

Oppdragsnavn/dokumentnavn: Spredningsberegning for utslipp fra biobrenselanlegg		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: Bergene Holm AS	Tilgjengelighet: Lukket	Henvvisning:	
Oppdragsgivers referanse: Ove Egil Bekkvang	Utarbeidet av: Atle Dale		

Ekstrakt:

Kjelforeningen - Norsk Energi har på oppdrag for Bergene Holm AS beregnet maksimale bakkekonsentrasjoner for utslipp fra biobrenselanlegg ved Holm i Larvik.

Bakkekonsentrasjonene er vurdert på bakgrunn av anbefalte grenseverdier gitt av SFT for maksimale timeverdier av NO₂ i området. Beregningene viste at skorsteinshøyden på 20 m er tilstrekkelig for å oppnå ønsket fortykning av røykgassen.

UTGIVER						OPPDRAAGSGIVER	
E04	30.03.2000	Endelig rapport		AJD	JAS	KON	
B03	29.03.2000	For kommentar hos oppdragsgiver		AJD	JAS	KON	OEB 2
A02	21.03.2000	For intern kontroll		AJD	JAS	KON	
K01	17.03.2000	Første utkast		AJD	JAS	KON	
Rev.	Dato	Tekst		Laget	Sjekket	Godkjent	Sjekket Status
Stikkord: bakkekonsentrasjon		røykgassmengde		luftkvalitetskriterium		meteorologi	
Dokument- Nummer	Oppdragsnummer Referansenummer	Dokumentkode:	Løpenummer:	Revisjon:	ISBN:		
	23009	RV	0001	E04		Side 1 av 8	

HOVEDKONTOR
Hoffsveien 13
Postboks 27 Skøyen
N - 0212 Oslo
Telefon: 22 06 18 00
Telefaks: 22 06 18 90

AVD. GJØVIK
Hunnsveien 5
N - 2821 Gjøvik
Telefon: 61 18 06 40
Telefaks: 61 18 06 41

AVD. BERGEN
Wallemslien 18
Postboks 44, Ytre Laksevåg
N - 5848 Bergen
Telefon: 55 34 81 50
Telefaks: 55 34 29 50

Organisasjonsnr.
NO 945 469 277

<http://www.energi.no>

SAMMENDRAG

Kjelforeningen – Norsk Energi har på oppdrag fra Bergene Holm utført spredningsberegninger for utslipp av forurensende komponenter fra et biobrensel anlegg i Larvik. Det er utført spredningsberegninger av korttidsmiddelkonsentrasjoner i nærområdet rundt anlegget ved hjelp av spredningsberegningsprogrammet "Breeze Air Screen3" som bygger på en modell utarbeidet av EPA.¹

For å vurdere hyppighet og forekomst av de høyeste bakkekonsentrasjonene i nærområdet, er det utarbeidet en matrise med konsentrasjonen som funksjon av værstabilitetsklasse og vindhastighet. Værdata er basert på statistiske data fra Det Norske Meteorologiske Institutt (DNMI) for nærmeste værstasjon (Færder Fyr).

Ved beregning av bakkekonsentrasjoner er NO_x benyttet som dimensjonerende komponent. NO_x er valgt fordi utslippene ligger nærmest SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier.

Beregningene viser at designet skorsteinshøyde på 20 m er tilstrekkelig for at den maksimale timemiddelverdien av NO_x bakkekonsentrasjon ikke blir for stor i forhold til SFT's luftkvalitetskriterium.

Bakkekonsentrasjonen av NO_x vil øke med 23 µg/m³ i en avstand på 200-300 m fra skorsteinen ved en vindhastighet på 4-5 m/s og litt ustabil værtype. Tillatt økning av NO_x er 43 µg/m³ i henhold til SFT's luftkvalitetsnormer.

Størst bakkekonsentrasjon vil opptre ved en vindhastighet på ca. 1.3 m/s, men konsentrasjonen vil også da ligge under 43 µg/m³.

1) Environmental Protection Agency, USA.

INNHold

SAMMENDRAG	2
1 INNLEDNING	4
2 TEKNISKE DATA	4
3 METEOROLOGI.....	5
4 SPREDNINGSBEREGNINGER.....	6
4.1 INNLEDNING	6
4.2 RESULTATER.....	7
5 REFERANSER	8

Vedlegg:

- Graf med høyest bakkekonsentrasjon
- Røykgassmengde-beregning
- Kart over området

1 INNLEDNING

Kjelforeningen – Norsk Energi har på oppdrag fra Bergene Holm AS utført spredningsberegninger for utslipp til luft fra termisk biobrenselanlegg ved Holm i Larvik.

For å kunne si noe om forekomsten av vind, har vi innhentet tilgjengelig værstatistikk for området.

Befaring på anlegget ble gjort samtidig som utslippet ble målt.

Resultatene av spredningsberegningene viser hvilke konsentrasjoner av forurensende komponenter som kan forekomme i nærområdet rundt forbrenningsanlegget.

2 TEKNISKE DATA

Grunnleggende tekniske data er gitt av Bergene Holm AS (Tabell 2.1). Røykgassmengde og røykgasshastighet er beregnet på grunnlag av DIN 1942. Utslippstall er beregnet på grunnlag av røykgasskonsentrasjoner målt av Kjelforeningen – Norsk Energi (Tabell 2.2). Temperatur er også målt av Kjelforeningen – Norsk Energi.

Tabell 2.1 : Tekniske data for biobrenselanlegget ved Amundrød i Larvik

Parameter		
Røykgassmengde (tørr)	(Nm ³ /s)	2.76
Kjelvirkningsgrad	(%)	84
Nyttig effekt	(MW)	3.5
Røykgasstemperatur	(°C)	187
Skorsteinsdiameter	(m)	0.55
Røykgasshastighet	(m/s)	24.9
Skorsteinshøyde	(m)	20

Tabell 2.2 : Beregnede utslipp

Komponent		
	(mg/Nm ³)	(g/s)
NO _x	243	0.67
CO	47	0.13
Støv	207	0.14

Konsentrasjonene er time-midlete verdier.

3 METEOROLOGI

De meteorologiske forholdene er kritiske for spredningen av utslipp til luft. Spredningsforholdene kan klassifiseres i 6 klasser (Pasquill-Gifford) som beskriver spredningspotensialet i atmosfæren. Generelt øker spredningen fra A til F, og konsentrasjonen synker fra A til F. Tabell 3.1 beskriver klassene :

Tabell 3.1 : Pasquill-Gifford beskrivelse av spredningsforholdene

P-G	Forhold	Tid på dagen
A	Ekstremt ustabilt	Dag
B	Moderat ustabilt	Dag
C	Litt ustabilt	Dag
D	Nøytralt	Dag eller natt
E	Stabilt	Natt
F	Veldig stabilt	Natt

Basert på meteorologiske data i perioden januar - desember 1999 fra nærmeste meteorologiske værstasjon Færder Fyr (Tabell 3.2), ble dominerende vindretninger og vindhastighet bestemt. Vind fra sør-vest og vind fra nord-øst dominerer med relativ frekvens på 32.3 % og 21.4 %, henholdsvis. Vindhastigheter er 5 m/s og 4 m/s, henholdsvis. Årsmiddeltemperatur ved Færder Fyr er 8.4 °C.

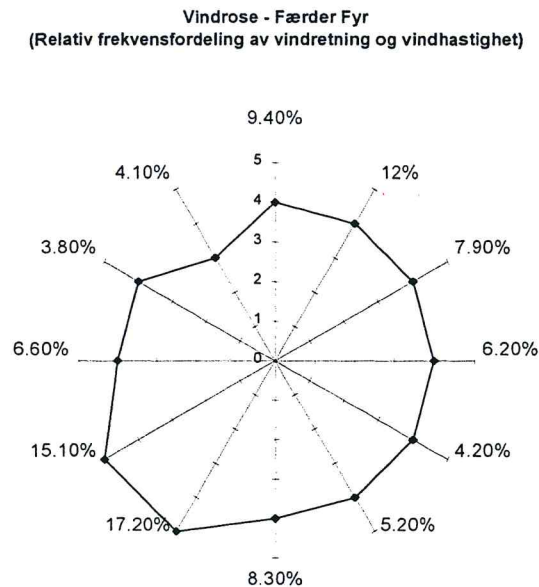
Tabell 3.2 : Frekvensfordeling av vindretning for Færder Fyr, jan – des 1999

Vindretning*	Relativ frekvens
345.0 – 15.0	9.4
15.0 – 45.0	12.0
45.0 – 75.0	7.9
75.0 – 105.0	6.2
105.0 – 135.0	4.2
135.0 – 165.0	5.2
165.0 – 195.0	8.3
195.0 – 225.0	17.2
225.0 – 255.0	15.1
255.0 – 285.0	6.6
285.0 – 315.0	3.8
315.0 – 345.0	4.1

* Retning vinden blåser fra

Det er representativt å bruke vinddata fra Færder Fyr, fordi lokal topografi i liten grad påvirker vindretning og hastighet. Terrenget er relativt flatt og luftstrømmene kanaliseres i liten grad.

Vi har også presentert vinddata for Færder fyr i en såkalt vindrose, vist på kart over området i vedlegg. Vi ser her en grafisk fremstilling av frekvensen av vind fra de enkelte retninger. Verdiakser angir vindhastighet i "m/s" og relative frekvenser er angitt i prosent.



4 SPREDNINGSBEREGNINGER

4.1 INNLEDNING

Ved bruk av tekniske data for biobrenselanlegget og estimert vind og stabilitetsfordeling for området, har Kjelforeningen – Norsk Energi utført spredningsberegninger av korttidskonsentrasjoner av de største utslippskonsentrasjonene. Spredningberegningene er utført ved hjelp av den kommersielle programvaren "Breeze Air Screen3", som er basert på Screen3-modellen til EPA. Dataprogrammet er basert på anerkjente Gaussiske spredningsmodeller. Ved kjøring av programmet er det en del forhold en må ta stilling til, som om terrenget er urbane (bymessig) eller mer landlig. Vi har forutsatt at området er landlig (se vedlagte kart). Dette innebærer en større spredning enn hvis en forutsetter at området er urbant.

Beregningene er utført for flere stabilitetsklasser for å forvise oss om at alle værforhold er dekket. Stabilitetsklasse A er utelatt, fordi vindhastigheter på 4 og 5 m/s ikke forekommer i denne stabilitetsklassen.

Det er ikke tatt hensyn til turbulens fra omkringliggende bygninger, fordi skorsteinen er høyt hevet over disse bygningene.

Likeledes har vi konstatert at ingen av luftinntakene fra nærliggende bygninger vil kunne suge inn høye utslippkonsentrasjoner.

Ved beregning av bakkekonsentrasjoner av de forurensende komponenter er NO_x benyttet som dimensjonerende komponent, fordi konsentrasjonen av denne er høyest i forhold til SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier.

Tidlige beregninger viste at konsentrasjonene av den kritiske utslippskomponenten, NO_x er noe lavere ved normale driftsforhold (2.5 MW). Siden SFT krever at anlegget også skal tilfredsstillere kravene ved full last, er alle beregninger kun foretatt ved 3.5 MW.

Bakkekonsentrasjonen til NO_x er beregnet ved forskjellige stabilitetsklasser for å vise variasjonen i konsentrasjon ved ulike værforhold (Tabell 4.1).

4.2 RESULTATER

Tabell 4.1 : Maksimalkonsentrasjon av NO_x for ulike vær-situasjoner fra 20 m pipe

LUFTSTABILITETS KLASSE (PASQUILL- GIFFORD)	VINDHASTIG HET (M/S)	MAKSIMAL BAKKEKONSENTRASJON ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)	AVSTAND FRA SKORSTEIN (M)
B	4	20.5	220
B	5	21.9	187
C	4	21.8	317
C	5	23.3	272
D	4	18.6	563
D	5	20.2	475
E	4	6.8	1243
E	5	6.2	1144
F	4	7.2	1928

Ved værforhold B-C-D (ekstremt ustabil til nøytrale værforhold), er maksimal bakkekonsentrasjon $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ når distansen fra anlegget er 200-300 m. Når været er stabilt til ekstremt stabilt (E-F), er maksimalkonsentrasjonen $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ når distansen fra biobrenselanlegget er 1144 – 1928 m.

SFT anbefaler at utslippet fra et nytt anlegg ikke skal øke bakgrunnskonsentrasjonen med mer enn 50% av tillatte omgivelsekonsentrasjon. I følge SFTs luftkvalitetsnormer (Tabell 4.2) må timemiddelkonsentrasjonen for NO₂ ikke overstige 100 µg/m³.

Bakgrunnskonsentrasjonen av NO₂ måles av NILU. I 1998 var gjennomsnittet av 90-prosentil-konsentrasjonen av NO₂ ved to nærmeste bakkestasjoner 3.33 µg/m³ (Nordmoen og Hurdal). Siden anlegget ligger nær en hovedfartsvei (E18) og det finnes andre utslippskilder i nærheten (Asfaltverk, Hedrum Pukkverk, Grinda avfallsanlegg), legges det til 10 µg/m³ til denne verdien. Den totale bakgrunnskonsentrasjonen er altså estimert til 13.33 µg/Nm³.

Denne bakgrunnskonsentrasjonen kan da bare økes med $(100-13.33)*50\% = 43.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Den maksimale bakkekonsentrasjonen må altså ikke overstige denne verdien for å tilfredsstille kravet til SFT.

I følge Tabell 4.1 er konsentrasjonen godt innenfor under alle værforhold, og ligger på det høyeste på 50% av tillatt grenseverdi. Beregningene er utført for årsgjennomsnittlige vindhastigheter. Størst bakkekonsentrasjon vil opptre ved en vindhastighet på ca. 1.3 m/s, men konsentrasjonen er også her under 43.3 µg/m³.

Tabell 4.2 : Anbefalte norske luftkvalitetsnormer for omgivelsesluft

FORBINDELSE	MÅLEENHET	VIRKNINGSOM RÅDE	MIDLINGSTID		
			15 min	1 t	24 t
NO ₂	µg/m ³	Helse/Vegetasjon	500	100	75
Svevestøv, PM ₁₀	µg/m ³	Helse/Vegetasjon			70
CO	mg/m ³	Helse/Vegetasjon	80	25	-

5 REFERANSER

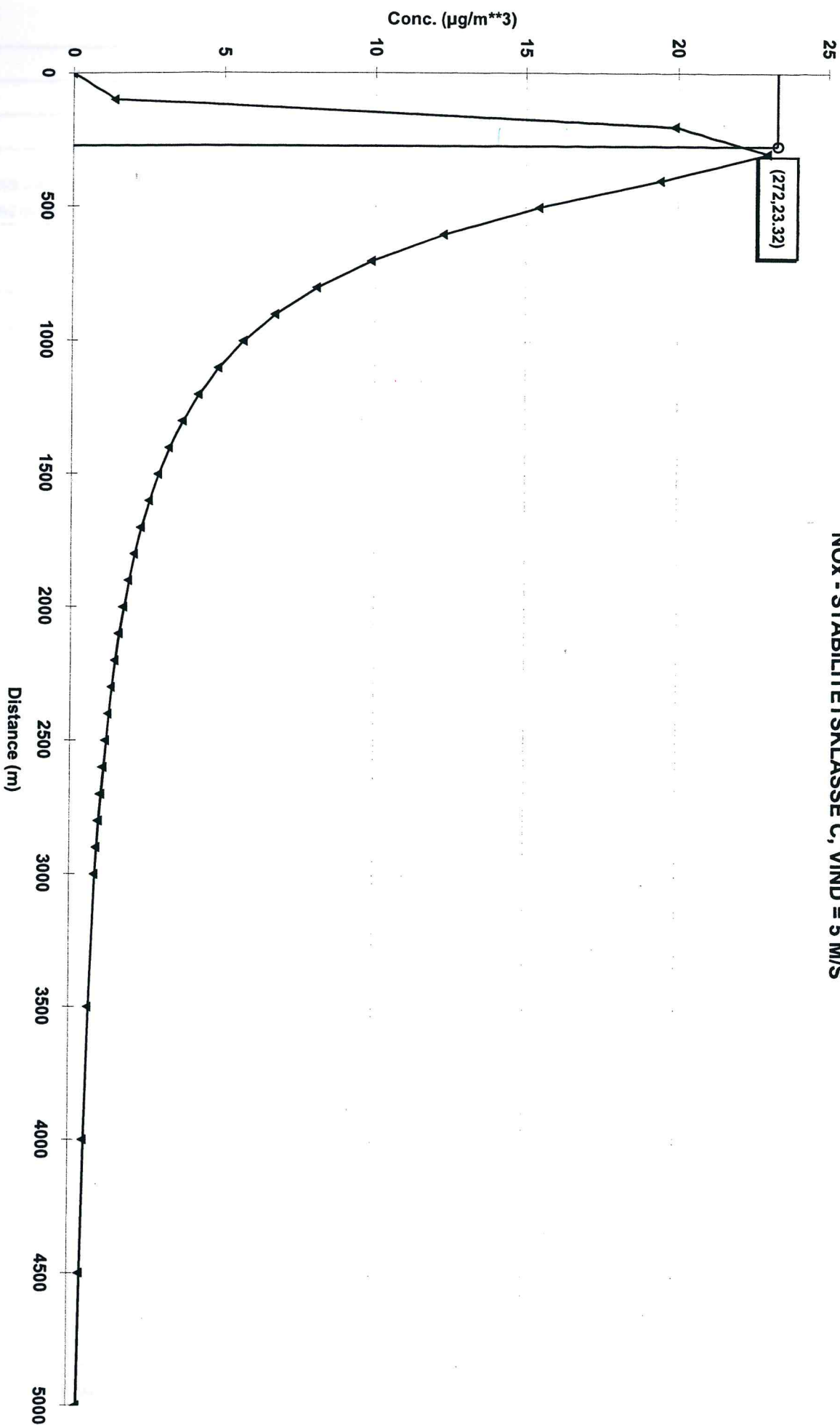
SFT (1995) Forbrenningsanlegg. Veiledning for saksbehandlere. Oslo, Statens forurensingstilsyn (SFT- rapport 95:13).

Trinity Consultants Incorporated (1996) Breeze Air Screen3 User's manual. USA.

NILU (1998) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1998. Oslo, NILU (Rapport nr 768/99).

Det Norske Meteorologiske Institutt (1999) Værdata Færder Fyr for jan.-mar 1999. Oslo, DNMI.

NOx - STABILITETSKLASSE C, VIND = 5 M/S



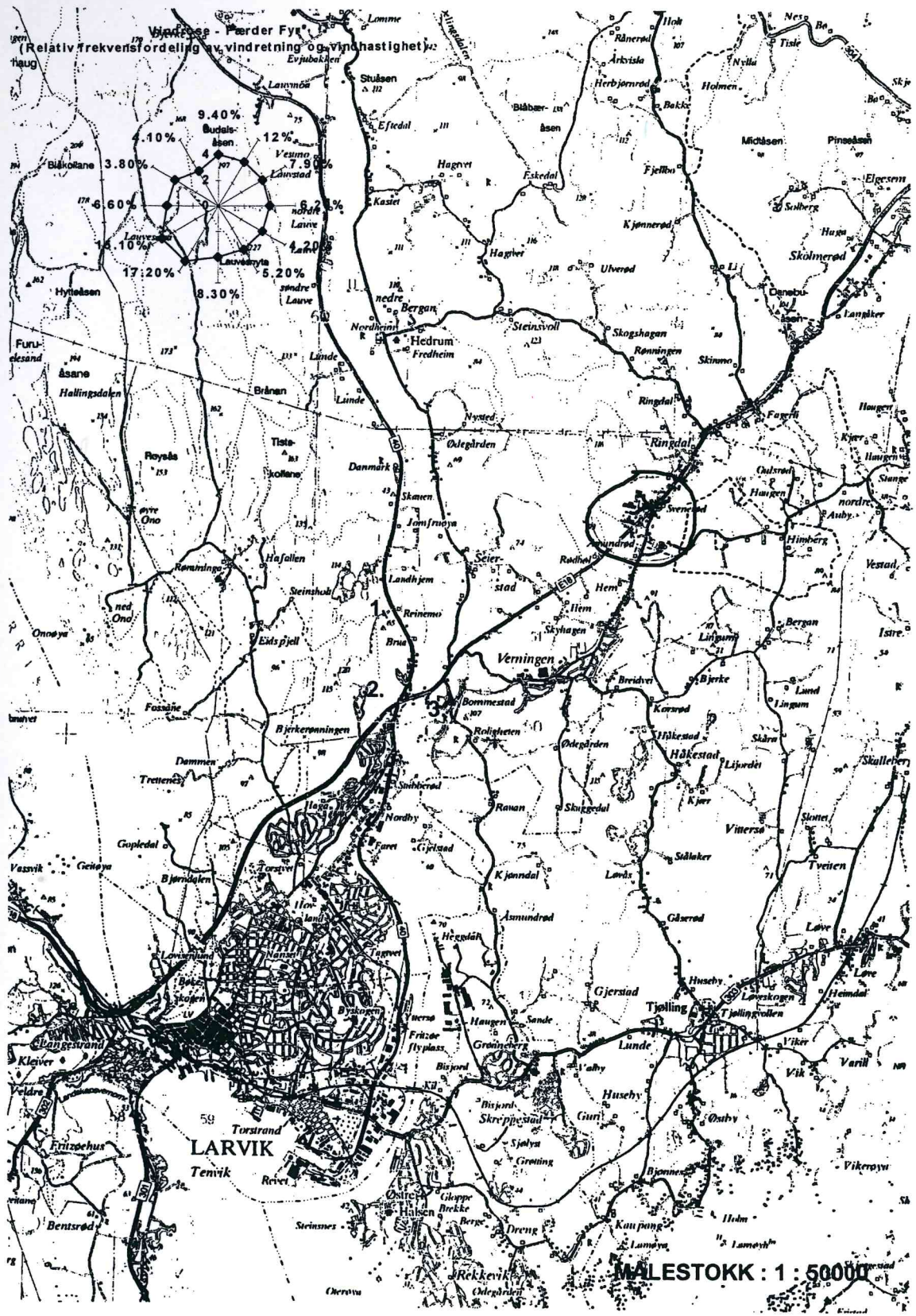
Simple Terrain - Automatic Maximum Concentration

Dokument tittel		Tegning nr.			
Oppdrag nr.		Side:			
Oppdragsgiver: KNE		Dato: 21/03/00			
Vedr.: BEREGNING AV LUFT OG RØKGASSMENGDER SAMT OMREGNING AV KONSENTRASJONER I GASS		Sign: A.D			

Luft og gassmengder etter DIN 1942 - Nm³ ved 760 mmHg, 0°C
ppm = milliontedeler tørr gass

Sett inn verdier i celler med farge

		Naturgass	Olje	Husholdnings avfall	Tre avfall(type 1)
Brensel					
Askeandel	kg/kg brensel			0.05	0.05
Vannandel	kg/kg brensel			0.5	0.5
Vann og askefri brensel (vaf)	kg/kg brensel			0.45	0.45
Nedre brennverdi Hu (vaf)	MJ/kg brensel			19.5	19.5
Nedre brennverdi Hu	MJ/kg brensel	52.1	40.8	7.6	7.6
Fuktighet i forbrenningsluft	Kg/kg luft	0.010	0.010	0.010	0.100
Oksygen i gass (målt)	vol%(tørr gass)	5.0	5.0	8.0	11.7
Oksygen i referanse-gass	vol%(tørr gass)	3.0	3.0	11.0	11.0
Karbondioksid CO ₂	vol%(tørr gass)	9.02	12.14	12.06	8.62
Min.luft (tørr)	μLoT kg/kg brensel	18.05	13.67	2.75	2.76
Luft (fuktig)	kg/kg brensel	23.96	18.15	4.49	6.90
Min.luft (tørr)	kg/MJ brensel	0.35	0.34	0.36	0.37
Min.luft (tørr)	Nm ³ /kg brensel	13.96	10.57	2.12	2.14
Min.røkgass (tørr)	μGoT kg/kg brensel	16.63	13.66	2.91	2.97
Min.røkgass (tørr)	Nm ³ /kg brensel	12.40	9.95	2.21	2.21
CO ₂ i røkgass	μCO ₂ T kg/kg brensel	2.89	3.12	0.85	0.85
H ₂ O i røkgass	μH ₂ O T kg/kg brensel	2.52	1.19	0.77	1.50
Røkgass (tørr)	kg/kg brensel	21.86	17.96	4.72	6.75
Røkgass (tørr)	Nm ³ /kg brensel	16.30	13.08	3.57	5.01
Røkgass tetthet (tørr)	kg/Nm ³	1.34	1.37	1.32	1.35
Røkgassmengde (fuktig)	kg/kg brensel	24.96	19.14	5.49	8.25
Støv målt	mg/Nm ³	100	100	100	100
Støv målt	ppm	Angis ikke i ppm			
Støv målt	mg/kg brensel	1,630	1,308	357	501
Støv målt	mg/MJ brensel	31	32	47	66
Støv ved referanse-gass	mg/Nm ³	113	113	77	108
CO målt	mg/Nm ³	100	100	100	100
CO målt	ppm	80	80	80	80
CO målt	mg/kg brensel	1,630	1,308	357	501
CO målt	mg/MJ brensel	31	32	47	66
CO ved referanse-gass	mg/Nm ³	113	113	77	108
CO ved referanse-gass	ppm	90	90	61	86
SO ₂ målt	mg/Nm ³	100	100	100	100
SO ₂ målt	ppm	35	35	35	35
SO ₂ målt	mg/kg brensel	1,630	1,308	357	501
SO ₂ målt	mg/MJ brensel	31	32	47	66
SO ₂ ved referanse-gass	mg/Nm ³	113	113	77	108
SO ₂ ved referanse-gass	ppm	39	39	27	38
NO ₂ målt	mg/Nm ³	100	100	100	100
NO ₂ målt	ppm	49	49	49	49
NO ₂ målt	mg/kg brensel	1,630	1,308	357	501
NO ₂ målt	mg/MJ brensel	31	32	47	66
NO ₂ ved referanse-gass	mg/Nm ³	113	113	77	108
NO ₂ ved referanse-gass	ppm	55	55	37	52
Effekt avgitt	MW	4	4	4	3.5
Virkningsgrad	%	85	85	85	84
Effekt innfyrt	MW	4.71	4.71	4.71	4.17
Brenselmengde	kg/s	0.09	0.12	0.62	0.55
Røkgassmengde	kg/s	2.25	2.21	3.42	4.55
Røkgasstemp	oC	220	220	220	187.6
Skorsteindiameter	m	0.6	0.6	0.6	0.55
Røkgasshastighet	m/s	11.08	10.85	16.82	24.87



1. Hedrum Pukkverk

2. Grinda Avfallsanlegg

3. HG - Asfaltanlegg