

Oppdragsnavn/dokumentnavn: Spredningsberegninger bio-, gass- og oljekjeler Skagerak Varme AS		REVISJONSKODER: (Se spesifikasjon KNE01-JS-0001) K : Intern arbeidsutgave A : Utgave for intern tverrfaglig kontroll (IDK) B : For kommentar hos oppdragsgiver C : For anbud- / tilbudsforespørsel D : For kontrakt E : For bygging/fabrikasjon/implementering/iverksettelse F : Som bygget, endelig utgave U : Utgått					
		STATUSKODER: (Se spesifikasjon KNE01-JS-0001) 1 : Akseptert for angjeldende bruk 2 : Akseptert med kommentar 3 : Ikke akseptert 4 : Ikke gjennomgått. (mottatt for informasjon)					
Oppdragsgiver: Skagerak Varme AS		Tilgjengelighet: Begrenset			Henvising:		
Oppdragsgivers referanse:		Utarbeidet av: Dag Borgnes					
Ekstrakt: Norsk Energi har på oppdrag fra Skagerak Varme beregnet maksimale bakkekonsentrasjonsbidrag fra utslipp til luft fra planlagte bio-, gass- og oljekjeler i Tønsberg.							
UTGIVER						OPPDRAGSGIVER	
E02	11.5.2009	Endelig utgave2	DAB	EIK	KON		
E01	25.11.2008	Endelig utgave	DAB	EIK	KON		
B01	20.11.2008	For kommentar hos oppdragsgiver	DAB				
Rev.	Dato	Tekst	Laget	Sjekkset	Godkjent	Sjekkset	Status
Stikkord:		gass		NOx		spredningsberegning	
Bio							
Dokument-Nummer	Oppdragsnummer Referansenummer	Dokumentkode:	Løpenummer:	Revisjon:	ISBN:		
	28770	RV	0001	E02		Side 1 av 11	

1 SAMMENDRAG

Norsk Energi har på oppdrag fra Skagerak Varme beregnet nødvendig skorsteinshøyde og maksimale bakkekonsentrasjonsbidrag fra utslipp til luft fra planlagte bio-, gass- og oljekjeler i Tønsberg (Slagenveien 120).

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

Spredningsberegningene er beregnet for et "worst case" mht. utslipp, dvs. med utslipp tilsvarende maksimal timemiddelverdi, og maksimal last på planlagte bio-, gass- og oljekjeler.

Beregningene er utført for ulike stabilitetsklasser og vindhastigheter. I beregningene har vi tatt hensyn til terrengstigningen samt boligblokkene på åsen vest for anlegget.

Meteorologidata fra Torp er benyttet i vurderinger av spredning av utslippet.

SFT anbefaler at utslippet fra et nytt anlegg ikke skal øke bakkekonsentrasjonen med mer enn 50 % av differansen mellom SFT's anbefalte luftkvalitetskriterier og bakgrunnskonsentrasjonen. Med bakgrunnskonsentrasjon i denne sammenheng menes bakkekonsentrasjonsnivå som er relevant for et større område (ikke nær trafikkerte veier).

Skorsteinshøyde på 45 meter for biokjeler, gass- og oljekjeler ga maksimalt timemidlet bakkekonsentrasjonsbidrag for NO₂ på 27 µg/m³ ved ugunstigste meteorologiske forhold. Det bemerkes at slike meteorologiske forhold vil opptre sjeldent. Videre tyder beregningene på at NO₂-bidraget på østlige fasade på nærmeste boligblokk vest for anlegget vil være lavere enn beregnet maksimalt bakkekonsentrasjonsbidrag.

De beregnede maksimale bakkekonsentrasjonsbidragene er lavere enn de maksimale anbefalte tilleggsbelastningene, som er vurdert til 33 µg/m³. Beregningene viser dermed at skorsteinshøyde på 45 meter gir tilstrekkelig fortynning av NO_x-utslippet, selv ved ugunstige meteorologiske forhold.

Det er også utført beregninger med skorsteinshøyder på 40 meter. Disse beregningene ga maksimalt bakkekonsentrasjonsbidrag på 33 µg/m³. 40 meter høy skorstein er dermed også tilstrekkelig, men gir ingen margin til kriteriet.

Spredningsberegningene er konservative, noe som fremgår av følgende:

- Det er lagt til grunn at all NO_x i utslippet foreligger som NO₂. Dette medfører et overestimat for NO₂ i nærområdene.
- De meteorologiske forhold som gir maksimale bakkekonsentrasjoner vil opptre sjeldent
- Utslippsmengdene som er benyttet i beregningene er maksimale kortvarige utslipp

2 INNLEDNING

Norsk Energi har på oppdrag fra Skagerak Varme beregnet maksimale bakkekonsentrasjonsbidrag fra utslipp til luft fra planlagte bio-, gass- og oljekjeler i Tønsberg (Slagenveien 120).

3 UTSLIPPSDATA

Tabell 1 og tabell 2 viser tekniske data benyttet i spredningsberegningene.

Tabell 1 Tekniske data benyttet i spredningsberegningene, biobrenselkjeler

	Enhet	Bioenergianlegg
Maks avgitt effekt	MW	15 MW (inkl. røykgasskondensering)
Termisk virkningsgrad	%	106 (inkl. røykgasskondensering)
Oksygenkons. i røykgass	Vol %	5
Støvkonsentrasjon	mg/Nm ³ , 6 % O ₂	30 ¹⁾
Støvutslipp	g/s	0,17
NO _x -konsentrasjon (som NO ₂)	mg/Nm ³ , 6 % O ₂	300 ¹⁾
NO _x -utslipp (som NO ₂)	g/s	1,8
Røykgasstemperatur	°C	50
Skorsteinsdiameter	m	0,8 ²⁾
Røykgasshastighet	m/s	16
Skorsteinshøyde	m	-

¹⁾ Iht. Industriforskriften, forskriftsforslag 19.12.07,

http://www.sft.no/nyheter/dokumenter/industriforskriften_forskriftsforslag191207.pdf

²⁾ Ekvivalent diameter (diameter som gir røykgasshastighet 21 m/s ved 160 °C som er angitt temperatur når røykgasskondensering er ute av drift)

Tabell 2 Tekniske data benyttet i spredningsberegningene, gass- og oljekjeler

	Enhet	Naturgasskjel	Oljekjeler
Avgitt effekt	MW	10	20
Oksygenkons. i røykgass	Vol %	3,0	3,0
NO _x -konsentrasjon (som NO ₂)	mg/Nm ³ , 3 % O ₂	120	250
NO _x -utslipp (som NO ₂)	g/s	0,4	1,6
Røykgasstemperatur	°C	180	180
Skorsteinsdiameter	m	0,85	0,6 ¹⁾
Røykgasshastighet	m/s	21	20
Skorsteinshøyde	m	-	-

¹⁾ Ekvivalent diameter (diameter som gir røykgasshastighet ~20-21 m/s ved 20 MW avgitt effekt)

4 METEOROLOGI OG SPREDNING

Luftas stabilitetsforhold og vindhastighet har betydning for hvordan utslippene spres.

Svak vind og ustabil atmosfære gir normalt maksimalkonsentrasjoner nær skorsteinsutslipp. Slike forhold vil det typisk være når det er sol om sommeren. Er atmosfæreforholdene nøytrale vil maksimalkonsentrasjonene forekomme lengre fra skorsteinen. Svak til moderat vind og stabil atmosfære (inversjon) forekommer om vinteren og om natten på sommeren. Slike forhold gir maksimalkonsentrasjoner langt fra skorsteinen.

Vi har innhentet vindstatistikk for Torp. Figur 1 og 2 viser vindroser basert på vindstatistikken fra stasjonen.

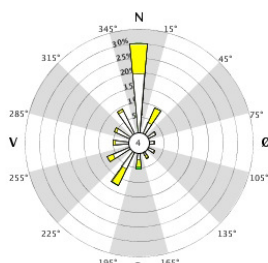
Vindrose, frekvensfordeling av vind
 Vindretning deles i sektorer på 30°
 Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet
 ■ > 20 m/s
 ■ 15-20 m/s
 ■ 10-15 m/s
 ■ 5-10 m/s
 □ 0-5 m/s

Stille (%)
 (4)

År: 1960 - 1984
 jan
 Tidspunkt: 7, 13, 19 (NMT)

27470 TORP



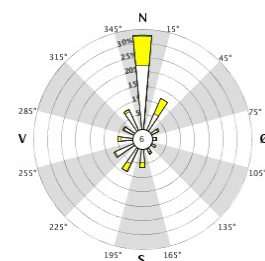
Vindrose, frekvensfordeling av vind
 Vindretning deles i sektorer på 30°
 Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet
 ■ > 20 m/s
 ■ 15-20 m/s
 ■ 10-15 m/s
 ■ 5-10 m/s
 □ 0-5 m/s

Stille (%)
 (6)

År: 1960 - 1984
 feb
 Tidspunkt: 7, 13, 19 (NMT)

27470 TORP



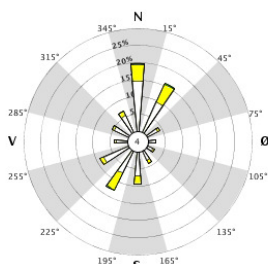
Vindrose, frekvensfordeling av vind
 Vindretning deles i sektorer på 30°
 Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet
 ■ > 20 m/s
 ■ 15-20 m/s
 ■ 10-15 m/s
 ■ 5-10 m/s
 □ 0-5 m/s

Stille (%)
 (4)

År: 1960 - 1984
 mar
 Tidspunkt: 7, 13, 19 (NMT)

27470 TORP



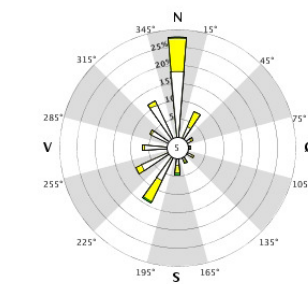
Vindrose, frekvensfordeling av vind
 Vindretning deles i sektorer på 30°
 Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet
 ■ > 20 m/s
 ■ 15-20 m/s
 ■ 10-15 m/s
 ■ 5-10 m/s
 □ 0-5 m/s

Stille (%)
 (5)

År: 1960 - 1984
 des
 Tidspunkt: 7, 13, 19 (NMT)

27470 TORP



Figur 1 Vindroser basert på vindstatistikk fra Torp, 1960-1984. Januar, februar, mars og desember

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet

- >20 m/s
- 15-20 m/s
- 10-15 m/s
- 5-10 m/s
- 0-5 m/s

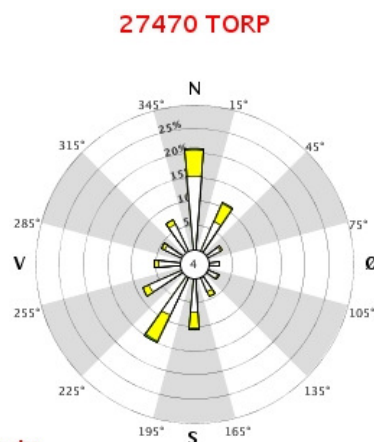
Stille (%)

4



År: 1960 - 1984

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des
Tidspunkt: 7, 13, 19 (NMT)



Figur 2 Vindroser basert på vindstatistikk fra Torp, 1960-1984. Hele året.

Dominerende vindretninger på Torp er vind fra nord og sørvest med henholdsvis drøyt 20 og 15 % av tiden over året. Figurene viser også at vindhastigheter mellom 0 og 5 m/s forekommer hyppigst, og at vindhastigheter over 10 m/s forekommer svært sjelden.

Videre ser vi at vind av sør/sørøstlig, østlig og øst/nordøstlig retning forekommer sjelden.

Vindforholdene ved den aktuelle lokalitet vil avvike noe fra forholdene ved Torp idet lokal topografi vil påvirke vindretningen. Ifølge DNMI er Torp en representativ stasjon for områdene rett innenfor Sandefjord og Tønsberg-området.

4 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).

Utslipp fra veitrafikk vil påvirke bakgrunnskonsentrasjonene av NO₂ i influensområdet. Basert på vurderinger av bakgrunnskonsentrasjoner i tilsvarende områder anslås bakgrunnskonsentrasjon konservativt til 35 µg NO₂/m³.

5 GRENSEVERDIER, NASJONALE MÅL OG ANBEFALTE LUFTKVALITETSKRITERIER

Myndighetene har angitt grenseverdier, mål og luftkvalitetskrITERIER for konsentrasjoner av bl.a. svevestøv, NO_x og SO₂, 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 luftkvalitetskrITERIER gitt av SFT 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 NO₂, svevestøv (PM₁₀) og SO₂.

Tabell 3 Grenseverdier og luftkvalitetskrITERIER for NO₂, svevestøv (PM₁₀) og SO₂

	Parameter	Enhet	Midlingstid		
			1 time	24 timer	1 år (6 mnd)
Forurensningsforskriften kapittel 7	NO ₂	µg/m ³	200 ^{1,2}		40 ²
	Svevestøv (PM ₁₀)	µg/m ³		50 ^{3,4}	40 ³
Tiltaksgrense (helse)	SO ₂	µg/m ³	350 ^{3,5}	125 ^{3,6}	
Nasjonale mål, byer	NO ₂	µg/m ³	150 ²		
	Svevestøv (PM ₁₀)	µg/m ³		50 ³	
	SO ₂	µg/m ³		90 ³	
Anbefalte luftkval.kriterier (SFT/Folkehelsa)	NO ₂	µg/m ³	100	75	50 (6 mnd)
	Svevestøv (PM ₁₀)	µg/m ³		35	Under revurdering
	SO ₂	µg/m ³	400 (15 min.)	90	40 (6 mnd.)

1 Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår

2 Innen år 2010

3 Innen år 2005

4 Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 35 ganger pr. år

5 Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 24 ganger pr. kalenderår

6 Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 3 ganger pr. kalenderår

Maksimal anbefalt tilleggslastning

SFT anbefaler at utslippet fra et anlegg ikke skal øke bakkekonsentrasjonen med mer enn 50 % av differansen mellom SFT's anbefalte luftkvalitetskrITERIER og bakgrunnskonsentrasjonen.

For dette anlegget er NO₂ den utslippsparameter som gir bakkekonsentrasjoner nærmest luftkvalitetskriteriet. Bakgrunnskonsentrasjonen er vurdert konservativt til 35 µg/m³.

Luftkvalitetskriteriet for NO₂ timemiddel er 100 µg/m³. Ved å benytte SFT's anbefaling for dette kriteriet får vi maksimal tilleggsbelastning på $(100-35) \times 0,5 = 33 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Det er verdt å nevne at SFT åpner for å fravike fra anbefalingen om at utslippet fra et nytt anlegg ikke skal øke bakkekonsentrasjonen med mer enn 50 % av differansen mellom anbefalte luftkvalitetskriterier og bakgrunnskonsentrasjonen. Dette er for eksempel aktuelt i områder som allerede er belastet med luftforurensning.

5 SPREDNINGSBEREGNINGER

5.1 BEREGNINGSFORUTSETNINGER

Spredningsberegningene er utført ved hjelp av spredningsberegningsprogrammet "Breeze ISC" som bygger på modeller utarbeidet av Environmental Protection Agency (EPA) i USA.

Beregningene er utført for ulike stabilitetsklasser og vindhastigheter og med ulike skorsteinshøyder. Det er benyttet "flagpole receptor" for å finne høyde for maksimalkonsentrasjon i røykfanen.

I beregningene har vi tatt hensyn til terrengstigningen samt boligblokkene på åsen vest for anlegget.

NO_x-utslippet gir det største forurensningsbidraget i forhold til luftkvalitetskriteriene. I beregningene er det lagt til grunn at all NO_x i utslippet foreligger som NO₂, noe som medfører et overestimat for NO₂ i nærområdene. Under 10 % av NO_x-utslippet vil foreligge som NO, men NO vil kunne oksideres i luft til NO₂ med ozon (O₃).

5.2 BEREGNEDDE MAKSIMALE TIMEMIDDELKONSENTRASJONER AV NO₂

Beregninger vha. ISC-modellen er utført for ulike stabilitetsklasser og for vindhastigheter som gir høyeste bakkekonsentrasjonsbidrag.

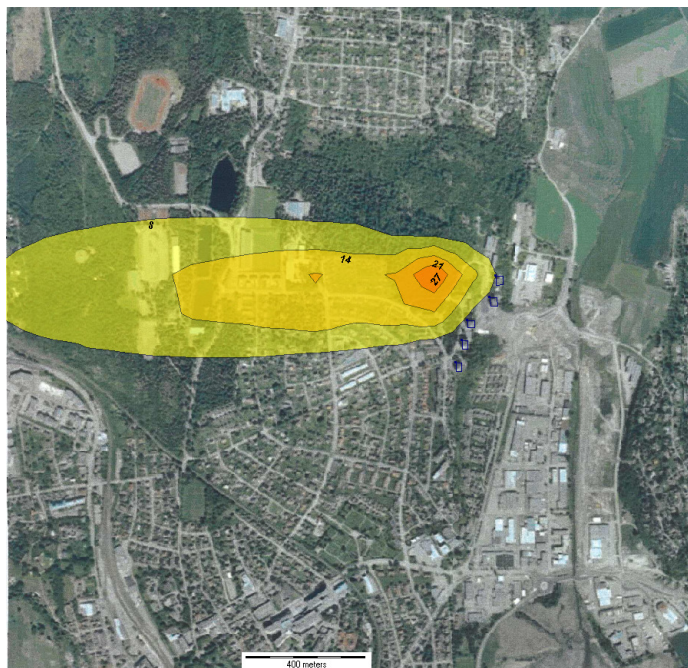
Tabell 4 viser beregnede maksimale bakkekonsentrasjonsbidrag (timemiddel) av NO₂ for skorsteinshøyde 45 meter for bio-, gass- og oljekjeler.

Tabell 4 Beregnede maksimale bakkekonsentrasjonsbidrag (timemiddel) av NO₂

Stabilitet	Vind m/s	Maksimal bakkekons., timemiddel
		µg/m ³ NO ₂ Skorsteinshøyde 45 meter
Ustabil	1	20
	2	27 (7) ¹
Nøytral	4	10
	8	7
Lett stabil	1	9
	2	6

¹ Maksimal NO₂-konsentrasjon beregnet vha. "flagpole receptor" på østlig fasade på nærmeste boligblokk vest for anlegget

Figur 3 nedenfor viser maksimalt bakkekonsentrasjonsbidrag av NO₂ (µg/m³, timemiddel) for vindretning, vindhastighet og stabilitetsforhold som gir høyeste bakkekonsentrasjonsbidrag.



Skorsteinshøyde 45 meter

Figur 3 Maksimalt bakkekonsentrasjonsbidrag av NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, timemiddel). Ustabil atmosfære, 2 m/s

Vi ser av tabell 4 og figur 3 at skorsteinshøyde på 45 meter for biokjeler og gass- og oljekjeler ga maksimalt timemidlet bakkekonsentrasjonsbidrag for NO_2 på $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved ugunstigste meteorologiske forhold. Det bemerkes at slike meteorologiske forhold vil opptre sjeldent. Videre tyder beregningene på at NO_2 -bidraget på østlige fasade på nærmeste boligblokk vest for anlegget vil være lavere enn beregnet maksimalt bakkekonsentrasjonsbidrag.

De beregnede maksimale bakkekonsentrasjonsbidragene er lavere enn de maksimale anbefalte tilleggsbelastningene, som er vurdert til $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Beregningene viser dermed at skorsteinshøyde på 45 meter gir tilstrekkelig fortykning av NO_x -utslippet, selv ved ugunstige meteorologiske forhold.

Det er også utført beregninger med skorsteinshøyder på 40 meter. Disse beregningene ga maksimalt bakkekonsentrasjonsbidrag på $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 40 meter høy skorstein er dermed også tilstrekkelig, men gir ingen margin til kriteriet.

Spredningsberegningene er konservative, noe som fremgår av følgende:

- Det er lagt til grunn at all NO_x i utslippet foreligger som NO_2 . Dette medfører et overestimat for NO_2 i nærområdene.
- De meteorologiske forhold som gir maksimale bakkekonsentrasjoner vil opptre sjeldent
- Utslippsmengdene som er benyttet i beregningene er maksimale kortvarige utslipp

5.3 ÅRSMIDDELKONSENTRASJONER

Årsmiddelverdiene for området omkring anlegget vil være vesentlig lavere enn den beregnede maksimale timemiddelverdien på grunn av lavere utslipp og variasjoner i vindretning, vindstyrke og stabilitet over tid. Tidligere gjennomførte beregninger i forbindelse med andre prosjekter har gitt maksimale årsmiddelverdier på 1-10 % av maksimalt timemiddel.

REFERANSER

Forurensningsforskriften <http://www.lovdata.no/for/sf/md/xd-20040601-0931.html#map018>

Samferdselsdepartementet (1998): Nye nasjonale resultatmål for luftkvalitet. St prp nr 1 (1998-99).

SFT (1998): Veiledning til forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy, SFT-veiledning 98:03, Statens forurensingstilsyn 1998.