalitet, jf. Forurensningsforskriftens kapittel 7.

Beregninger utført for full last på både biobrenselanlegg og oljekjel, og med skorsteinshøyde på 30 meter, samt røykgasskondensering på biobrenselanlegget, ga totalt maksimalt timemidlet bakkekonsentrasjonsbidrag for NO<sub>2</sub> på 34 µg/m<sup>3</sup> ved ugunstigste meteorologiske forhold. Det bemerkes at slike meteorologiske forhold vil opptre relativt sjeldent. Dersom anlegget bygges uten røykgasskondensering vil det forventes et ytterlig lavere bakkekonsentrasjonsbidrag.

De beregnede maksimale bakkekonsentrasjonsbidragene er lavere enn de maksimale tillatte tilleggsbelastningene, som er beregnet til 75 µg/m<sup>3</sup>. Beregningene viser dermed at skorsteinshøyde på 30 meter gir tilstrekkelig fortykning av NO<sub>x</sub>-utslippet, selv ved ugunstige meteorologiske forhold.

Årsmiddelverdiene for området omkring planlagte kjeler vil være vesentlig lavere enn den beregnede maksimale timemiddelverdien på grunn av lavere gjennomsnittlige utslipp og variasjoner i vindretning, vindstyrke og stabilitet. Årsmiddelverdien er beregnet å være ca. 10 % av maksimal timemiddel.

---

## Effektiv, miljøvennlig og sikker utnyttelse av energi

---

## Innhold

1	Innledning .....	4
2	Lokalisering .....	4
3	Beregningsforutsetninger .....	6
4	Meteorologi og spredningsforhold .....	7
5	Bakgrunnskonsentrasjoner .....	8
6	Grenseverdier, nasjonale mål og anbefalte luftkvalitetskriterier .....	9
7	Spredningsberegninger .....	10
7.1	Beregningsforutsetninger .....	10
7.2	Beregnete maksimale timemiddelkonsentrasjoner .....	10
8	Årsmiddelkonsentrasjoner .....	11

## 1 Innledning

Norsk Energi har på oppdrag fra Skien Fjernvarme beregnet maksimale bakkekonsentrasjonsbidrag fra utslipp til luft fra planlagt varmesentral i Amtmand Aals gt. 85, med gnr. 4 bnr. 302 og 303, i Skien. Beregningene er basert på 12 MW biobrensel og 8 MW olje, begge avgitt effekt. For biobrenselanlegget er det tatt hensyn til mulig fremtidig installasjon av røykgasskondensering.

## 2 Lokalisering

Planlagt varmesentral vil ha plassering som vist i Figur 1 til Figur 3.

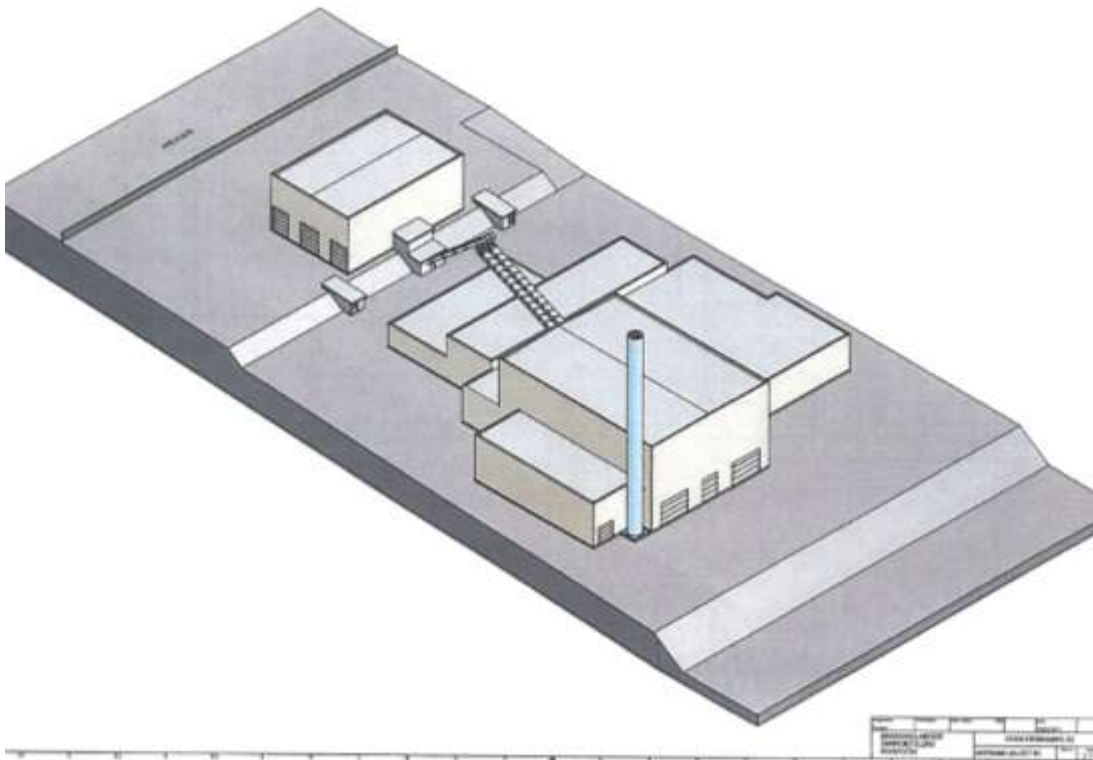


Figur 1 Lokalisering av varmesentral



Figur 2 Lokalisering av varmesentral Amtmand Aals gt 85





Figur 3 Skisse av planlagt varmesentral, skorstein vil bli i nordøstre hjørne

Tomten der anlegget er planlagt bygget, ligger på en forhøyning sammenlignet med omkringliggende bebyggelse. Skissen i Figur 3 er rotert i forhold til hva som reelt vil være retningen på bygget.

### 3 Beregningsforutsetninger

Tabell 1 viser tekniske data benyttet som grunnlag for forutsetninger i spredningsberegningene.

**Tabell 1 Beregningsforutsetninger**

	Enhet	Oljekjel	Biokjeler	Biokjeler m/kond
Innfyrteffekt	MW	8,9	2 x 7	2 x 6,4
Avgitt effekt	MW	8	2 x 6	2 x 6
Termisk virkningsgrad	%	90	87	94
Oksygenkons. i røykgass	Vol %	3	6	6
NO <sub>x</sub> -konsentrasjon (som NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup> , 3 % O <sub>2</sub>	250 <sup>1)</sup>	300 <sup>1)</sup>	300 <sup>1)</sup>
NO <sub>x</sub> -utslipp (som NO <sub>2</sub> )	g/s	0,6	2 x 0,9	2 x 0,8
Røykgasstemperatur	°C	180	180	70
Skorsteinsdiameter	mm	550	2x600	2x600
Røykgassvolum, tørt	Nm <sup>3</sup> /h	9 200	2 x 10 637	2 x 9 701
Røykgassvolum, vått	Nm <sup>3</sup> /h	10 600	2 x 13 742	2 x 12 533
Røykgasshastighet	m/s	21	22	15,4

<sup>1</sup>Utslippskonsentrasjonene som benyttes i spredningsberegningen er utslippsgrenseverdien for anlegg mellom 1-50 MW (innfyrt effekt)<sup>1</sup>

Med basis i forutsetninger for de respektive kjeler vist i Tabell 1, har vi lagt følgende til grunn for input i modellen, der de ulike andeler av volumstrøm er tatt hensyn til:

**Tabell 2 Modelleringsforutsetninger**

	Enhet	Oljekjel og 2 biokjeler m/kond
Avgitt effekt	MW	8 + 2 x 6
NO <sub>x</sub> -utslipp (som NO <sub>2</sub> )	g/s	2,2
Røykgasstemperatur	°C	109
Skorsteinsdiameter	m	1,0
Røykgasshastighet	m/s	17

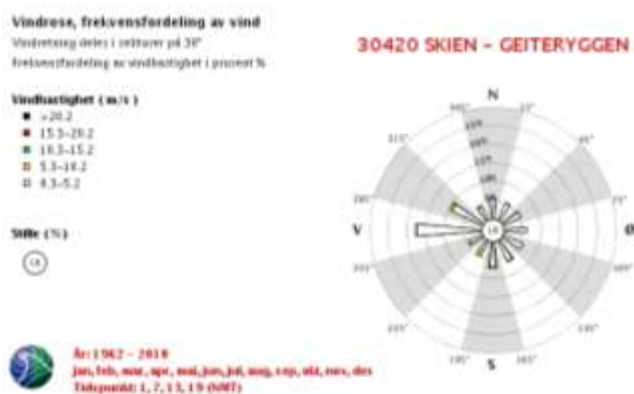
<sup>1</sup> Forurensningsforskriften, <http://www.lovdata.no/for/sf/md/xd-20040601-0931.html#27-5>

## 4 Meteorologi og spredningsforhold

Luftas stabilitetsforhold og vindhastighet har betydning for hvordan utslippene spres.

Svak vind og ustabil atmosfære gir normalt maksimalkonsentrasjoner nær utslippet. Slike forhold vil det typisk være når det er sol om sommeren. Er atmosfæreforholdene nøytrale vil maksimalkonsentrasjonene forekomme lengre fra utslippet. Svak til moderat vind og stabil atmosfære (inversjon) forekommer om vinteren og om natten på sommeren. Selv på dager med svært stabile situasjoner (høytrykk vinterstid) vil det imidlertid ofte oppstå god omblending av det nederste laget om formiddagen/dagen pga. soloppvarming. Slike forhold gir normalt maksimalkonsentrasjoner lengre fra utslippsstedet enn nøytrale og ustabile forhold.

Vi har innhentet vindstatistikk for Geiteryggen. Figur 2 og 3 viser vindroser basert på vindstatistikken fra de to stasjonene.



Figur 4 Vindrose Geiteryggen 1962-2010

Fra Figur 4 ser vi at dominerende vindretning på Geiteryggen er vind fra vest med ca 17 % av tiden over året. Vind fra vest-nordvest forekommer også relativt hyppig (ca 10 % av tiden).

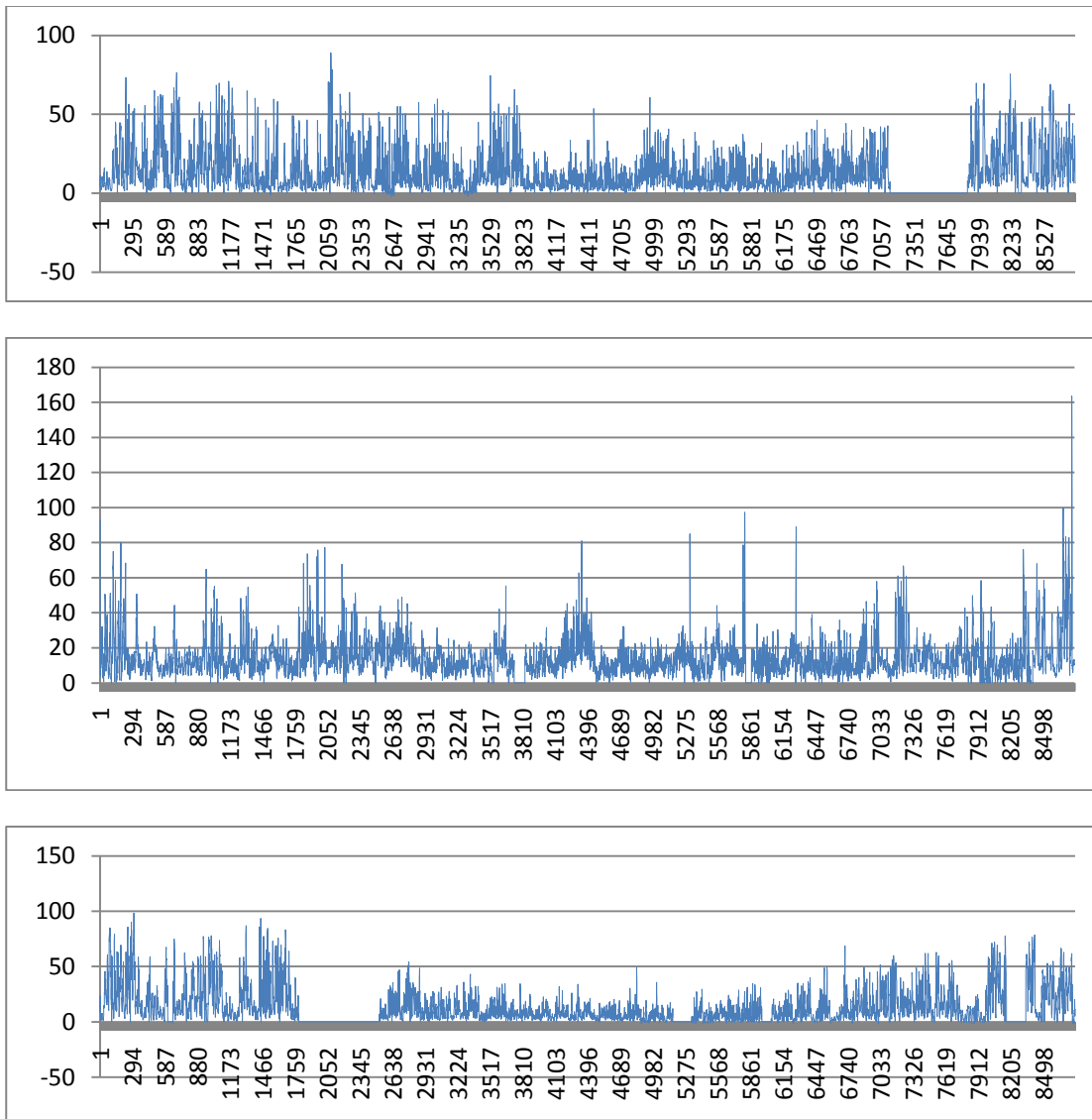
Vindforholdene i Skien sentrum vil avvike noe fra forholdene ved Geiteryggen idet lokal topografi vil påvirke vindretningen. Fra Meteorologisk Institutt får vi oppgitt at flyplassen har vestlig vind som hovedvindretning om vinteren, og at i Skien sentrum forventes nordvestlig vind som fremherskende. Om sommeren (dagtid) er det mest sørøst vind på Geiteryggen. Trolig vil det være det samme i sentrum. Geiteryggen ligger relativt høyt, og man må regne med at det er noe svakere vind i sentrum<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Epost fra Jostein Mamen, DNMI, 29.03.2011.

## 5 Bakgrunnskonsentrasjoner

For å vurdere resultatene fra spredningsberegningen trenger vi et estimat for bakgrunnskonsentrasjon timemiddel. Med bakgrunnskonsentrasjon i denne sammenheng menes bakkekonsentrasjonsnivå som er relevant for et større område (ikke nær trafikkerte veier).

Nærmeste relevante måledata finnes ved Øyekast i Grenland (bybakgrunnstasjon). Denne stasjonen er vurdert av Klif og NILU å være den mest representative av målestasjonene som finnes pr i dag i det gitte området. Figur 5 viser målte timemiddelkonsentrasjoner i 2008, 2009 og 2010 ved denne stasjonen.



Figur 5 Timemiddelkonsentrasjoner av NO<sub>2</sub> i µg/m<sup>3</sup> på Øyekast i hhv. 2008,2009,2010

Det fremgår av figurene at timemiddelverdiene i 2008, 2009 og 2010<sup>3</sup> ved denne stasjonen finner vi at de målte timemiddelverdiene stort sett er under 50 µg/m<sup>3</sup>, men at episoder med timemiddelkonsentrasjoner på 50 til 100 forekommer alle årene. Årsmiddelverdier for årene 2008, 2009 og 2010 er hhv. 14, 15 og 15 µg/m<sup>3</sup>.

Basert på vurderinger av bakgrunnskonsentrasjoner på Øyekast og andre tilsvarende områder anslås typisk timemidlet bakgrunnskonsentrasjon i Skien til 40-50 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Skien kommune og [www.luftkvalitet.info](http://www.luftkvalitet.info)



## 6 Grenseverdier, nasjonale mål og anbefalte luftkvalitetskriterier

Myndighetene har angitt grenseverdier, mål og luftkvalitetskriterier for konsentrasjoner av bl.a. svevestøv, NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> i uteluft. Grenseverdiene er gitt i Forurensningsforskriftens kapittel 7. Ut fra hensynet til helse og miljø for bybefolkningen er det satt opp nasjonale mål for lokale luftforurensningskonsentrasjoner. De anbefalte luftkvalitetskriteriene gitt av Klif og Folkehelsa angir eksponeringsnivåer som man ut fra nåværende viten antar at befolkningen kan utsettes for uten at alvorlige helsevirkninger oppstår.

Tabell 3 viser grenseverdier, nasjonale mål og luftkvalitetskriterier for NO<sub>2</sub>.

**Tabell 3 Grenseverdier, nasjonale mål og luftkvalitetskriterier for NO<sub>2</sub>**

	Enhet	Midlingstid		
		1 time	24 timer	1 år (6 mnd)
Forurensningsforskriften kapittel 7 Tiltaksgrense (helse)	µg/m <sup>3</sup>	200 <sup>1,2</sup>		40 <sup>2</sup>
Nasjonale mål, byer	µg/m <sup>3</sup>	150 <sup>2</sup>		
Anbefalte luftkval.kriterier (Klif/Folkehelsa)	µg/m <sup>3</sup>	100	75	50 (6 mnd)

<sup>1</sup> Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår

<sup>2</sup> Innen år 2010

### Maksimal tillatt tilleggsbelastning

Kapittel 27 i Forurensningsforskriften angir at skorsteinshøyden skal beregnes slik at bidraget fra forbrenningsanlegget/fyringsenheten normalt ikke overskrider 50 % av differansen mellom bakgrunnsverdiene og maksimalt tillatte grenser for luftkvalitet, jf. Forurensningsforskriftens kapittel 7.

For dette anlegget er NO<sub>2</sub> den utslippsparameter som gir bakkekonsentrasjoner nærmest luftkvalitetskriteriet. Grenseverdien for NO<sub>2</sub> timemiddel i Forurensningsforskriftens kapittel 7 er 200 µg/m<sup>3</sup>. Dette tilsier at maksimal tillatt tilleggsbelastning er  $(200-50) \times 0,5 = 75$  µg/m<sup>3</sup>.

## 7 Spredningsberegninger

### 7.1 Beregningsforutsetninger

Spredningsberegningene er utført ved hjelp av programvaren "Breeze AERSCREEN". AERSCREEN er US EPAs nye screeningmodell (erstatte Screen3). I denne modellen benyttes generelle worst case meteorologiske data, kun minimum og maksimumstemperaturer må defineres.

Overflateegenskaper (albedo, Bowenforholdet og overflateruhet) er av betydning for spredningen. I dette tilfellet har vi benyttet modellens forhåndsdefinerte overflateverdier for relevant overflate.

Modellen gir mulighet til å beregne bakkekonsentrasjoner for tilfeller der en får røyknedslag pga. turbulens og levirvler bak bygninger. Vi har lagt inn varmesentralens bygningsmasse i beregningene, og vurdert at øvrig omkringliggende bebyggelse ikke vil ha betydning for røykfanen.

Ved anvendelse av programmet må man ta stilling til om området omkring er bymessig eller landlig. Vi har i tråd med retningslinjene for modellen forutsatt at området er bymessig.

Vi har tatt hensyn til terreng i beregningene ved å benytte digital terrengmodell for området.

### 7.2 Beregnede maksimale timemiddelkonsentrasjoner

Beregningene er utført for ulike årstidsvariasjoner i meteorologiske stabilitetsklasser og vindhastigheter, sammen med bymessig overflateruhet. Det er benyttet 30 meter høy skorstein i beregningene.

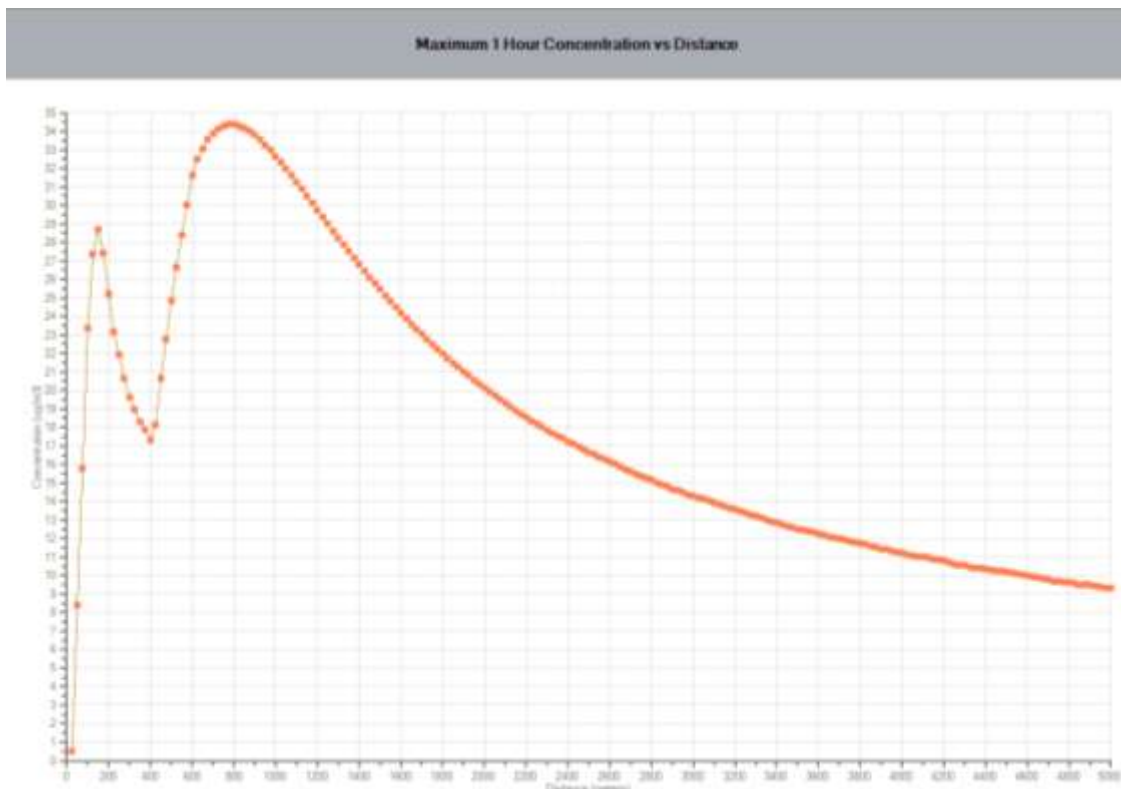
Tabell 4 viser maksimalt bakkekonsentrasjonsbidrag av NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) ved vindretning mot høyeste bygning i nærområdet.

**Tabell 4 Maksimalt timemidlet bakkekonsentrasjonsbidrag av NO<sub>2</sub>**

Overflate		Maksimalt timemidlet bakkekonsentrasjonsbidrag av NO <sub>2</sub> 30 m skorstein	
		Bidrag fra 12 MW bio m/kondensering og 8 MW olje	
Bymessig	µg/m <sup>3</sup>	34	

Vi ser av Tabell 4 at skorsteinshøyde på 30 meter og samtidig drift av 8 MW olje og 12 MW biobrensel med røykgasskondensering ga totalt maksimalt timemidlet bakkekonsentrasjonsbidrag for NO<sub>2</sub> på 34 µg/m<sup>3</sup> ved ugunstigste meteorologiske forhold. Det bemerkes at slike meteorologiske forhold vil opptre relativt sjeldent.

Vi kan se i Figur 6 hvordan konsentrasjonen av NO<sub>2</sub> forandrer seg som funksjon av avstand fra utslippspunktet ved de ulike situasjonene.



Figur 6 Maksimale timemidlet NO<sub>2</sub> bidrag fra 8 MW olje og 12 MW bio m/kondensering

De beregnede maksimale bakkekonsentrasjonsbidragene er lavere enn de maksimale tillatte tilleggsbelastningene, som er beregnet til 75 µg/m<sup>3</sup>. Beregningene viser dermed at skorsteinshøyde på 30 meter gir tilstrekkelig fortyning av NO<sub>x</sub>-utslippet selv ved ugunstige meteorologiske forhold.

Spredningsberegningene er konservative, noe som fremgår av følgende:

- Det er lagt til grunn at all NO<sub>x</sub>- i utslippet foreligger som NO<sub>2</sub>. Dette medfører et overestimat for NO<sub>2</sub> i nærområdene.
- De meteorologiske forhold som gir maksimale bakkekonsentrasjoner vil opptre sjeldent.
- Utslippsmengdene som er benyttet i beregningene tilsvarer maks last på anlegget og utslippkonsentrasjoner ved denne lasten. Maksimal last og maksimalt utslipp vil sjelden forekomme.

## 8 Årsmiddelkonsentrasjoner

Årsmiddelverdiene for området omkring planlagte kjeler vil være vesentlig lavere enn den beregnede maksimale timemiddelverdien på grunn av lavere gjennomsnittlige utslipp og variasjoner i vindretning, vindstyrke og stabilitet. Årsmiddelverdien er beregnet å være ca. 10 % av maksimal timemiddel.