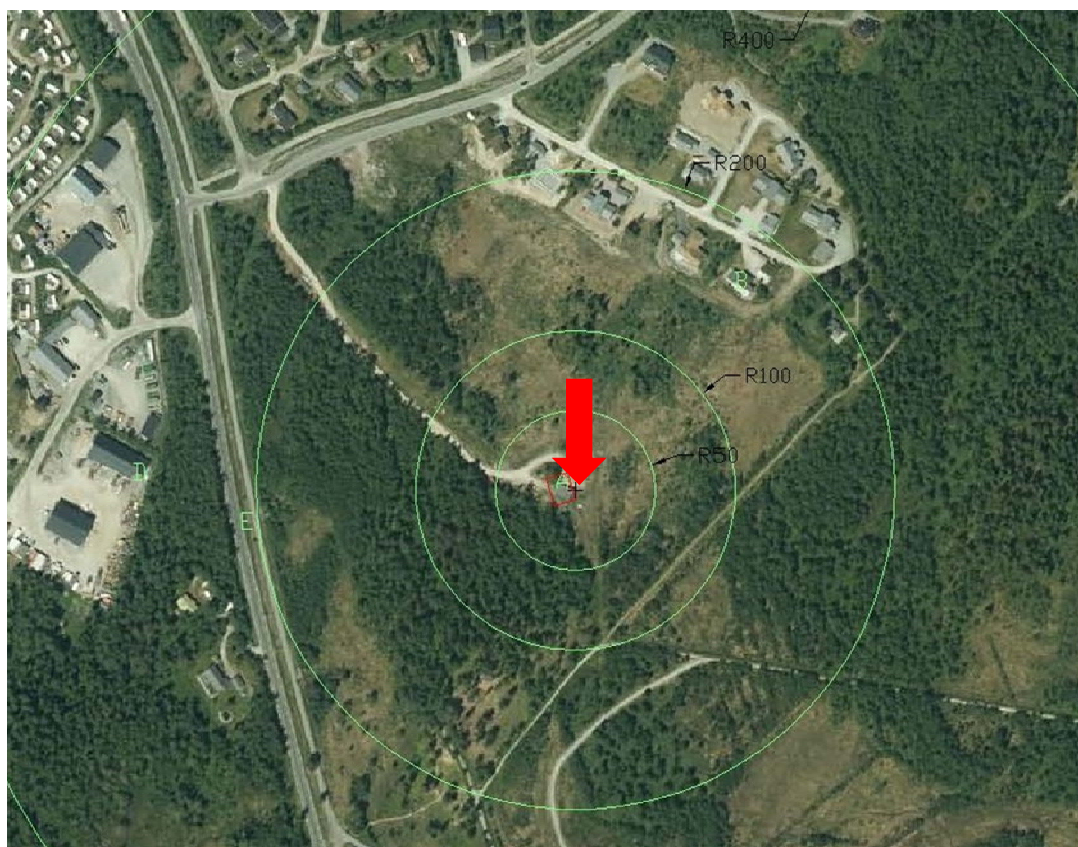


Spredningsberegning fra biobrenselfyrt varmesentral, lokalisert på Beitostølen, Øystre Slidre kommune



*Planlagt installasjon i varmesentral er
biobrenselkjelkjeler på 700 (eksisterende) og 1600 kW (ny installasjon)
og en biooljefyrt/oljefyrt kjel på 2000 kW (ny installasjon).*

Ny felles skorstein er beregnet til 13 meter.

Dato: 01-07-2019, versjon: 0

1. OPPSUMMERING

Bioen as har på oppdrag av Stølsie Biovarme AS utført vurdering av nødvendig skorsteinshøyde og spredningsberegning fra en ny biobrenselfyrt varmesentral plassert syd på Beitostølen, cirka 400 meter nord for Beitostølen Helseportsenter.

Beregningene er utført for maksimal produksjon av varme fra fast biobrensel på 700+1600 kW. Samlet effektbehov til kundene er vurdert til 2300 kW når varmesystemet er ferdig utbygget.

Ved beregning av skorsteinshøyde er det tatt hensyn til inntilliggende bygg og terrengets beskaffenhet i nærområdet. Beregningene er utført for maksimal produksjon av varme fra biobrensel på 2300 kW og der bioolje/olje kjelen er en «reserve kjel».

På grunnlag av vurdert skorsteinshøyde er det utført spredningsberegning basert på en Gaussisk konsentrasjonsfordeling (normalfordeling) ved maksimal effekt. Beregningen av maksimal bakkekonsentrasjon er utført for ulike stabilitetsforhold (stabil, nøytral og ustabil) og basert på modeller for tettsted med ru overflate.

Resultatet av beregningene viser at en skorsteinshøyde på 13 meter er tilstrekkelig under de antatte forholdene og regnet fra kote +835 moh.

Den planlagte nye varmesentralen vil ikke merkbart påvirke luftkvaliteten i området.

INNHALDSFORTEGNELSE

	<u>Side</u>
1. OPPSUMMERING	2
2. FORUTSETNINGER FOR BEREGNINGENE	3
2.1 Meteorologisk data	3
2.2 Biobrenselbehov	4
2.3 Forbrenningsenheter	5
2.4 Topografi og lokale forhold	6
3. SPREDNINGSBEREGNING	7
3.1 Skorsteinshøyde	7
3.2 Spredningsberegning	9
4. MAKSIMAL TIMEMIDDELKONSENTRASJON PÅ BAKKENIVÅ	11
5. REFERANSER	13

2. FORUTSETNINGER FOR BEREGNINGENE

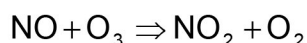
Grunnlaget for krav til minimum skorsteinshøyde er at de maksimale time midlete bakkekonsentrasjonen inkludert bakgrunns konsentrasjonene av forurensende komponent skal være lavere enn de anbefalte luftkvalitetskriterier gitt av Miljødirektoratet, EU etc.

Tabell 1 Grenseverdier for luftkvalitet

Grenseverdier og målsetningsverdier for luftkvalitet er gitt i forurensningsforskriften kap 7. Grenseverdiene for SO₂, NO₂ og svevestøv (PM₁₀ og PM_{2.5}) i uteluft som vist i tabellen under.

Grenseverdier luftkvalitet: Forurensningsforskriften kapittel 7.			
Komponent	Midlingstid	Grenseverdi	Antall tillatte overskridelser av grenseverdien
Svoveldioksid			
1. Timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 time	350 µg/m ³	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 24 ganger pr. kalenderår
2. Døgn grenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 døgn (fast)	125 µg/m ³	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 3 ganger pr. kalenderår
3. Grenseverdi for beskyttelse av økosystemet	Kalenderår og i vinterperioden ²	20 µg/m ³	
Nitrogendioksid og nitrogenoksider			
1. Timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 time	200 µg/m ³ NO ₂	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår
2. Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	40 µg/m ³ NO ₂	
3. Grenseverdi for beskyttelse av vegetasjonen	Kalenderår	30 µg/m ³ NO _x	
Svevestøv PM₁₀			
1. Døgn grenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 døgn (fast)	50 µg/m ³	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår
2. Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	25 µg/m ³	
Svevestøv PM_{2,5}			
Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	15 µg/m ³	

I forurensningsforskriftens § 27-5 finnes det en 50%-regel basert på forskriftets grenseverdi: ”Utslippshøyden skal beregnes slik at bidraget fra forbrenningsanlegget/fyringsenheten normalt ikke overskrider 50 % av differansen mellom bakgrunns verdiene og maksimalt tillatte grenser for luftkvalitet, jf. forurensningsforskriftens kapittel 7.” Dette stiller krav til en fortykning av utslippene og utslippets konsentrasjon. Det kan skje med en høyere skorstein som medfører at fortykningen skjer i økende grad før utslippet når bakken eller lavere utslipp. NO_x er oppgitt som NO₂, men der man kan forvente at 90-95% av utslippet vil være NO. Under påvirkning av bakkenær ozon (O₃) vil det deretter skje en gradvis omdanning av NO til NO₂ gjennom følgende kjemiske reaksjon:



Det er tatt hensyn til hvilken andel av NO_x-utslipp som reelt foreligger som NO₂. Man regner med at det foreligger en lavere andel NO₂ under vinterhalvåret i forhold til sommerhalvåret, ettersom konsentrasjonen av bakkenær ozon er betydelig lavere om vinteren. Dette resulterer i en lavere konvertering av NO til NO₂ om vinteren.

2.1 Meteorologisk data

Meteorologisk data er viktig som grunnlag for beregningene.

U (ustabile atmosfæriske forhold) er lav vind og oppvarming som fører til god vertikal spredning. Disse forholdene forekommer oftest under sommeren ved klarvær med sterk solinnstråling. Utslipp i bakkenivå vil fortynnes raskt. Det kan forekomme høye konsentrasjoner nær utslippet, på grunn av kortvarige røyknedslag.

N (nøytrale atmosfæriske forhold) forekommer ved sterk vind og/eller ingen varmeutveksling ved bakken hvilket fører til vanlige spredningsforhold. Disse forholdene forekommer ved høye til moderate vindstyrker og oftest ved overskyet vær. Forholdene fører til god horisontal og vertikal fortynning av utslippet.

LS og S (stabile atmosfæriske forhold) svak til moderat vind med svak-sterk avkjøling av luften ved bakken fører til dårligere spredningsforhold enn vanlig i atmosfæren. Disse forholdene er typiske for stille klare netter og vintersituasjoner med avkjøling ved bakken og det nederste luftlageret. Dette medfører dårlig spredning av utslippet både horisontalt og vertikalt og gir liten fortynning av utslipp på bakkenivå. For skorsteinsutslipp vil en liten vertikal spredning fører til at utslippet først når ned til bakken langt fra utslippet.

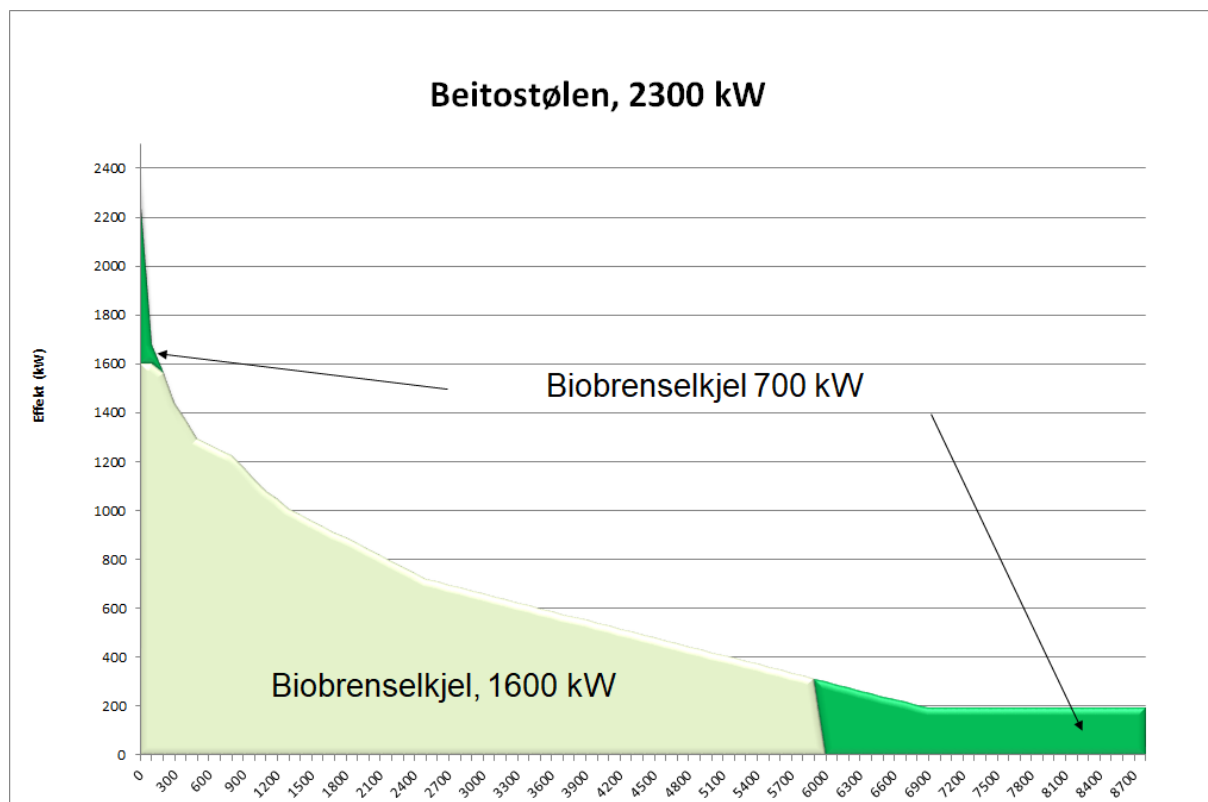
Spredningsberegningene er utført for samtlige stabilitetsklassene ustabilt, nøytralt og stabilt i terreng med ru overflate (dvs tett bebyggelse).

2.2 Biobrenselbehov

Biobrenselenhetene er konstruert for ren fast biobrensel i form av flis, bark, kapp, sagflis og returflis med en fukttinnhold på 40-50%. Når biokjelene produserer 2300 kW er brenselsbehovet cirka 900 kg/time eller 85 m³/døgn, ved en brenselsfukt på 40%.

Det maksimale varmeeffektbehovet hos kundene i et fremtida utbygget fjernvarmesystem er på totalt 2300 kW. Dette kan dekkes i sin helhet av biobrenselkjelene.

Spredningsberegningene er utført ved maksimalt effektbehov hos kundene (2300 kW) som er planlagt dekket med 700+1600 kW biobrensel. Hvis det aktuelt å bruke bioolje/oljekjelen så har denne lavere utslipp av både støv, CO og NO_x sammenlignet med fast biobrensel og medfører dermed lavere bakkekonsentrasjoner av stoffene.



Figur 1, Varaktighetsdiagram for Stølsie Biovarme på Beitostølen

2.3 Forbrenningsenheter

Røykgassene fra biobrenselenhetene renses for støv i multisykloner. For den større kjelen (1600kW) som brenner returflis skjer i tillegg rensing av støv i et filter. Dette før røykgassene går ut i felles skorsteinen med hvert sitt røykrør.

Tabell 2 Utslipp fra røykgassene fra biobrensel og lettolje

	Utslipp –biokjel-1	Utslipp - biokjel-2	Utslipp bioolje/olje
Effekt	700 kW	1600 kW	1600 kW
Oksygen innhold (tørr gass)	6,0 %	6,0 %	3,0 %
NO _x	300 mg/Nm ³	300 mg/Nm ³	400 mg/Nm ³
CO	200 mg/Nm ³	200 mg/Nm ³	80 mg/Nm ³
Støv	225 mg/Nm ³	15 mg/Nm ³	20 mg/Nm ³
Røykgasstemperatur	160 °C	160 °C	160 °C

Det er antatt at biokjel-1 (700 kW) installeres med multisyklon for rensing av støv som medfører et maksimalt støvutslipp på 225 mg/Nm³. For biokjel-2 (1600 kW) antas at det i tillegg til multisyklon også installeres filter som reduserer støv utslippet til under 15 mg/Nm³.

For å kunne beregne spredningsforholdene for utslipp til luft, er det nødvendig å beregne røykgasmengder og utslippsmengder. Basert på oppgitte data legges følgende inndata som underlag for de videre beregningene.

Beitostølen Varmesentral					
Beskrivelse - Forventede utslipp	Biokjel 700 kW	Biokjel 1600 kW	Oljekjel 1600 kW	Sum Gj.snitt	
Status	Eksisterende enhet	Ny enhet	Ny enhet		
Indre diameter røykløp	200	300	240		mm
Brensel	Skogsflis	Skogsflis/Returflis	Olje		
Fuktighet brensel	40 %	40 %	-	-	% av vekt
Energiinnhold brensel	2,9	2,9	12,3	-	kWh/kg
Effekt kjeler	700	1 600	1 600	3 900	kW
Virkningsgrad kjeler (100% last)	87,6 %	88,1 %	91,8 %	-	
O ₂ ved maks. røykgassmengde (tør røykgass)	6,0 %	6,0 %	3,0 %	-	
Røykgasstemperatur ved 100% last	160	160	160	160	°C
Røykgassmengde 100% last, tørr gass	1 081	2 455	1 723	5 260	Nm ³ /h
Røykgassmengde 100% last, fuktig gass	1 363	3 096	1 979	6 438	Nm ³ /h
Virkelig røykgassmengde 100% last ur skorstein	2 162	4 909	3 138	10 209	m ³ /h
Utslippshastighet 100% last	19,1	19,3	19,3	19,0	m/s
Brenselmengde ved 100% last	275	624	142	1 041	kg/h
Røykgass volum spesifikk	0,47	0,47	0,32	-	Nm ³ /MJ _{br}
NO _x i røykgass, 100% last	300	300	400		mg/Nm ³
NO _x i røykgass (regnet som mg/kWh)	405,8	921,2	395,3		mg/kWh
Utslipp NO _x , som NO ₂ , 100% last	0,32	0,74	0,69	1,8	kg/h
CO i røykgass, 100% last	200	200	80		mg/Nm ³
CO i røykgass regnet som mg/kWh	270,5	614,1	79,1		mg/kWh
Utslipp CO, 100% last	0,22	0,49	0,14	0,8	kg/h
Støv i røykgass, 100% last	225	15	20		mg/Nm ³
Støv i røykgassen regnet som mg/kWh	304,3	46,1	19,8		mg/kWh
Utslipp av støv, 100% last	0,24	0,04	0,03	0,3	kg/h

Tabell 3 Teknisk og miljødata for Beitostølen varmesentral

2.4 Topografi og lokale forhold

Varmesentralen er planlagt der eksisterende varmesentral er plassert nesten 400 meter nord for Beitostølen Helseportsenter og 200 meter øst for Bygdinvegen. Takhøyden på varmesentralen er ca 6 m. Avstanden til nærmeste enebolig som er plassert ved Fivilvegen er cirka 165 m.

Området er flatt og der høyden øker mot nord. Med denne bakgrunn og aktuelle vinder vil en forutsetning om ru overflate gi brukbare estimer for bakkekonsentrasjonsbidrag av forurensninger som slipper ut til luft fra forbrenningsenhetene.

Tabell 4 Kotehøyder og byggehøyder i nærheten (se vedlegg B)

Bygg	Sted på kart	Kote høyde (m)	Bygn.høyde (m)	Horisontal avstand (m)
Skorstein	-	+835	-	-
Varmesentral	A	+835	ca 6 m	1 m
Enebolig, Fivilvegen	B	+845	ca 6 m	ca 165 m
B. Helseportsenter	C	+825	ca 10 m	ca 390m
Miljøstasjon	D	+830	ca 8 m	ca 260 m
Bygdinvegen	E	+830	ca 0 m	ca 200 m

2.5 Støy

Støy fra skorstein, vifter, pumper og motorer ligger innenfor akseptable normer i forhold til nærliggende boligbebyggelse, herunder nevnes spesielt «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging», T-1442. I forbindelse med prosjekteringen vil det bli utført tiltak slik at kravene i T-1442 overholdes døgnet rundt.. Ulemper for de berørte naboene under anleggsfasen skal ikke overskride fast satte normer.

Anbefalte støygrenser

Anbefalte støygrenser ved etablering av industri/næringsvirksomhet og oppføring av bygg til støyfølsom bruk er gitt i tabellen nedenfor.

Tabell 22: Anbefalte støygrenser ved etablering av ny støyende virksomhet og bygging av boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager.

Støykilde	Støynivå på uteoppholdsareal og utenfor rom med støyfølsom bruksformål	Støynivå utenfor soverom, natt kl. 23 – 07	Støynivå på ute-plass og utenfor rom med støyfølsom bruk, lørdager	Støynivå på uteoppholdsareal og utenfor rom med støyfølsom bruk, søn-/helligdag
Industri med helkontinuerlig drift	Uten impulslyd: L_{den} 55 dB Med impulslyd: L_{den} 50 dB	L_{night} 45 dB L_{AFmax} 60 dB		
Øvrig industri,	Uten impulslyd: L_{den} 55 dB og $L_{evening}$ 50 dB Med impulslyd: L_{den} 50 dB og $L_{evening}$ 45 dB	L_{night} 45 dB L_{AFmax} 60 dB	Uten impulslyd: L_{den} 50 dB Med impulslyd: L_{den} 45 dB	Uten impulslyd: L_{den} 45 dB Med impulslyd: L_{den} 40 dB

Figur 2, Fra Veileder M-12, Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T1442/2016).

3. SPREDNINGSBEREGNING

Det maksimale effektbehovet som er aktuelt å levere fra varmesentralen er 2300 kW. Total installert effekt er høyere, men der bioolje/oljekjelen er en reservekjel og der det maksimale effektuttaket hos kundene er maksimalt 2300 kW.

Maksimalt utslippet til luft blir følgende:

- NO_x: ca. 1,1 kg/h (regnet som NO₂ uten korreksjon)
- CO: ca. 0,7 kg/h
- Støv: ca. 0,3 kg/h

Beregningen av bakkekonsentrasjon av NO_x er utført ved utslipp på 1,1 kg/h. Maksimalt utslipp oppkommer når det er dimensjonerende utetemperatur og maksimaldrift på biokjelene (2300 kW). Større delen av året er effektbehovet lavere og derved er også utslippet lavere.

3.1 Skorsteinshøyde

Modellen for beregninger av skorsteinshøyde tar hensyn til inntilliggende bygg og variasjoner i terrenget og gir en analyse av nødvendig skorsteinshøyde. Metoden er utviklet av "Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut" for å faststille skorsteinshøyde fra mindre forbrenningsentraler, referanse 3.

Den effektive skorsteinshøyden er summen av fysisk skorsteinshøyde og røykløft/oppdrift på grunn av temperatur og impuls, nedtrekk på baksiden av skorstein samt variasjoner i høyde. Røykløftet/oppdriften er avhengig av differansen mellom temperatur i røykgassene og uteluften.

Det er utført beregninger for skorsteinshøyde i forhold til NO_x og støv. Dette er vist i de følgende figurene.

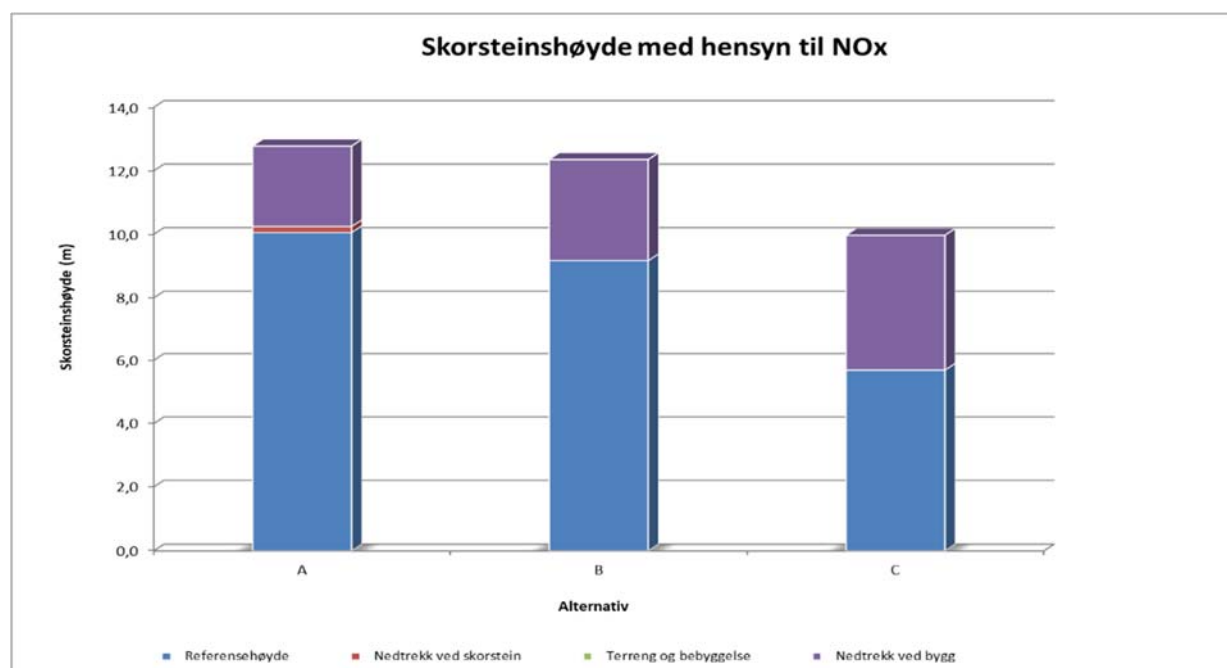
Modellen beregner skorsteinshøyden fra emisjoner ved tre driftsituasjoner med ulike driftsforhold. Under sommeren er utslippskonsentrasjonen lavest, men samtidig gjelder en høyere konsentrasjon av ufordelaktige klimatiske forhold. De driftsforhold som er brukt er følgende:

A: Minlast med ca 40% av maksimalproduksjon (ca 0,9 MW), og en utetemperatur på 0°C. Denne situasjonen gir en lavere konsentrasjon ut av skorstein, men på grunn av ”høyere” utetemperatur i forhold til røykgasstemperatur blir ”løftet” av røykgassene redusert og derved en høyere konsentrasjon på bakken. Typisk drift vår/høst.

B: Høylast med ca 70% av maksimalproduksjon (1,6 MW), og en utetemperatur på -7 °C. Dette tilsvarer drift under tidlig vår, eller mild vinter som i mars.

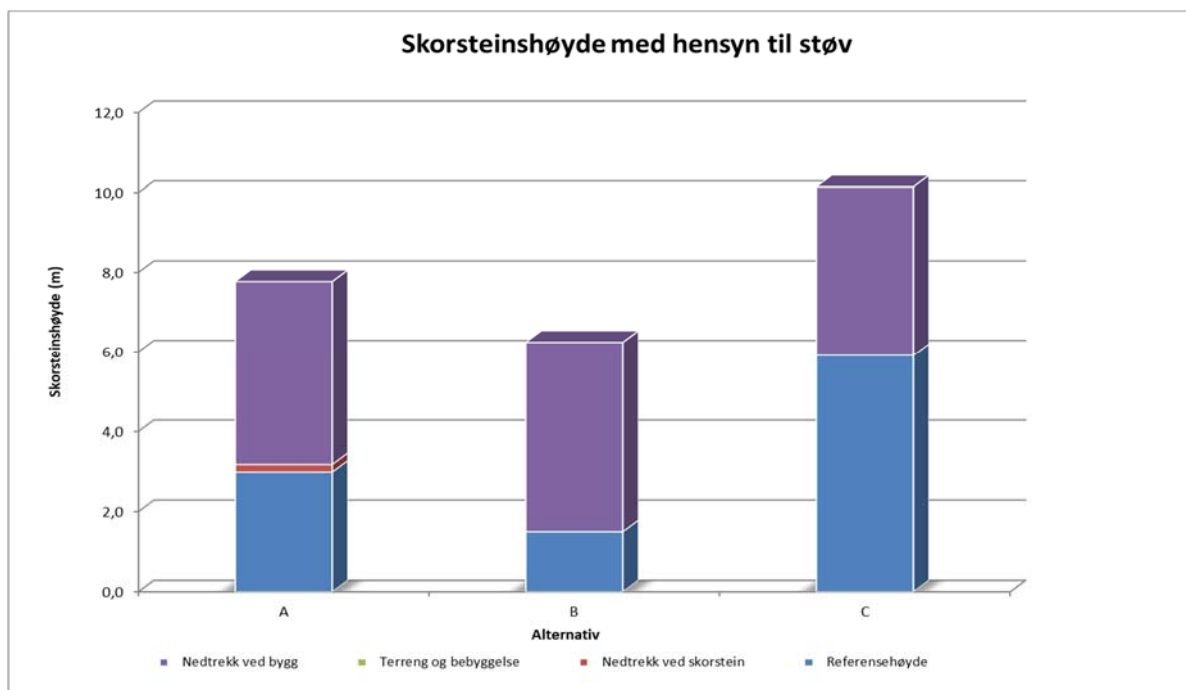
C: Maksimallast med 100% drift på kjelene (2,3 MW), samt en utetemperatur på -30 °C. Dette tilsvarer drift i vinterperioden ved dimensjonerende forhold.

Med kjennskap til utslippsmengden av forurensningen, løftet av røykgassene samt akseptabel bakkekonsentrasjon så er skorsteinens referanse høyde beregnet for NO₂ og støv.



Figur 3 Skorsteinshøyde i forhold til NO_x emisjon

Som de fremgår av figuren er det beregnet en skorsteinshøyde på noe under 13 meter.



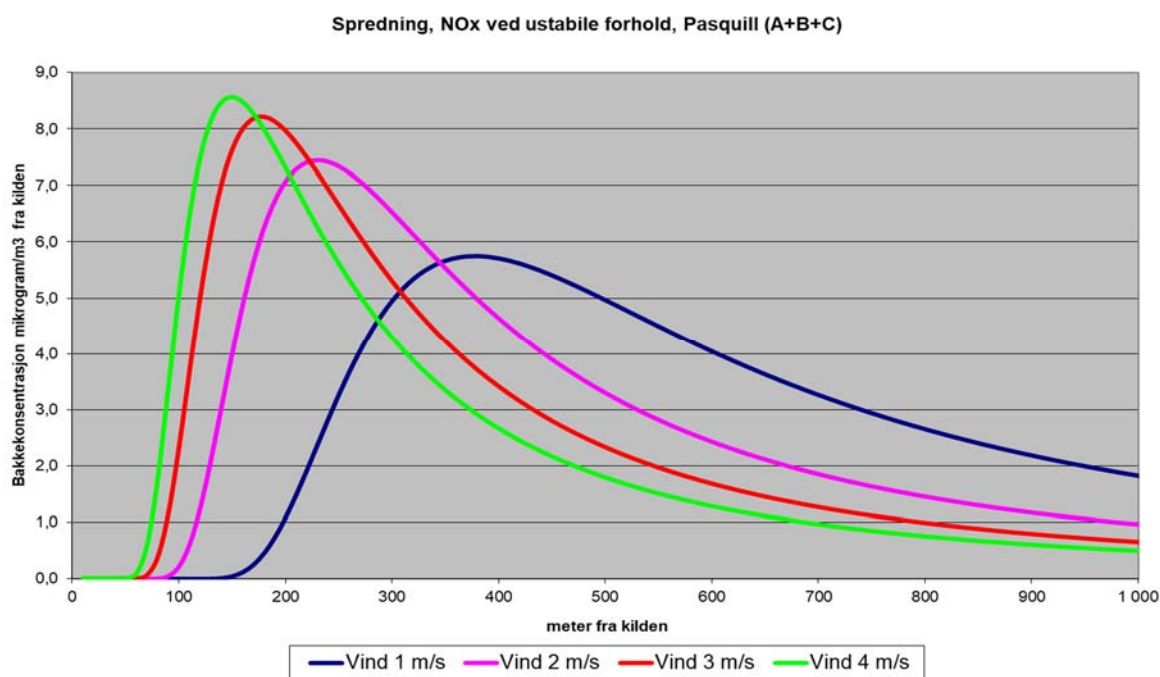
Figur 4 Skorsteinshøyde i forhold til støv emisjon.

Som de fremgår av figuren er det beregnet en skorsteinshøyde på cirka 10 meter for støv emisjon.

3.2 Spredningsberegning

Resultatene fra spredningsberegningene med datasimuleringer kan oppsummeres i følgende tabeller og diagram, basert på aktuelle formler og der det er forutsatt tett bebyggelse, dvs ru overflate (McElroy). Temperaturen på røkgassen er oppgitt til 160 °C.

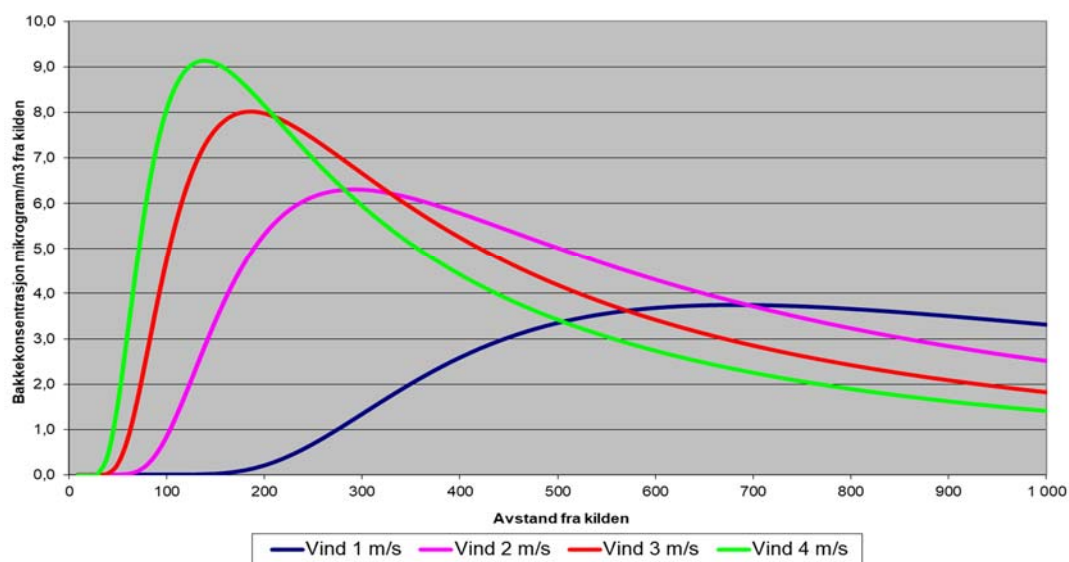
Røygkasshastigheten ut fra skorsteinen er antatt til 19 m/s som et gjennomsnitt. Skorsteinshøyden er antatt til 13 m og utslippet av NO_x på 1,1 kg/time.



Tabell 5 Ustabile forhold

Stabilitetsforhold	Vind	Effektiv høyde	Max. bakke kons.	Avstand til maks. kons.
Ustabil	1 m/s	126 m	5,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	380 m
Ustabil	2 m/s	69 m	7,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	230 m
Ustabil	3 m/s	50 m	8,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	180 m
Ustabil	4 m/s	41 m	8,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 m

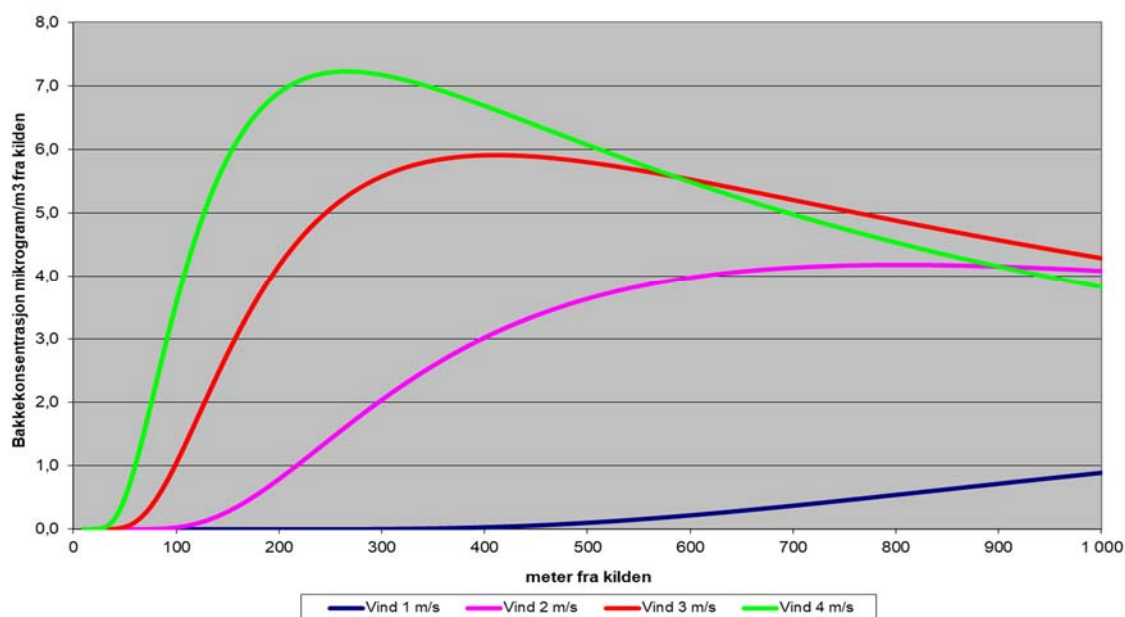
Spredning, NOx ved nøytrale forhold



Tabell 6 Nøytrale luftforhold

Stabilitetsforhold	Vind	Effektiv høyde	Max. bakke kons.	Avstand til maks. kons.
Nøytralt	1 m/s	126 m	3,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	680 m
Nøytralt	2 m/s	69 m	6,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	290 m
Nøytralt	3 m/s	50 m	8,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	190 m
Nøytralt	4 m/s	41 m	9,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	140 m

Spredning, NOx ved stabile forhold



Tabell 7 Lett stabilt eller stabile værforhold

Stabilitetsforhold	Vind	Effektiv høyde	Max. bakke kons.	Avstand til maks. kons.
Stabilt (E)	1 m/s	126 m	2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2850 m
Stabilt	2 m/s	69 m	4,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	800 m
Stabilt	3 m/s	50 m	5,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	410 m
Stabilt	4 m/s	41 m	7,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	270 m

Som fremgår av figurer og tabeller så er maksimal bakkekonsentrasjon fra varmesentralen 9,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

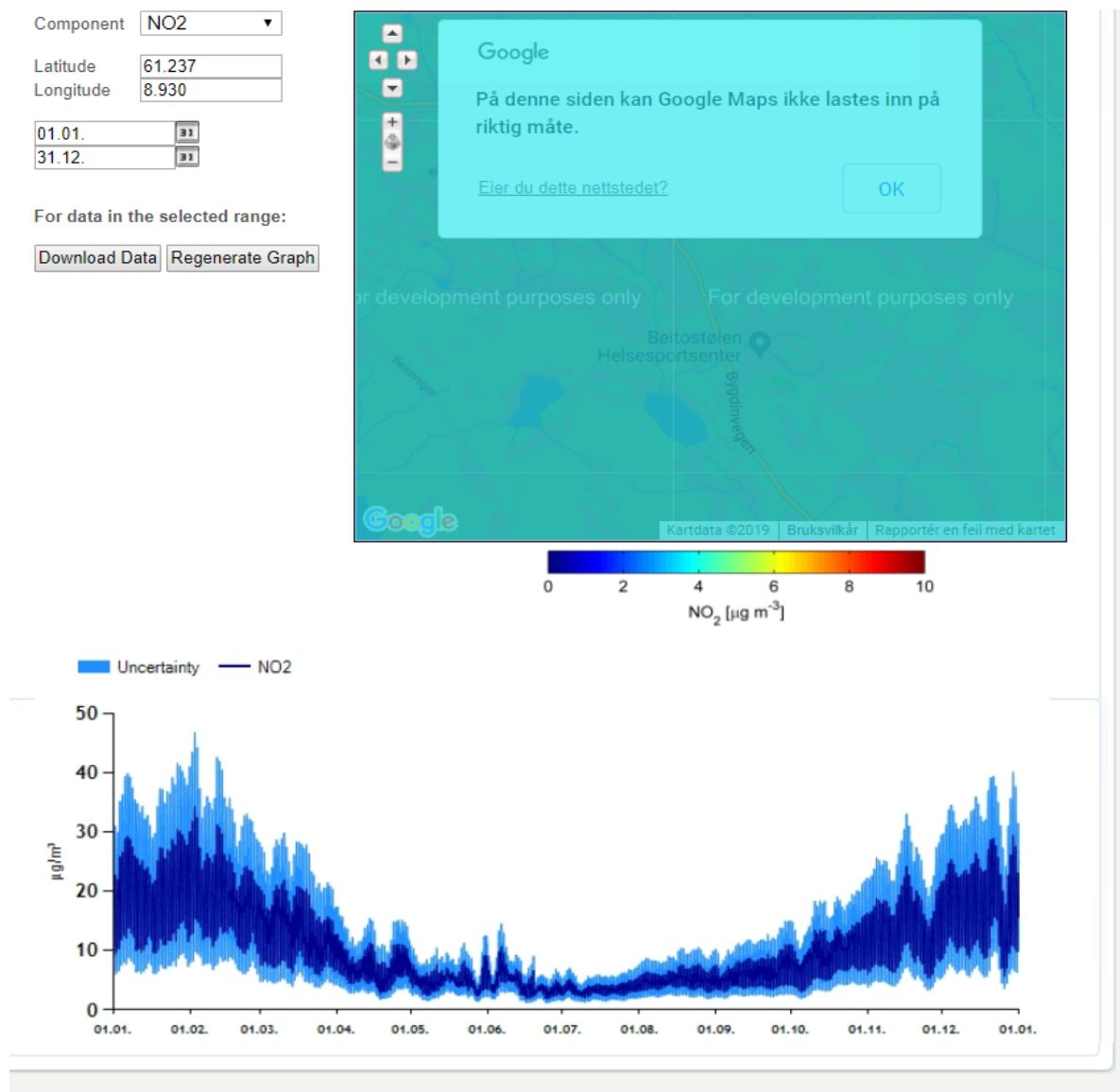
4. MAKSIMAL TIMEMIDDELKONSENTRASJON PÅ BAKKENIVÅ

Skorsteinshøyden skal beregnes slik at timemiddelbidraget normalt ikke overskrider ”50%-regelen” (Forurensningsforskriftens kapittel 27-5). Unormalt i denne sammenhengen kan være vesentlig forhøyde utslipp som følge av uvanlige driftsforhold. I flere tilfeller kan NO₂-kravene være vanskelige å følge opp når man vurderer skorsteinshøyden i henhold til luftkvalitetskriteriene, der maksimal timemiddelverdi for NO₂ er 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I forskrift vedr. luftkvalitet (Forurensningsforskriftens kapittel 7) tillates 18 timer med overskridelser av grenseverdien for NO₂ på 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nilu har gjennom BAKGRUNNsprosjektet utviklet en applikasjon som gir et anslag over gjennomsnittlig konsentrasjon.

<http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Inngangsdata/Bakgrunnskonsentrasjoner/BAKGRUNNproj.aspx>

- Latitude 61.237 N
- Longitude 8.930 Ø



Figur 5, Bakgrunns konsentrasjon av NO_x, årsmiddel ca 5-40 µg/m³

Maksimalkonsentrasjonene på bakkenivå blir høyest ved ustabile vintersituasjoner hvilket er minst vanlig. Den vanligste luftstabiliteten er nøytralt/stabilt. Bakkekonsentrasjonene er lave sammenlignet med Miljødirektoratets luftkvalitetskriterier og toleransemarginer.

Beregningsresultatene viser at utslippene fra varmesentralen tilfredsstiller Miljødirektoratets krav til forurensning. Vind og spredningsforhold varierer fra time til time og maksimale døgnkonsentrasjoner vil erfaringsmessig være mindre enn 50% av maksimale timemiddelkonsentrasjon.

Det er kravet om at bidraget til forurensning ikke skal være mer enn halvparten av forskjellen mellom luftkvalitetskriteriet (100 µg/m³) og "bakgrunnsbelastning" i området. Ved en bakgrunns konsentrasjon på 5-40 µg/m³ tilsvarer dette et maksimalt tillatt bidrag fra varmesentralen på ca 30 µg NO₂/m³.

Utslipptet fra anlegget er oppgitt som summen av alle nitrogenoksider (NO_x) til cirka 9 µg NO₂/m³. I beregningene er det regnet "konservativt" som om utslippet av NO_x består kun av nitrogendioksid (NO₂).

Tabell 8 Oppsummering av bakgrunns konsentrasjon

	NO ₂ (µg/m ³)
Områdes bakgrunn (antatt), antatt til maksimalt 40 µg/m ³	5-40
Toleransmargin maksimal	100
Maksimalt bidrag fra varmesentral ifølge forskrifter	30
Bidrag fra Beitostølen varmesentral	9

Ved beregning av nødvendig skorsteinshøyde er det benyttet 50%-regel basert på luftkvalitetskriteriet for NO₂ ((100-bakgrunnskonsentrasjon)/2). Dersom man benytter det høyeste anslaget for bakgrunnskonsentrasjon på 40 µg/m³ betyr dette at anlegget normalt ikke skal overskride (100-40)/2=30 µg/m³.

5. REFERANSER

- Referanse 1 Veileder, Beregning av skorsteinshøyde, TA3038-2013, Miljødirektoratet (tidl: Klima- og forurensningsdirektoratet)
- Referanse 2 NILU F32/93 Spredning av luftforurensning, "Meteorologi og modeller", oktober 1993
- Referanse 3 NILU 41/86 Meteorologi, spredning og skorsteinshøyde, Kurs for saksbehandlere i fylkenes miljøvern avdelinger. september 1986
- Referanse 4 Naturvårdsverket Allmänna Råd 90:3 Skorstenhöjd, ISBN 91-620-0041-1, 1990,
- Referanse 5 SFT, 95:13 "Forbrenningsanlegg, veileder for saksbehandlere", ISBN 82 7655-312-5, 1995

Vedlegg A



Vedlegg B

SNV AR 90:3					
ver 05.05.09					
		A	B	C	
Oppsummering av inndata		Lavlast	Høylast	Max.last	
	Relativ varmebehov:	40	70	100	%
	Varmeeffekt:	0,9	1,6	2,3	MW
	Utetemperatur:	0	-7	-30	°C
	Effekt i produksjonsanlegg:	0,9	1,6	2,3	MW varm
	Ekvivalent hastighet i røykrør:	11,02	19,29	19,08	m/s
	Røykgassmengde:	0,49	0,86	1,23	m ³ N/s
	Ukorrigert utslipp av NO _x :	0,12	0,21	0,30	g/s
	Ukorrigert utslipp av støv:	0,01	0,01	0,08	g/s
	Røykgassenes varmeeffekt:	0,10	0,19	0,30	MW
	Røkgassenes fiktive varmeeffekt:	0,12	0,25	0,45	MW
Med hensyn til NO_x:					
Referensehøyde	H _{ref}	10,1	9,2	5,7	m
<i>Skorsteinstillegg</i>					
Nedtrekk ved skorstein	ΔH _{sd}	0,2	0,0	0,0	m
Terreng og bebyggelse	ΔH _{tb}	0,0	0,0	0,0	m
Nedtrekk ved bygg	ΔH _{bd}	2,5	3,2	4,3	m
Sum skorsteinshøyde		12,8	12,4	10,0	m
Med hensyn til støv:					
Referensehøyde	H _{ref}	3,0	1,5	5,9	m
<i>Skorsteinstillegg</i>					
Nedtrekk ved skorstein	ΔH _{sd}	0,2	0,0	0,0	m
Terreng og bebyggelse	ΔH _{tb}	0,0	0,0	0,0	m
Nedtrekk ved bygg	ΔH _{bd}	4,6	4,7	4,2	m
Sum skorsteinshøyde		7,8	6,2	10,1	m