

Miljødokumentation af aldehydkatalysatorer 1. måling på Tørring Kraftvarmeværk

Målerapport 725.40

Januar 2004

Rolls Royce Bergen B35:40 V12AG

For ydelser af enhver art udført af Dansk Gasteknisk Center a/s (DGC) gælder:

- *at DGC er ansvarlig i henhold til "Almindelige bestemmelser for teknisk rådgivning & bistand (ABR 89)", som er vedtaget for opgaven, med mindre andet aftales skriftligt.*
- *at erstatningsansvaret for fejl, forsømmelser eller skader over for rekvirenten eller tredjemand gælder pr. ansvarspådragende fejl eller forsømmelse. Ansvaret er dog altid begrænset til maksimum 100% af det vederlag, som DGC har modtaget for den pågældende opgave. Rekvirenten holder DGC skadesløs for alle tab, udgifter og erstatningskrav, der måtte overstige DGC's hæftelse.*
- *at DGC skal - uden begrænsning - omlevere egne ydelser i forbindelse med fejl, mangler og forsømmelser i DGC's materiale. Dette gælder dog ikke længere end 5 år fra opgavens udførelse.*
- *at rekvirenten er ansvarlig for, at de iht. lov gældende sikkerheds- og arbejdsmiljøregler hos rekvirenten kan overholdes af DGC i forbindelse med opgavens udførelse. Såfremt DGC må standse, afbryde og/eller udsætte en opgave, fordi disse regler ikke kan overholdes, må rekvirenten bære DGC's eventuelle ekstraomkostninger i forbindelse hermed.*

Marts 2000

Miljødokumentation af aldehydkatalysatorer

1. måling på Tørring Kraftvarmeværk

Rolls Royce Bergen B35:40 V12AG

Henrik Andersen og Steen Andersen

Titel : Tørring Kraftvarmeværk

Rapport kategori : Målerapport

Forfatter : Henrik Andersen og Steen Andersen

Dato for udgivelse : 23.01.2004

Copyright : Dansk Gasteknisk Center a/s

Sagsnummer : 725.40; H:\725\40-formaldehyd kat\Målerapport\Tørring_031203_rev2.doc

Sagsnavn : Dokumentation af formaldehydkatalysator

Brug af DGC's navn ved markedsføring og gengivelse af prøvningsrapporten med prøvningsresultater ud over i sin helhed er ikke tilladt uden DGC's skriftlige tilladelse.

Rapporten er kun gældende for det afprøvede apparat eller anlæg, som det er stillet til rådighed af klienten for prøvningen og i den tilstand, som det er beskrevet i denne rapport.

Bemærk: Alle usikkerheder angivet i denne rapport er absolutte på 95% konfidensniveau, medmindre andet er nævnt. Usikkerheder på emissionsværdier er uden prøvetagningsusikkerhed medmindre andet er nævnt.

Oktober 2003

Indholdsfortegnelse	Side
1 Udførte målinger og resultater	4
2 Rekvirent.....	10
3 Opgavebeskrivelse	11
4 Anlægsbeskrivelse	12
4.1 Data for gasmotor	12
5 Måleresultater	13
5.1 Emission.....	13
5.2 Øvrige driftsdata	14

1 Udførte målinger og resultater

Dansk Gasteknisk Center a/s (DGC) har den 03.12.2003 udført energi- og miljømåling på en Rolls Royce Bergen B35:40 V12AG gasmotor. Målingerne er udført som en del af projektet ”Dokumentation af formaldehydkatalysatorer”.

Denne rapport indeholder udover måleresultater en beskrivelse af anlægget og vil derfor have et større omfang end de kommende projektrapporter.

Målingerne er udført af Henrik Andersen og Steen Andersen, Dansk Gasteknisk Center a/s.

Ydelsesdata rapporteres ikke i denne rapport, da dokumentationsprojektet alene vedrører miljømæssige forhold ved katalysatoren.

Der er udført emissionsmålinger før og efter katalysator af hver en times varighed ved fuldlastdrift, svarende til 4,6 MW. Senere skal motoren opgraderes til 5,1 MW. Der er derfor målt yderligere en time før katalysator ved dette driftspunkt.

Emissionsmålingen er udført som akkrediteret prøvning med DGC's måleudstyr, kalibreret før og kontrolleret efter målingen med medbragte certificerede prøvegasser. Måleresultaterne er registreret på computer ved hjælp af datalogger. Der rapporteres her måleresultater for følgende røggaskomponenter:

- O₂
- CO
- NO (kortidsmåling)
- NO_x (summen af NO og NO₂)
- UHC (uforbrændt kulbrinte)
- CO₂

Der er yderligere foretaget følgende analyser af røggassen til bestemmelse af:

- UHC sammensætning
- Aldehyder

Røggasudtaget før katalysator er placeret i røggaskanal umiddelbart efter motoren, udtaget efter katalysator er placeret udendørs, lyddæmper og røggasveksler umiddelbart inden tilgang til skorsten.

I Tabel 1a, 1b og 1c er angivet timemiddelværdier for CO-, NO_x-, UHC (uforbrændt kulbrinte) og CO₂ -emissioner. Værdierne refererer til tør røggas.

*Tabel 1a: Timemiddelværdi for gasmotor før katalysator 4,6 MW
(tør røggas)*

		Gennemsnit, middelværdier før katalysator 4,6 MW
O ₂	[%-vol.]	10,7 ± 0,3
CO ¹⁾	[mg/m ³ n]	584 ± 48 ³⁾
NO _x ¹⁾²⁾	[mg/m ³ n]	425 ± 21 ³⁾
UHC ¹⁾⁴⁾	[mg/m ³ n]	867 ± 50 ³⁾
CO ₂	[%-vol.]	5,7 ± 0,2

1) Omregnet til 5%-vol. O₂

2) NO + NO₂, NO vægtmæssigt regnet som NO₂

3) Inkl. usikkerhed på iltmåling

4) Total kulbrinte, C-ækvivalent

*Tabel 1b: Timemiddelværdi for gasmotor efter katalysator 4,6 MW
(tør røggas)*

		Gennemsnit, middelværdier efter katalysator 4,6 MW
O ₂	[%-vol.]	10,7 ± 0,3
CO ¹⁾	[mg/m ³ n]	45 ± 6 ³⁾
NO _x ¹⁾²⁾	[mg/m ³ n]	428 ± 21 ³⁾
UHC ¹⁾⁴⁾	[mg/m ³ n]	828 ± 49 ³⁾
CO ₂	[%-vol.]	5,8 ± 0,2

1) Omregnet til 5%-vol. O₂

2) NO + NO₂, NO vægtmæssigt regnet som NO₂

3) Inkl. usikkerhed på iltmåling

4) Total kulbrinte, C-ækvivalent

*Tabel 1c Timemiddelværdi for gasmotor før katalysator 5,1 MW
(tør røggas)*

		Gennemsnit, middelværdier før katalysator 5,1 MW
O ₂	[%-vol.]	10,9 ± 0,3
CO ¹⁾	[mg/m ³ n]	573 ± 48 ³⁾
NO _x ¹⁾²⁾	[mg/m ³ n]	465 ± 23 ³⁾
UHC ¹⁾⁴⁾	[mg/m ³ n]	816 ± 49 ³⁾
CO ₂	[%-vol.]	5,7 ± 0,2

1) Omregnet til 5%-vol. O₂

2) NO + NO₂, NO vægtmæssigt regnet som NO₂

3) Inkl. usikkerhed på iltmåling

4) Total kulbrinte, C-ækvivalent

I Tabel 2a, 2b og 2c er angivet UHC sammensætningen i røggassen.

Tabel 2a Analyse af UHC i røggas før katalysator 4,6 MW

UHC sammensætning	[ppm]¹⁾	[%-rel.]²⁾
Metan	839	89,8
Ethen	21	2,2
Ethan	47	5,1
Propen	3,7	0,4
Propan	17	1,8
i-Butan	2,8	0,3
n-Butan	4	0,4
i-Pentan ³⁾	-	-
n-Pentan ³⁾	-	-
Total [ppm]	934	
Total [ppm CH ₄ -ækv.]	1064	

1) Nøjagtigheden vurderes til at være: ± 5 % for koncentrationer > 100 ppm, ± 10 % for koncentrationer mellem 10 og 100 ppm og ± 20 % for koncentrationer < 10 ppm.

2) Vol. %.

3) Under detektionsgrænsen.

Tabel 2b Analyse af UHC i røggas efter katalysator 4,6 MW

UHC sammensætning	[ppm] ¹⁾	[%-rel.] ²⁾
Metan	847	91,8
Ethen	8,2	0,9
Ethan	47	5,1
Propen	0	0,0
Propan	16	1,7
i-Butan	2	0,2
n-Butan	2,8	0,3
i-Pentan ³⁾	-	-
n-Pentan ³⁾	-	-
Total [ppm]	922	
Total [ppm CH ₄ -ækv.]	1023	

1) Nøjagtigheden vurderes til at være: ± 5 % for koncentrationer > 100 ppm, ± 10 % for koncentrationer mellem 10 og 100 ppm og ± 20 % for koncentrationer < 10 ppm.

2) Vol. %.

3) Under detektionsgrænsen.

Tabel 2c Analyse af UHC i røggas før katalysator 5,1 MW

UHC sammensætning	[ppm] ¹⁾	[%-rel.] ²⁾
Metan	794	90,1
Ethen	19	2,1
Ethan	44	5,0
Propen	3,3	0,4
Propan	16	1,8
i-Butan	2,3	0,3
n-Butan	3,5	0,4
i-Pentan ³⁾	-	-
n-Pentan ³⁾	-	-
Total [ppm]	881	
Total [ppm CH ₄ -ækv.]	999	

1) Nøjagtigheden vurderes til at være: ± 5 % for koncentrationer > 100 ppm, ± 10 % for koncentrationer mellem 10 og 100 ppm og ± 20 % for koncentrationer < 10 ppm.

2) Vol. %.

3) Under detektionsgrænsen.

I Tabel 3a, 3b og 3c er angivet analyseresultaterne for aldehyder i røggassen.

Tabel 3a Analyseresultater af aldehyd i røggas før katalysator, 4,6 MW

	Emission¹⁾	Usikkerhed
	Middel	
	[mg/m ³ n]	[mg/m ³ n]
Formaldehyd	49,52	± 3,66
Acetaldehyd	3,60	± 0,27
Acrolein	0,20	± 0,01
Propanal	0,29	± 0,02
Acetone	1,08	± 0,08
Butanal	0,12	± 0,01
Pentanal ²⁾	-	-
Hexanal ²⁾	-	-
Benzaldehyd ²⁾	-	-

1) Tør røggas, korrigeret til 5%-vol O₂.

2) Under detektionsgrænsen.

Tabel 3b Analyseresultater af aldehyd i røggas efter katalysator, 4,6 MW

	Emission¹⁾	Usikkerhed
	Middel	
	[mg/m ³ n]	[mg/m ³ n]
Formaldehyd	20,24	+/- 1,50
Acetaldehyd	1,29	+/- 0,10
Acrolein	0,05	+/- 0,00
Propanal	0,06	+/- 0,00
Acetone	0,56	+/- 0,04
Butanal	0,02	+/- 0,00
Pentanal ²⁾	-	-
Hexanal ²⁾	-	-
Benzaldehyd ²⁾	-	-

1) Tør røggas, korrigeret til 5%-vol O₂.

2) Under detektionsgrænsen.

Tabel 3c Analyseresultater af aldehyd i røggas før katalysator, 5,1 MW

	Emission¹⁾	Usikkerhed
	Middel	
	[mg/m ³ n]	[mg/m ³ n]
Formaldehyd	38,10	+/- 2,82
Acetaldehyd	3,37	+/- 0,25
Acrolein	0,10	+/- 0,01
Propanal	0,30	+/- 0,02
Acetone	1,69	+/- 0,13
Butanal	0,10	+/- 0,01
Pentanal ²⁾	-	-
Hexanal ²⁾	-	-
Benzaldehyd ²⁾	-	-

1) Tør røggas, korrigeret til 5%-vol O₂.

2) Under detektionsgrænsen.

2 Rekvirent

Styregruppen for projektet:

Miljødokumentation af katalytisk reduktion af formaldehyd

PSO nr. 5230

DGC projektnummer 725.40

3 Opgavebeskrivelse

Dansk Gasteknisk Center a/s (DGC) har den 03.12.2003 udført energi- og miljømåling på en Rolls Royce Bergen B35:40 V12AG gasmotor. Målingerne er udført som en del af projektet ”Dokumentation af formaldehydkatalysatorer”.

Målingerne er udført af Henrik Andersen og Steen Andersen, Dansk Gasteknisk Center a/s.

Tørring Kraftvarmeværk var under målingerne repræsenteret ved Erling Nissen, mens Kim Larsen repræsenterede Rolls Royce Marine. Desuden deltog Sverre Ripe og Svein Vidar Gosvær, Rolls Royce Marine.

Denne målerapport er kvalitetssikret af Henrik Andersen, Dansk Gasteknisk Center a/s.

4 Anlægsbeskrivelse

Anlægget består af en nyinstalleret gasmotor i separat motorcelle. I hal ved siden af motorcelle er lyddæmper placeret, mens katalysator og røggasveksler er placeret i nybygget hal ved siden af motorcelle.

4.1 Data for gasmotor

Gasmotor:

Type:	Rolls Royce Bergen B35:40 V12AG
Serienr.:	17000
Nominel ydelse:	4650 kW
Omdrejningstal:	750
Driftstimet, motor:	602
Driftstimet, katalysator:	160
Tænding:	11 °FTDP
Idriftsættelse:	November 2003

5 Måleresultater

5.1 Emission

Røggasudtaget før katalysator er placeret i røggaskanal umiddelbart efter motoren, udtaget efter katalysator er placeret udendørs efter katalysator, lyddæmper og røggasveksler umiddelbart inden tilgang til skorsten.

Timemiddelværdier for emissionsmålingerne fremgår af tabel 4. Alle anførte måleværdier refererer til tør røggas. Måleværdierne er vist grafisk på side 14 – 16.

Tabel 4 Emissionsmiddelværdier for gasmotor

		middelværdi før katalysator 4,6 MW	middelværdi efter katalysator 4,6 MW	middelværdi før katalysator 5,1 MW
O ₂	[%-vol.]	10,7 ± 0,3	10,7 ± 0,3	10,9 ± 0,3
CO	[ppm]	299 ± 23	23 ± 3	289 ± 23
NO _x ¹⁾	[ppm]	131 ± 6	132 ± 6	142 ± 6
UHC ²⁾	[ppm]	1035 ± 53	990 ± 52	960 ± 51
CO ₂	[%-vol.]	5,7 ± 0,2	5,8 ± 0,2	5,7 ± 0,2

1) NO + NO₂.

2) Total kulbrinte, metanækvivalent.

Ved 4,6 MW udgjorde NO ca. 74%-vol. af NO_x (korttidsmåling) før katalysator og ca. 89%-vol. efter katalysator. Røggastemperaturen ved målepunktet før katalysator 451°C og ca. 62°C efter.

Ved 5,1 MW udgjorde NO ca. 76%-vol. af NO_x. Røggastemperaturen ved målepunktet ved ca. 427°C

Bestemmelse af usikkerhed for målingerne fremgår af Afsnit 6.2 og usikkerhedsbudgetter side 17 - 19.

5.2 Øvrige driftsdata

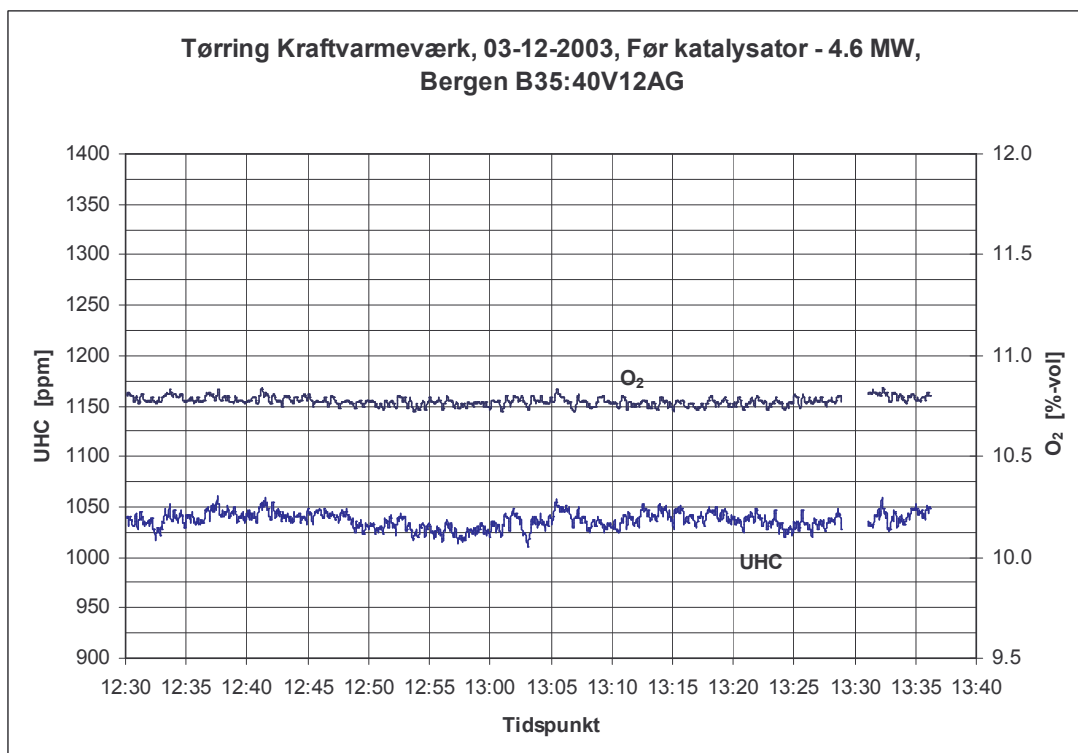
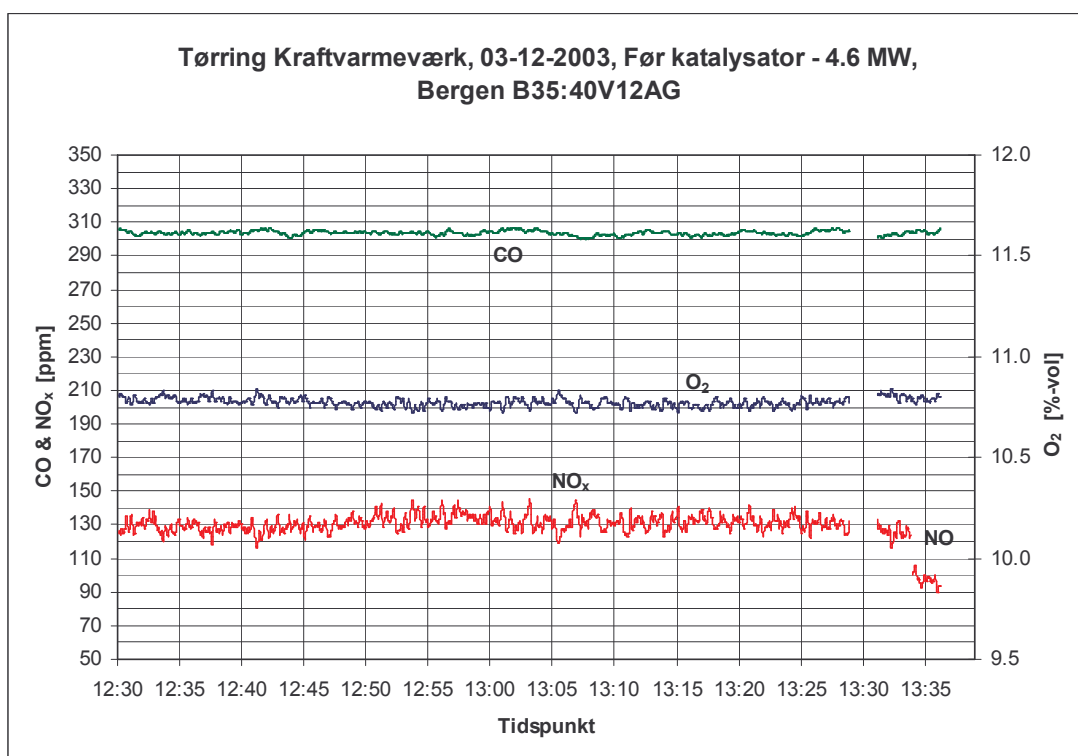
I Tabel 6 er anført en række andre data for anlæggets drift under målingen.

Tabel 6 Supplerende målinger

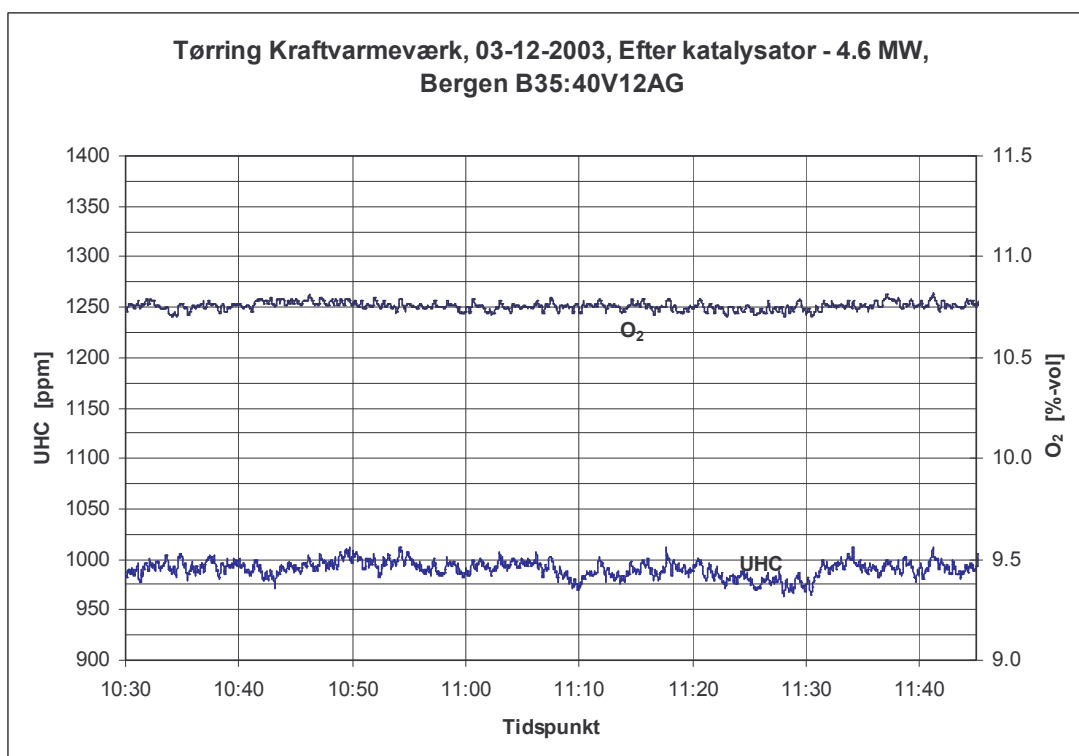
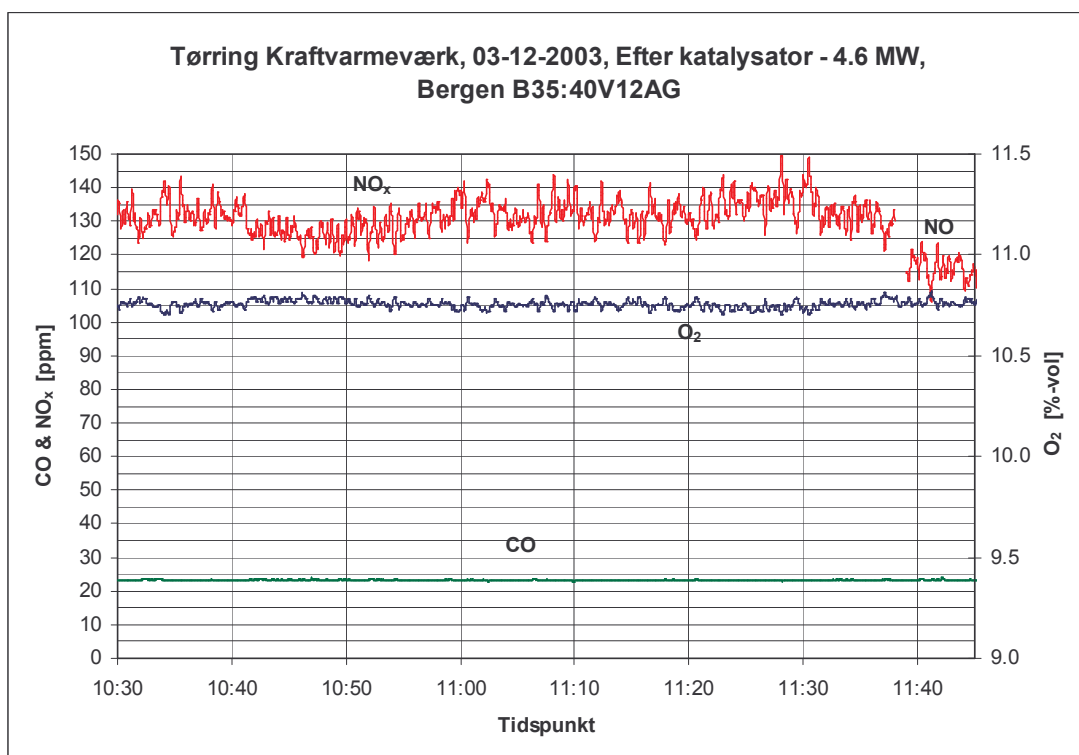
Temperatur, udendørs ²⁾	[°C]	3
Relativ fugtighed, udendørs ²⁾	[% RH]	90,9 – 92,1
Barometerstand ²⁾	[hPa]	1020
Temperatur, motorcelle ²⁾	[°C]	17 – 21
Fugtighed, motorcelle ²⁾	[% RH]	52 – 54
4,6 MW		
Setpkt. temp. før turbolader ¹⁾	[°C]	563
Forkammergastryk ¹⁾	[bar]	2,30
Hovedgastryk ¹⁾	[bar]	2,70
Ladelufttryk ¹⁾	[bar]	1,91
Ladelufttemp. ¹⁾	[°C]	50
5,1 MW		
Setpkt. temp. før turbolader ¹⁾	[°C]	560
Forkammergastryk ¹⁾	[bar]	2,80
Hovedgastryk ¹⁾	[bar]	3,30
Ladelufttryk ¹⁾	[bar]	2,36
Ladelufttemp. ¹⁾	[°C]	52,6

1) Baseret på de på værket installerede målere / SRO-anlæg

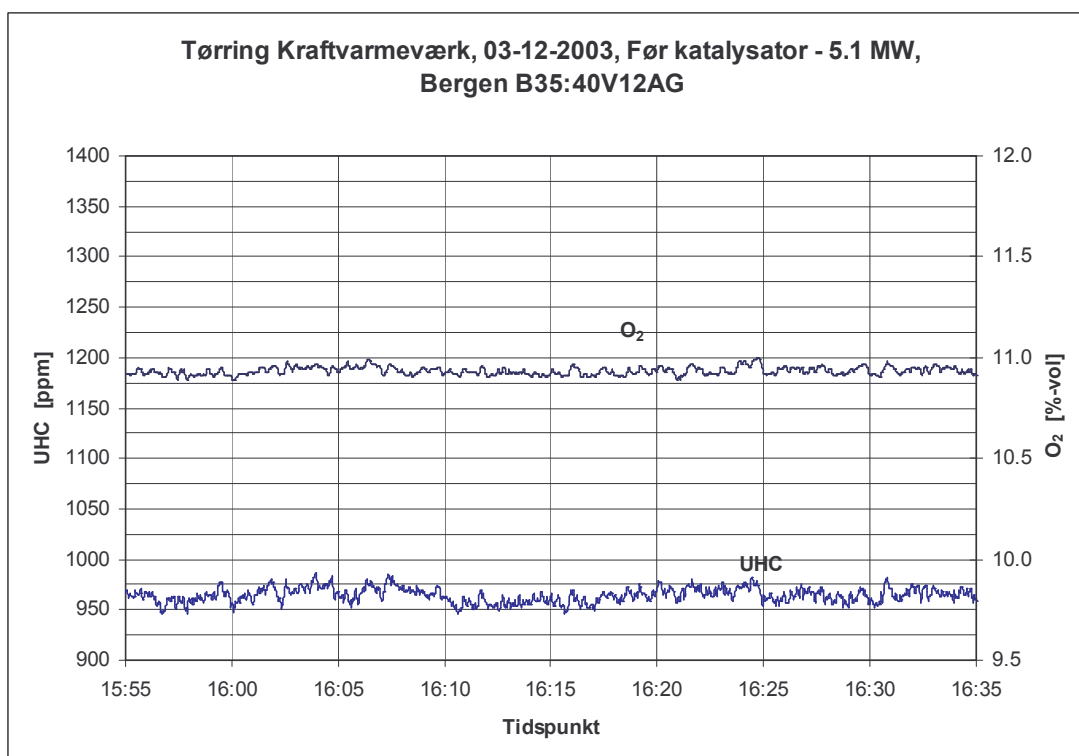
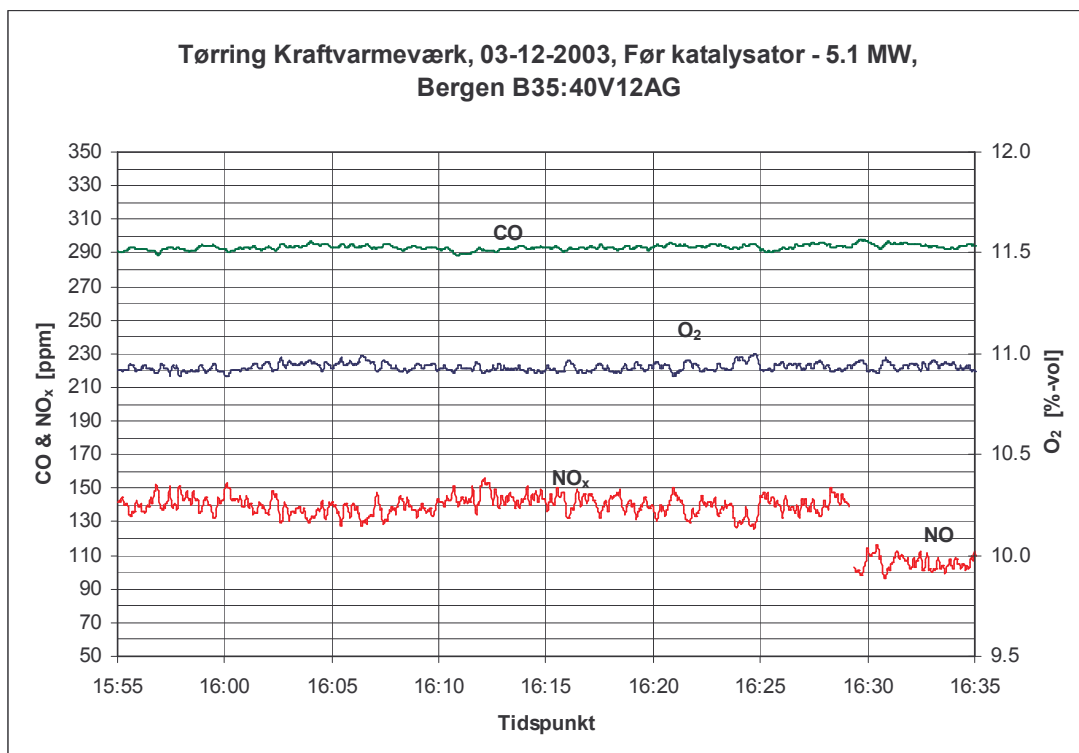
2) Aflæst på DGC's medbragte måleinstrumenter

Måleværdier, grafisk præsentation, før katalysator 4,6 MW

Måleværdier, grafisk præsentation, efter katalysator 4,6 MW



Måleværdier, grafisk præsentation, før katalysator 5,1 MW



Usikkerhedsberegninger for emissionsmålinger før katalysator – 4,6 MW

Tørring Kraftvarmeværk / 03-12-2003

Bergen B35:40V12AG

Måling før katalysator ved 4.6 MW

USIKKERHEDSBUDGET VED EMISSIONSMÅLING :

	Værdi:	Bidrag:	Korrigeret værdi:
Temperatur ved kalibrering:	t cal °C	23	
O2-måling (Servomex 572):			
Grund-usikkerhed: ± 0.2 % abs.	vol.%	10.7	1.9
Temperatur: ± (0.05+0.2* t rum-t cal) % rel.	t rum °C	23	0.1
Linieritet: ± 0.2 % abs.			1.9
Samlet usikkerhed:	±vol.%		0.3
O2-effekt ved omregning: ± (1 - (20.95-O2 mid.)/(20.95-O2min.))*100	± % rel.		2.9
CO-måling (Hartmann & Braun, URAS 14):			
Måleområde, fs *)	ppm	299	584 mg/m ³ n ved 5%O ₂
	ppm	1990	
Grund-usikkerhed: ± 0.5 % fs			3.3
Temperatur: ± (0.3* t rum-t cal) % rel.	t rum °C	23	0.1
Linieritet: ± 1 % fs			6.7
Kalibreringsgas: ± 2 % rel.			2.0
Samlet usikkerhed ekskl usikkerhed på iltmåling:	±ppm	23.0	45 mg/m ³ n ved 5%O ₂
Samlet usikkerhed inkl. usikkerhed på iltmåling:	±ppm	24.6	48 mg/m ³ n ved 5%O ₂
*) Måleområdet er sat til koncentrationen i den anvendte spangas			
NOx-måling (Thermo Environmental Inst., 10 A/R):			
Måleområde, fs:	ppm	129	
	ppm	250	
Grund-usikkerhed: ± 1 % fs			1.9
Temperatur: ± 2% rel.	t rum °C	23	2.0
Linieritet: ± 1 % fs			1.9
NO	NO ppm	96	
NO2 konvertering: - 0.03*NO2ppm ± 0.03*NO2ppm abs.	NO2 ppm	33	0.8
Tværfølsomhed CO2: - 0.1*CO2% ± 0.1 % rel.		5.8	0.1
Tværfølsomhed H2O: - 0.5*(0.6+0.06*td)% ± 0.5 % rel.	td °C	2.5	0.5
Tværfølsomhed NH3: +0.6*NH3ppm ± 0.2*NH3ppm % abs.	NH3 ppm	0	0.0
Kalibreringsgas: ± 2 % rel.			2.0
NOx korrigeret:	ppm	131.4	425 mg/m ³ n ved 5%O ₂
Samlet usikkerhed ekskl usikkerhed på iltmåling:	±ppm	5.3	17 mg/m ³ n ved 5%O ₂
Samlet usikkerhed inkl. usikkerhed på iltmåling:	±ppm	6.5	21 mg/m ³ n ved 5%O ₂
UHC-måling (AAL, 523):			
Måleområde, fs:	ppm	1035	867 mg C/m ³ n ved 5%O ₂
	ppm	2500	
Grund-usikkerhed: ± 1 % fs (min.± 1 ppm)			2.4
Temperatur: ± 2 % rel.	t rum °C	23	2.0
Linieritet: ± 1 % fs			2.4
Repetérbarhed: ± 1 % fs			2.4
Kalibreringsgas: ± 2 % rel.			2.0
Samlet usikkerhed ekskl. usikkerhed på iltmåling:	±ppm	52.3	44 mg C/m ³ n ved 5%O ₂
Samlet usikkerhed inkl. usikkerhed på iltmåling:	±ppm	60.0	50 mg C/m ³ n ved 5%O ₂
UHC i % af indfyret	% af indf.	1.75	
Usikkerhed på UHC i % af indfyret	±% relativt	5.74	
Usikkerhed på UHC i % af indfyret	±%-point	0.10	
CO2-måling (Hartmann & Braun, URAS 14):			
Måleområde, fs:	vol.%	5.7	
	vol.%	12	
Grund-usikkerhed: ± 0.5 % fs			1.1
Temperatur: ± (0.3* t rum-t cal) % rel.	t rum °C	23	0.1
Linieritet: ± 1 % fs			2.1
Kalibreringsgas: ± 2 % rel.			2.0
Samlet usikkerhed:	±vol.%		0.2

Usikkerhedsberegninger for emissionsmålinger efter katalysator – 4,6 MW

Tørring Kraftvarmeværk / 03-12-2003

Bergen B35:40V12AG

Måling efter katalysator ved 4.6 MW

USIKKERHEDSBUDGET VED EMISSIONSMÅLING :

	Værdi:	Bidrag:	Korrigeret værdi:
Temperatur ved kalibrering:	t cal °C	23	
O₂-måling (Servomex 572):			
Grund-usikkerhed:	± 0.2 % abs.	vol.%	10.7
Temperatur:	± (0.05+0.2* t rum-t cal) % rel.	t rum °C	22
Linieritet:	± 0.2 % abs.		1.9
Samlet usikkerhed:		±vol.%	0.3
O ₂ -effekt ved omregning:	± (1- (20.95-O ₂ mid.)/(20.95-O ₂ min.))*100	± % rel.	2.9
CO-måling (Hartmann & Braun, URAS 14):			
Måleområde, fs *):	± 0.5 % fs	ppm	23
Grund-usikkerhed:	± (0.3* t rum-t cal) % rel.	ppm	249
Temperatur:	± 1 % fs	t rum °C	22
Linieritet:	± 2 % rel.		5.4
Kalibreringsgas:			0.3
Samlet usikkerhed ekskl. usikkerhed på iltmåling:		±ppm	2.8
Samlet usikkerhed inkl. usikkerhed på iltmåling:		±ppm	2.9
*) Måleområdet er sat til koncentrationen i den anvendte spangas			
NOx-måling (Thermo Environmental Inst., 10 A/R):			
Måleområde, fs:	± 1 % fs	ppm	131
Grund-usikkerhed:	± 2 % rel.	ppm	250
Temperatur:	± 1 % fs	t rum °C	22
Linieritet:			1.9
NO		NO ppm	116
NO ₂ konvertering:	- 0.03*NO ₂ ppm ± 0.03*NO ₂ ppm abs.	NO ₂ ppm	15
Tværfølsomhed CO ₂ :	- 0.1*CO ₂ % ± 0.1 % rel.		5.9
Tværfølsomhed H ₂ O:	- 0.5*(0.6+0.06*td)% ± 0.5 % rel.	td °C	2.5
Tværfølsomhed NH ₃ :	+0.6*NH ₃ ppm ± 0.2*NH ₃ ppm % abs.	NH ₃ ppm	0
Kalibreringsgas:	± 2 % rel.		2.0
NOx korrigeret:		ppm	132.4
Samlet usikkerhed ekskl. usikkerhed på iltmåling:		±ppm	5.2
Samlet usikkerhed inkl. usikkerhed på iltmåling:		±ppm	6.5
UHC-måling (AAL, 523):			
Måleområde, fs:	± 1 % fs (min.± 1 ppm)	ppm	990
Grund-usikkerhed:	± 2 % rel.	ppm	2500
Temperatur:	± 1 % fs	t rum °C	22
Linieritet:	± 1 % fs		2.5
Repetérbarhed:	± 1 % fs		2.5
Kalibreringsgas:	± 2 % rel.		2.0
Samlet usikkerhed ekskl. usikkerhed på iltmåling:		±ppm	51.6
Samlet usikkerhed inkl. usikkerhed på iltmåling:		±ppm	58.8
UHC i % af indfyret		% af indf.	1.67
Usikkerhed på UHC i % af indfyret		±% relativt	5.89
Usikkerhed på UHC i % af indfyret		±%-point	0.10
CO₂-måling (Hartmann & Braun, URAS 14):			
Måleområde, fs:	± 0.5 % fs	vol.%	5.8
Grund-usikkerhed:	± (0.3* t rum-t cal) % rel.	vol.%	12
Temperatur:	± 1 % fs	t rum °C	22
Linieritet:	± 2 % rel.		1.0
Kalibreringsgas:			0.3
Samlet usikkerhed:		±vol.%	2.1
			2.0
			0.2

Usikkerhedsberegninger for emissionsmålinger, før katalysator – 5,1 MW

Tørring Kraftvarmeværk / 03-12-2003

Bergen B35:40V12AG

Måling før katalysator ved 5.1 MW

USIKKERHEDSBUDGET VED EMISSIONSMÅLING :

	Værdi:	Bidrag:	Korrigeret værdi:
Temperatur ved kalibrering:	t cal °C	23	
O2-måling (Servomex 572):			
Grund-usikkerhed:	± 0.2 % abs.	vol.%	10.9
Temperatur:	± (0.05+0.2* t rum-t cal) % rel.	t rum °C	22
Linieritet:	± 0.2 % abs.		1.8
Samlet usikkerhed:	±vol.%		0.3
O2-effekt ved omregning:	± (1 - (20.95-O2 mid.)/(20.95-O2min.))*100	± % rel.	2.9
CO-måling (Hartmann & Braun, URAS 14):			
Måleområde, fs *):	± 0.5 % fs	ppm	289
Temperatur:	± (0.3* t rum-t cal) % rel.	ppm	1990
Linieritet:	± 1 % fs	t rum °C	22
Kalibreringsgas:	± 2 % rel.		3.4
Samlet usikkerhed ekskl usikkerhed på iltmåling:	±ppm		23.0
Samlet usikkerhed inkl. usikkerhed på iltmåling:	±ppm		24.5
*) Måleområdet er sat til koncentrationen i den anvendte spangas			
NOx-måling (Thermo Environmental Inst., 10 A/R):			
Måleområde, fs:	± 1 % fs	ppm	139
Grund-usikkerhed:	± 2 % rel.	ppm	250
Temperatur:	± 1 % fs	t rum °C	22
Linieritet:	± 1 % fs		1.8
NO		NO ppm	106
NO2 konvertering:	- 0.03*NO2ppm ± 0.03*NO2ppm abs.	NO2 ppm	33
Tværfølsomhed CO2:	- 0.1*CO2% ± 0.1 % rel.		5.8
Tværfølsomhed H2O:	- 0.5*(0.6+0.06*td)% ± 0.5 % rel.	td °C	2.5
Tværfølsomhed NH3:	+0.6*NH3ppm ± 0.2*NH3ppm % abs.	NH3 ppm	0
Kalibreringsgas:	± 2 % rel.		2.0
NOx korrigeret:	ppm		141.6
Samlet usikkerhed ekskl usikkerhed på iltmåling:	±ppm		5.5
Samlet usikkerhed inkl. usikkerhed på iltmåling:	±ppm		6.9
UHC-måling (AAL, 523):			
Måleområde, fs:	± 1 % fs (min.± 1 ppm)	ppm	960
Grund-usikkerhed:	± 2 % rel.	ppm	2500
Temperatur:	± 1 % fs	t rum °C	22
Linieritet:	± 1 % fs		2.6
Repeterbarhed:	± 1 % fs		2.6
Kalibreringsgas:	± 2 % rel.		2.0
Samlet usikkerhed ekskl. usikkerhed på iltmåling:	±ppm		51.1
Samlet usikkerhed inkl. usikkerhed på iltmåling:	±ppm		58.2
UHC i % af indfyret	% af indf.		1.65
Usikkerhed på UHC i % af indfyret	±% relativt		6.00
Usikkerhed på UHC i % af indfyret	±%-point		0.10
CO2-måling (Hartmann & Braun, URAS 14):			
Måleområde, fs:	± 0.5 % fs	vol.%	5.7
Grund-usikkerhed:	± (0.3* t rum-t cal) % rel.	vol.%	12
Temperatur:	± 1 % fs	t rum °C	22
Linieritet:	± 2 % rel.		1.0
Kalibreringsgas:			0.2
Samlet usikkerhed:	±vol.%		0.2

Modificeret 20. Oktober 2000 af LJA.