

NILU: OR 9/98

NILU : OR 9/98
REFERANSE : O-97138
DATO : FEBRUAR 1998
ISBN : 82-425-0953-0

Skorsteinshøyde for energianlegg, Borregaard

D. Tønnesen

Innhold

	Side
Sammendrag.....	2
1. Innledning.....	3
2. Utslippsberegninger	3
3. Luftkvalitetskriterier	4
4. Skorsteinshøyde.....	5
5. Middelbelastning rundt anlegget.....	7
6. Virkning av utslippsendringene.....	9
7. Referanser	9
Vedlegg A Frekvensfordeling av vind og stabilitet	10

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra Borregaard beregnet nødvendig skorsteinshøyde for nytt energianlegg ved bedriften. Det er også gjennomført en sammenligning av eksisterende og framtidige utslipp i forhold til hvilke effekter de har på omgivelsene. Beregningene viser:

NO₂ er den utslippskomponenten der bakkekonsentrasjonene vil bli høyest i forhold til luftkvalitetskriteriene.

Nødvendig skorsteinshøyde for anlegget er 40 m forutsatt at nærliggende bygninger ikke er over 16 m høye.

Maksimal timemidlet konsentrasjon i bakkenivå av NO₂ fra anlegget blir da 35 µg/m³, og maksimal årsmiddelkonsentrasjon blir 0.9 µg/m³.

Driftsomleggingen som innebærer nedleggelse av fyrhuset og svovelsyre-fabrikken, og igangsetting av nytt energianlegg medfører ca 10% reduksjon av NO₂-utslippet og 60% reduksjon av SO₂-utslippet i forhold til dagens utslippsnivå. Virkningen av NO₂ og SO₂ på natur og helse er forskjellig, men forholdstallene mellom tidligere og nytt utslippsnivå viser at miljøpåvirkning i omgivelsene vil reduseres etter omleggingen.

Skorsteinshøyde for energianlegg, Borregaard

1. Innledning

Norsk institutt for luftforskning har på oppdrag fra Borregaard beregnet nødvendig skorsteinshøyde for nytt energianlegg ved bedriften. Det er også gjennomført en sammenligning av eksisterende og framtidige utslipp for å vurdere hvilke effekter endring av utslipp kan ha på omgivelsene. Borregaard planlegger bygging av nytt anlegg for fyring med biogass og kondensat (fra f.eks. Nordsjøen), og nedlegging av eksisterende fyrhus og svovelsyrefabrikk.

Avgass fra det nye anlegget skal fordeles til skorstein og spraytørkeanlegg med henholdsvis 58% og 42% av totalt avgassvolum.

Beregning av konsentrasjoner i luft er utført på bakgrunn av utslippsforhold beskrevet av oppdragsgiver. Det er gjort beregninger av maksimale timemiddelkonsentrasjoner ved hjelp av NILUs spredningsmodell CONCX, og beregning av årsmiddelkonsentrasjoner og avsetning ved hjelp av NILUs spredningsmodell CONDEP (Bøhler, 1987). For beregning av årsmiddelkonsentrasjoner er det benyttet data for spredningsforhold samlet inn av NILU i 1981/1982 under "Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Sarpsborg og Fredrikstad 1981-1983" (Grønskei og Gram, 1984).

2. Utslippsberegninger

Utslipp via skorstein under ulike driftsformer er beregnet fra data gitt av Borregaard. Utslipp er beregnet for to ulike situasjoner. I normalsituasjonen går 58,1% av avgassen til skorsteinen og det resterende til spraytørkeanlegget. Av og til og i perioder på mer enn 1 time vil spraytørkeanleggene være ute av drift og utslippet av all avgassen vil foregå gjennom skorsteinen. I beregningene er det anvendt en skorsteinsdiameter på 2,4 m. Denne diameteren gir vertikalhastigheter som er store nok til å unngå nedtrekk av røyk på lesiden av skorsteinen ved normal avgassmengde og små nok til å unngå støyproblemer ved maksimal avgassmengde. Utslipp av NO_x er beregnet ut fra et forventet krav om maksimal konsentrasjon i avgassen på 270 µg/m³ (ved 3% O₂). Utslippstall og parametere for skorsteinen er vist i Tabell 1.

Analyse av utslippstall viser at det er nitrøse gasser som er det dimensjonerende utslippet, dvs. den komponent som først vil overskride luftkvalitetskriteriene anbefalt av Statens forurensingstilsyn (SFT).

Tabell 1: Data for skorstein og utslippstall.

	Normalutslipp	Maksimalutslipp
Utslippstemperatur (°C)	130	130
Avgassmengde (Nm ³ /s)	64,2	110,5
Skorsteinsdiameter (m)	2,4	2,4
Vertikalhastighet (m/s)	20,9	36,0
Utslipp - NO ₂ (g/s)	12,4	21,4
- SO ₂ (g/s)	5,0	8,6
- Støv (g/s)	1,92	3,32
Tungmetaller - (g/s) sum kvikksølv arsen kadmium	0,002	0,003

3. Luftkvalitetskriterier

Statens forurensingstilsyn (SFT) har anbefalt luftkvalitetskriterier for de vanligste utslippskomponentene ved forbrenning (SFT, 1992). Luftkvalitetskriteriene er gjengitt i Tabell 2 nedenfor.

Tabell 2: Luftkvalitetskriterier.

Komponent	Måleenhet	Virknings- område	Midlingstid						
			15 min	1 t	8 t	24 t	30 d	6 mnd	1 år
NO ₂	µg/m ³	Helse Vegetasjon	500	100		75		50	30
Svevestøv, PM ₁₀ ¹⁾		Helse			70			40	
SO ₂	µg/m ³	Helse ²⁾ Helse ³⁾ Vegetasjon	400			90 50		40	20

1) Svevestøv med diameter (< 10 µm)

2) Hvor SO₂ er helt dominerende forurensning

3) I samspill med svevestøv og annen forurensning.

Et forkortet sammendrag fra SFTs rapport er gjengitt nedenfor:

“SFT har på grunnlag av litteraturstudier beskrevet sammenhengen mellom luftforurensninger og skadevirkninger på helse og vegetasjon (dose effektforhold) for stoffene nitrogendioksid (NO₂), nitrogenmonoksid (NO), ozon (O₃), svoveldioksid (SO₂), svevestøv, sure aerosoler, karbonmonoksid (CO), fluorider (F), bly (Pb) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Eventuelle effekter på materialer er også kort beskrevet.

For NO₂, ozon, SO₂, svevestøv, CO og fluorider har gruppen foreslått anbefalte luftkvalitetskriterier med hensyn til helseeffekter. For NO₂, ozon, SO₂ og fluorider har gruppen foreslått anbefalte luftkriterier med hensyn til effekter på vegetasjon, og for fluorider er det i tillegg foreslått et anbefalt luftkvalitetskriterium med hensyn til virkning på dyr.

Gruppen har foreslått anbefalte luftkvalitetskriterier for eksponeringsnivå som man ut fra nåværende viten antar befolkningen og miljøet kan utsettes for uten at alvorlige skadevirkninger oppstår. Det er forsøkt å ta hensyn til sårbare grupper i befolkningen/sårbare plantegrupper, og det er tatt hensyn til eventuelle samspill-effekter mellom den aktuelle komponenten og de andre omtalte forurensningskomponentene.

Ved fastsettelse av de helsebaserte luftkvalitetskriteriene er det benyttet usikkerhetsfaktorer på mellom 2 og 5. Dette betyr at eksponeringsnivåene må være 2-5 ganger høyere enn de angitte verdiene før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. De anbefalte kriteriene kan derfor ikke tolkes slik at nivåer over disse definitivt er helseskadelige, men det kan heller ikke utelukkes effekter hos spesielt sårbare individer selv ved nivåer under anbefalte luftkvalitetskriterier.

Det gjøres videre oppmerksom på at forurenset luft vanligvis også inneholder andre skadelige komponenter enn dem som her er omtalt. Overholdelsen av de anbefalte luftkvalitetskriteriene er derfor ingen garanti for at forurenset luft er uten skadevirkninger.”

Anbefalt luftkvalitetskriterium for NO₂ er 100 µg/m³ som timemiddelkonsentrasjon. I følge SFT, skal ett enkeltutslipp ikke bidra med mer enn 50% av luftkvalitetskriteriet. Maksimalt bidrag til timemiddelkonsentrasjon av NO₂ i bakkenivå for utslipp gjennom skorsteinen blir da 50 µg/m³.

4. Skorsteinshøyde

Spredningsberegninger er utført med NILUs beregningsmodell for korttidkonsentrasjoner (CONCX). I denne modellen er atmosfærens vertikale blandingsevne karakterisert ved stabilitetsklasser.

Ustabil atmosfærisk sjiktning forekommer om dagen og oftest om sommeren ved klart vær og svak til middels sterk vind. Den vertikale blandingsevnen er da god og fører til rask fortynning av utlippene. De høyeste konsentrasjonene nær en skorstein forekommer ved ustabil sjiktning.

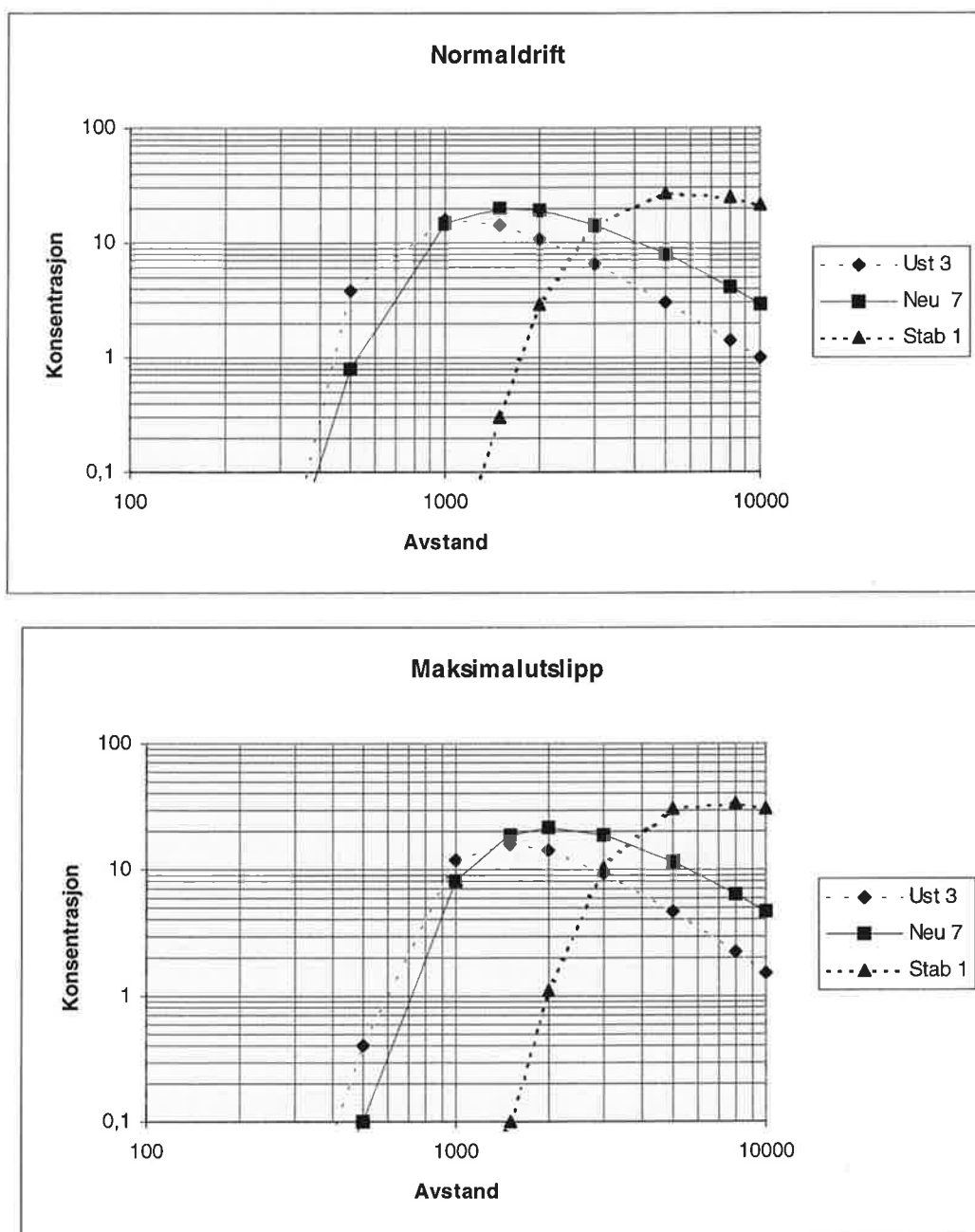
Nøytral atmosfærisk sjiktning er den vanligste tilstanden i atmosfæren og forekommer under skyet vær med svak og middels sterk vind, og under alle forhold med sterk vind. Den vertikale blandingsevnen er god (men ikke like god som under ustabile forhold).

Stabil atmosfærisk sjiktning forekommer om natten og oftest om vinteren ved klart vær og svak til middels sterk vind. Den vertikale blandingsevnen er liten, og skorsteinsutslipp fortynnes langsomt. De høyeste konsentrasjonene i bakkenivå inntreffer i noe avstand fra skorsteinen når røykskyen har tilstrekkelig vertikal utbredelse til å nå bakken.

Beregninger for de to utslippsituasjoner med forskjellige skorsteinshøyder viser at en skorsteinshøyde på 40 m er tilstrekkelig til at timemidlet bakkekonsentrasjon av NO₂ blir under 50 µg/m³ for alle kombinasjoner av spredningsklasser og

vindstyrker som forekommer med tilstrekkelig hyppighet til å danne en time-middelkonsentrasjon.

Dersom en skal sikre seg mot at røyken fra anlegget trekkes ned i le av bygningsstrukturer må skorsteinen dessuten være minst 2,5 ganger så høy som nærliggende bygninger. Maksimal bakkekonsentrasjon av NO_2 i bakkenivå fra en 40 m høy skorstein der nærliggende bygninger ikke er mer enn 16 m høye blir ca $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i avstand 8 km fra anlegget for maksimalutslippet og ca $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i avstand 5 km fra anlegget for normalutslippet. Konsentrasjon i bakkenivå som funksjon av avstand fra utslippet er vist i Figur 1.



Figur 1: Timemiddelkonsentrasjon av NO_2 i bakkenivå for en 40 m høy skorstein.

Maksimalbelastning for timemiddelkonsentrasjoner av de komponentene det er gitt utslippstall for er vist i Tabell 3.

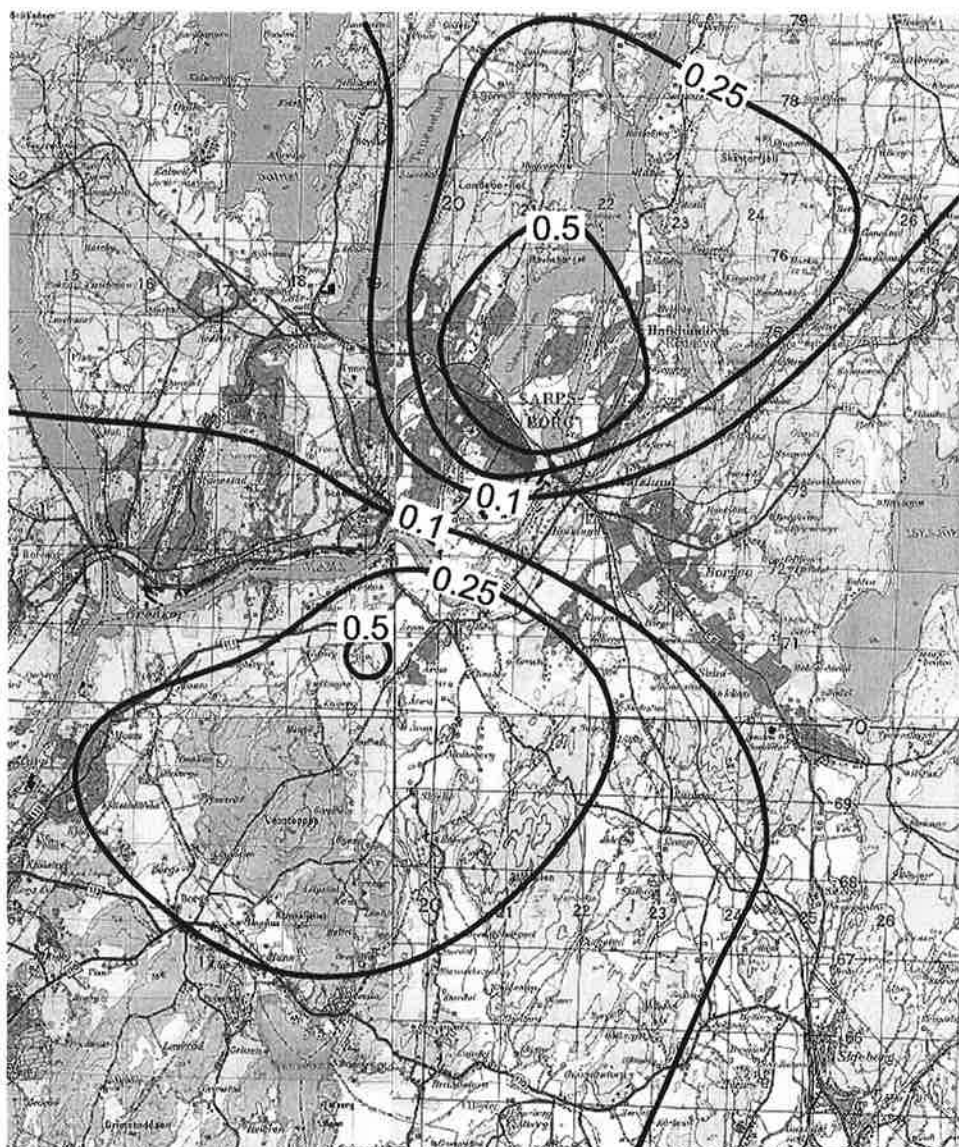
Tabell 3: *Maksimal timemiddelkonsentrasjon for utslipp fra anlegget for ulike komponenter og for to driftsituasjoner (enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$).*

Komponent	Konsentrasjon, normalutslipp	Konsentrasjon, maksimalutslipp
Nitrogendioksid (NO_2)	28	34,5
Svoveldioksyd (SO_2)	11,3	13,9
Svevestøv	4,3	5,4
Tungmetaller (kvikksølv, arsen, kadmium)	0,004	0,005

5. Middelbelastning rundt anlegget

Basert på data for spredningsforhold samlet inn av NILU i 1981/1982 under "Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Sarpsborg og Fredrikstad 1981-1983" (Grønseki og Gram, 1984) er det utarbeidet en frekvensmatrise for vindretning, vindstyrke og stabilitet (vedlegg A). Med utgangspunkt i denne frekvensmatrisen og normal utslippsrate er det beregnet årsmiddelkonsentrasjon og avsetning for NO_2 . I presentasjonen av beregningsresultatene er utslippet plassert midt på Borregaards område. Avvik i utslippsplasseringen vil medføre tilsvarende forskyvning av konsentrasjonsfeltene. Beregningsresultatene for konsentrasjon er vist på Figur 2. Formen på feltene for avsetning er, for den anvendte modellen, identisk med konsentrasjonsfeltets form, fordi modellen ikke behandler effekter som utvasking og kjemiske reaksjoner. Maksimale årsmiddelkonsentrasjoner og maksimal årlig avsetning for de ulike utslippskomponentene er vist i Tabell 4.

Årlig middelbelastning som skyldes utslipp fra anlegget er lav i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier og utgjør henholdsvis 3%, 1,5% og 0,3% avkriteriet for NO_2 , SO_2 og svevestøv. Den maksimale avsetningen, som dekker et lite areal nordøst for anlegget, er ca. halvparten av den avsetningen av nitrogenforbindelser som måles på lite forurensede steder på Østlandet, og som representerer langtransport luftforurensing.



Figur 2: Årsmiddelkonsentrasjon av NO_2 for utlipp gjennom 40 m skorstein.

Tabell 4: Maksimal årsmiddelkonsentrasjon og maksimal årlig avsetning for de ulike komponentene i utslippet.

Komponent	Konsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Avsetning (mg/m^2)
NO_2	0,9	277
SO_2	0,4	112
Støv	0,14	43
Tungmetaller	0,0001	0,04

6. Virkning av utslippsendringene

Driftsomleggingen som innebærer nedleggelse av fyrhuset og svovelsyre-fabrikken, og igangsetting av nytt energianlegg medfører ca 10% reduksjon av NO₂-utslippet og 60% reduksjon av SO₂-utslippet i forhold til dagens utslippsnivå.

Virkning av NO₂ og SO₂ på omgivelsene er forskjellige, både for menneskers helse og for plante og dyreliv. En viktig effekt av SO₂-utslipp er at det bidrar til forurensning av vann og jordsmonn. I forhold til de aktuelle konsentrasjonsnivåene for det eksisterende utslippet er dette sannsynligvis den viktigste effekten.

Virkning av NO₂-utslipp er mer kompleks enn SO₂ fordi NO₂ kan reagere med andre gasser i lufta på flere måter enn SO₂, og dessuten vaskes langsommere ut ved nedbør. Store utslipp av NO₂ kan føre til lokal dannelse av bakkenært ozon. Den direkte forurensende effekten av nitrogenforbindelser er liten, og mye mindre enn effekten av tilsvarende mengder av SO₂. Nitrogenutslipp kan imidlertid føre til overgjødning, og også omdannelse av artsammensetning for lav, moser, lyng etc., og dermed bidra til endrede vilkår for faunaen. NO₂ kan også være en av årsakene til skogdød.

En direkte sammenligning av "miljøeffekten" ved utslipp av SO₂ og NO₂ er derfor vanskelig, men en kvantitativ betraktning av endringen viser at miljøpåvirkning i omgivelsene vil reduseres etter omleggingen.

7. Referanser

Bøhler, T. (1987) Users guide for the gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87).

Grønskei, K.E. og Gram, F.(1984) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Sarpsborg og Fredrikstad 1981-1983. Delrapport D: Spredningsberegninger. Lillestrøm (NILU OR 41/84).

Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensninger på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport nr. 92:16).

Vedlegg A

Frekvensfordeling av vind og stabilitet

Tabell a1: Frekvensfordeling av vindretning, vindstyrke og stabilitet fra målinger på Nordre Moum 1981-82. Årsmiddelfordeling.
u: ustabilt, n: nøytralt, ls: lett stabilt, s: stabilt

	0-2 m/s				2-4 m/s				4-6 m/s				over 6 m/s			
Retning	u	n	ls	s	u	n	ls	s	u	n	ls	s	u	n	ls	s
30	0,1	1,4	0,95	0,35	0,4	4,45	0,35	0,05	0,45	3,05	0	0	0	0,75	0	0
60	0,1	1,75	0,9	1,4	0,1	2,9	0,5	0,3	0	1,1	0	0	0	0,45	0	0
90	0,05	1,95	1,55	5,25	0	1,7	0,15	0,35	0,05	0,4	0	0	0	0,35	0	0
120	0,05	0,5	0,2	0,85	0	0,45	0,15	0	0	0,5	0	0	0	0,15	0	0
150	0,1	0,35	0,15	0,2	0,05	1	0,1	0	0	0,6	0	0	0	0,15	0	0
180	0,65	2,3	1,05	0,55	1,45	4,9	0,55	0,25	0,55	1,7	0,05	0	0,2	1,55	0	0
210	0,3	1,65	0,65	0,5	3,55	4,7	0,5	0,15	1,85	1,9	0,05	0	0,25	0,35	0	0
240	0,15	0,45	0,1	0,2	0,8	0,6	0,15	0,05	0,6	0,4	0	0,05	0,05	0	0	0
270	0,05	0,55	0,1	0,15	0,05	0,1	0,2	0,1	0,05	0,1	0,05	0	0	0	0	0
300	0,05	0,85	0,15	0,35	0,15	0,6	0,3	0	0,1	0,8	0	0	0,25	0,35	0	0
330	0,1	1,15	0,4	0,65	0,25	2,2	0,7	0,15	0,2	0,55	0,05	0	0,1	0,1	0	0
360	0,05	1,5	0,9	0,45	0,25	3,65	0,5	0	0,35	1,55	0,05	0	0,15	0,6	0,05	0



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 9/98	ISBN 82-425-0953-0 ISSN 0807-7207	
DATO 12/2-98	ANSV. SIGN. PK	ANT. SIDER 11	PRIS NOK 30,-
TITTEL Skorsteinshøyde for energianlegg, Borregaard		PROSJEKTLEDER D. Tønnesen	
		NILU PROSJEKT NR. O-97138	
FORFATTER(E) D. Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER Borregaard Industries Limited Postboks 162 1701 Sarpsborg			
STIKKORD Energiproduksjon	Skorsteinshøyde	Spredningsberegninger	
REFERAT NILU har beregnet nødvendig skorsteinshøyde for nytt kombinert energianlegg ved Borregaard A.S. Basert på at avgasskonsentrasjonen av NO _x ikke overstiger 270 µg/m ³ , må skorstein være minst 40 m høy. Oppføring av nytt energianlegg og nedlegging av fyrhus og svovelsyrefabrikk medfører en reduksjon i NO _x -utslipp på 10% og en reduksjon av SO ₂ -utslipp på 60%.			
TITLE Stack height for a power plant at Borregaard			
ABSTRACT			

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