

# PRØVNINGSRAPPORT

Dato: 2005.04.04

Rapportnr.: 300-ELAB-0958

Side 1 af 14

Initialer: KWI/SFR/MRI

Projektnummer: 1250396-05-05

Antal bilag: 4

---

**Rekvirent:** Kontaktperson: Carsten Primdal  
Firma: P&H Energy                      www.ph-energy.dk  
Adresse: Bjørnevej 8  
By: 7800 Skive  
Tlf.: 7023 8811                      Fax: 7023 8812

---

**Emne:** Automatisk biobrændselskedel  
Fabrikat: P&H Energy                      Type: PH-97  
Nominel effekt: 97 kW                      Brændsel: Træpiller  
   Korn (hvede)

---

**Terminer:** Emne modtaget: 2004.11.02  
Emne prøvet: 2004.11.04 - 2005.01.17

---

**Procedure:** Prøvning af fyringsanlæg efter DS/EN 303-5.

---

**Resultat:** Krav i henhold til EN 303-5 Klasse 3 ved træfyring er opfyldt.

---

**Bemærkninger:** Se side 2.

---

**Vilkår:** Prøvningen er udført i henhold til omstående vilkår fastlagt af DANAK samt i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår, august 1999. Prøvningsresultatet gælder udelukkende for det prøvede emne. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis laboratoriet skriftligt har godkendt uddraget.

---

**Sted:** Teknologisk Institut, Energilaboratoriet

**Dato:**

**Underskrift:** Kim Winther  
Civilingeniør, HD

## Bilag til rapporten:

- a) Tegninger af anlægget: Nr. A0035, A0036, A0037, 205-011-110
- b) Fotos af anlægget: 21 stk.
- c) Brugsanvisning og installationsvejledning: 1. udg. marts 2005 samt KAB-552 sept. 2002
- d) Teknisk information og mærkeplade

Bilagene forefindes separat.

## 1 Bemærkninger

Afprøvningen med korn er foretaget med det forhold, at korn ikke er et standardbrændsel i henhold til EN 303-5. Måleresultaterne er i resultatskemaerne, til orientering, sammenlignet med de krav, der gælder for standardbrændsler. Ved typegodkendelsen er der set bort fra kravet om støvemission. Der er ikke anvendt additiver under prøvningen.

## 2 Beskrivelse af anlægget

PH-97 er en kompakt fulldautomatisk stokerkedel til fyring med findelt fastbrændsel. Brændslet transporteres via en sluse fra eksternt brændselsmagasin til brændkammeret, hvor forbrændingen foregår under tilførsel af primær- og sekundærluft.

Kedlens reguleringssystem er baseret på trinløs regulering af brændstof- og lufttilførsel. Der foretages løbende måling af fremløbstemperatur, returtemperatur, røggastemperatur og iltindhold i røgen.

Kedlen er en svejst stålpladekedel med en konvektionsdel bestående af lodrette rektangulære kanaler uden turbulatorer. Det samlede hedebladeareal er ca. 9 m<sup>2</sup>.

Anlægget er forsynet med automatisk overrisling samt en faldskakt med lukkespjæld til sikring mod tilbagebrand.



Indstillinger på anlæg under prøvning:

Kedeltermostat (nominel): ..... 85 °C  
Kedeltermostat (lavlast): ..... 75 °C  
Maksimal luftmængde: ..... 85%  
Luftmængde ved lavlast: ..... Ca. 9-24%  
O<sub>2</sub> ved lavlast: ..... Ca. 11,5%<sub>vol</sub>  
Setpunkt for O<sub>2</sub> ved 100% ydelse: ..... 5,5%<sub>vol</sub>  
Setpunkt for O<sub>2</sub> ved 66% ydelse: ..... 6,5%<sub>vol</sub>  
Setpunkt for O<sub>2</sub> ved 33% ydelse: ..... 9,5%<sub>vol</sub>  
Setpunkt for O<sub>2</sub> ved 0% ydelse: ..... 14,5%<sub>vol</sub>

Hovedmål, samlet anlæg:

Længde: ..... Ca. 1900 mm  
Højde: ..... 1650 mm  
Bredde: ..... 825 mm  
Vægt: ..... Ca. 1250 kg

Fødesystem:

Type: ..... Sluse/faldskakt med lukkespjæld og indfødningsnegl  
Brændstofmotor: ..... 0,55 kW v. 1390 o/min.  
Stokerkanal: ..... 140 x 140 mm

Brænder:

Type: ..... Kanalbrænder beklædt med ildfaste sten  
Bredde: ..... 285 mm  
Højde: ..... 235 mm  
Dybde: ..... 580 mm  
Luftblæser 1: ..... 230 V, 176 W  
Luftblæser 2: ..... 230 V, 67 W  
Primærluft: ..... 3 stk. dyserør med 3 huller ø8,5 mm  
Sekundærluft: ..... 2 stk. dyserør med 30 huller ø8,5 mm

Kedel:

Type: ..... Svejst stålpladekedel  
Længde: ..... 1275 mm  
Vægt: ..... 1180 kg  
Vandindhold: ..... 290 l  
Fremløbstilslutning: ..... 5/4"  
Returtilslutning: ..... 5/4"

Sikkerhedsudstyr:

Kedeltermostat type: ..... Elektronisk  
Sikkerhedstermostat type: ..... STB  
Sikkerhedsvarmeveksler type: ..... Viklet spiral  
Ventil for sikkerhedskredsløb: ..... SYR  
Brandslukningsudstyr: ..... Termostatisk sprinkler

### 3 Prøvningsudstyr

Prøvestand og udstyr er opbygget i henhold til EN 303-5 og EN 304.

<b>Rack 3</b>			
<b>Instrument</b>	<b>Type</b>	<b>Sporbarhed</b>	<b>Nr.</b>
Datalogger	HP 34970A	DANAK 200	270-A-1509
PC	Amitech Pentium	-	270-A-1579
CO/CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> -måler	H & B Uras 14	-	270-A-1501
Trykmåler	Autotran 700	ELAB	270-A-1578
Varmeslange	Winkler	-	270-A-1495
Sonde	M & C	-	270-A-1479
Røgtemperaturføler	Type K	ELAB	270-A-1528
Rumtemperaturføler	Type K	ELAB	270-A-1527

<b>Prøvestand 4</b>			
<b>Instrument</b>	<b>Type</b>	<b>Sporbarhed</b>	<b>Nr.</b>
Vandflowmåler	0-11 m <sup>3</sup> /h	DANAK 200	270-A-1760
Vandtemperaturføler	Pt100 (frem)	DANAK 200	270-A-1306
Vandtemperaturføler	Pt100 (retur)	DANAK 200	270-A-1307
Gasmåler	IGA AC-5M	IGA	270-A-1474

<b>Øvrigt udstyr</b>			
<b>Instrument</b>	<b>Type</b>	<b>Sporbarhed</b>	<b>Nr.</b>
NO-måler	H&B Radas 2	-	270-A-1502
Converter	H&B CGO-K	-	270-A-1503
FID-analysator	M&A Thermo-Fid	-	270-A-1751
Varmeslange	Winkler	-	270-A-1753
Sonde	M & C	-	270-A-1752
Adiabatisk kalorimeter	-	IVC, Kemi	-
Spangas, CH <sub>4</sub>	Alpha-gaz	Hede Nielsen	270-A-1729-1
Spangas, CO/CO <sub>2</sub>	Alpha-gaz	Hede Nielsen	270-A-1727-3
Spangas, NO/SO <sub>2</sub>	Alpha-gaz	Hede Nielsen	270-A-1725-1
Nulgas, N <sub>2</sub>	Alpha-gaz	Hede Nielsen	270-A-1731-1
Dataopsamlingsprogram	DAQ ver. 1	-	-
Støvmålingsudstyr	Ströhlein	-	270-A-1330
Overfladetermometer	Technoterm 5500	DANAK 200	270-A-976
Vandsøjlemåler	ELAB	-	270-A-1759
Vægt (støv)	Mettler PC 440	ELAB	270-A-947
Vægt (fugt)	Mettler PJ6	ELAB	270-A-997
Vægt (kedel)	Sauter E/40-E2100	ELAB	270-A-0551
Vægt (brændsel)	Sauter 60 kg	ELAB	270-A-484

## 4 Krav til konstruktion m.v.

	Referenceafsnit i EN 303-5	Opfylder forskriften
<b>4.1 Generelle krav</b>		
Sikkerhed ved normal brug	4.1.1	Ja
<b>4.2 Krav til dokumentation</b>		
Tegninger	4.1.2.1	Ja
Kvalitetsmanual	4.1.2.2	Ja
Mærkeplade	7.1-7.2	Ja
Teknisk information	8.1	Ja
Brugsanvisning	8.2	Ja
<b>4.3 Krav til svejste stålpladekedler</b>		
Svejsernes kvalifikationer	4.1.3.1	*
Svejsesømme og materialer	4.1.3.2	*
Trykbærende konstruktioner	4.1.3.3	*
Mindste godstykkelse og tolerancer	4.1.3.4	*
<b>4.4 Krav til sikkerhed og design</b>		
Udluftning m.v.	4.1.5.1	Ja
Rensning af hedeplader	4.1.5.2	Ja
Inspektion af flamme	4.1.5.3	Ja
Vandtæthed	4.1.5.4	Ja
Løsdele	4.1.5.5	Ja
Vandtilslutninger	4.1.5.6	Ja
Termostatlommer	4.1.5.7	Ja
Termisk isolering	4.1.5.8	Ja
Lækager i røgsystem	4.1.5.10	Ja
Krav til temperaturkontrol ved åben ekspansion	4.1.5.11.1	Ja
Krav til temperaturkontrol ved lukket ekspansion	4.1.5.11.2	Ja
Brændselsmagasin	4.1.5.12	Ja (eksternt)
Askekammer	4.1.5.13	Ja
Sikkerhed ved automatisk brændseltilførsel	4.1.5.14.2	Ja
Tilbehør/fittings	4.1.5.15	Ja
Elektrisk sikkerhed	4.1.5.16	*

\* Ikke omfattet af denne rapport. Der henvises til fabrikantens EF-overensstemmelseserklæring.

## 5 Testresultater

### 5.1 Vandmodstand

Ækvivalent temperaturdifferens ved nominel ydelse	Vandflow	Trykfald
20 K	4,25 m <sup>3</sup> /h	23 mbar
10 K (trykfald beregnet)	8,50 m <sup>3</sup> /h	94 mbar

### 5.2 Lækagetest

Da kedlen opererer med undertryk i forbrændingskammeret, er der intet krav til lækageflow.

### 5.3 Overfladetemperaturer

	Målt temperatur	Tilladt grænse
Kedellåger mv., gennemsnit af 5 målinger	52 °C	+ 100 K
Kedelens underside, gennemsnit af 5 målinger	29 °C	+ 65 K
Håndtag som berøres under drift		
Metal og lignende materialer	60 °C	+ 35 K
Porcelæn og lignende materialer	-	+ 45 K
Plastic og lignende materialer	-	+ 60 K
Kedlens gennemsnitlige overfladetemperatur		
Gennemsnit af 10 punktmålinger	32 °C	-
Rumtemperatur	22 °C	-

### 5.4 Funktionskontrol

Fyringssystemet er delvist afbrydeligt, DS/EN 303.5 afsnit 4.1.5.11.2 b), og sikkerhedsudstyret omfatter derfor en driftstermostat, en sikkerhedstermostat med manuel genindkobling og en anordning til bortledning af kedlens restvarme.

Kedlens termostater er testet i henhold til DS/EN 303-5 afsnit 5.13. Anordning til bortledning af restvarme/overskudsvarme er testet efter afsnit 5.14.

	Målt temperatur	Tilladt grænse
Driftstermostat	88 °C	100 °C
Sikkerhedstermostat	95 °C	110 °C
Anordning til bortledning af kedlens restvarme	103 °C	110 °C
Temperatur på koldtvandsforsyning	11 °C	10-15°C
Tryk på koldtvandsforsyning	2 bar	2 bar

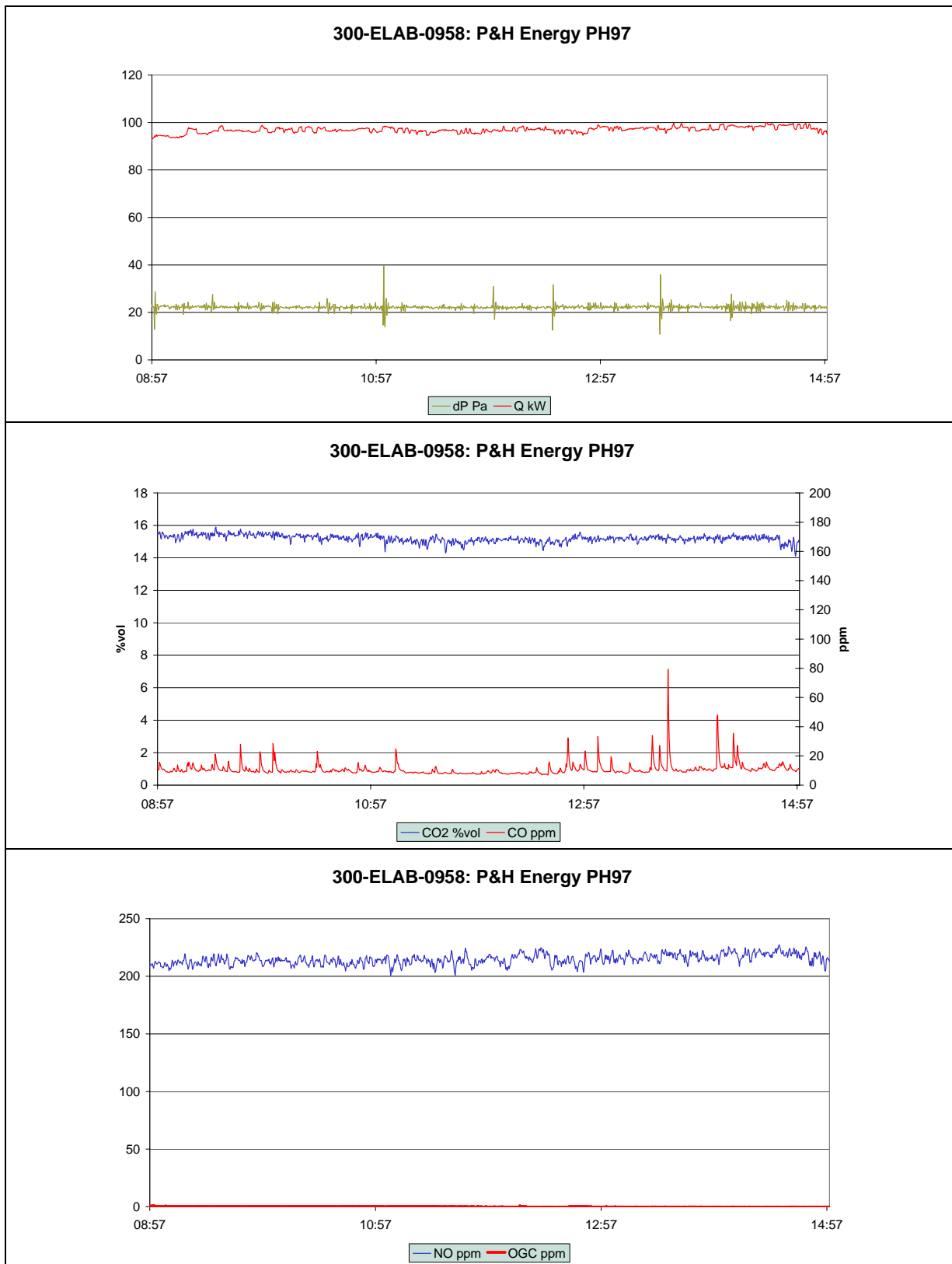
### 5.5 Trykprøvning af kedelsvøb

De nødvendige tests jf. DS/EN303-5 afsnit 5.4 gennemføres af fabrikanten.

## 5.6 Testresultater ved nominel ydelse på træpiller

Måling	Resultat	Krav
Returtemperatur	59,93 °C	
Fremløbstemperatur	76,50 °C	
Vandflow	5,14 m <sup>3</sup> /h	
Varmeydelse	97,51 kW	
Måletid	6,02 h	
Brændselsforbrug	21,14 kg/h	
Brændværdi	17842,0 J/g	
Vandindhold	7 %	
Indfyret effekt	104,77 kW	
Virkningsgrad	93,1 %	79 (Klasse 3) 84 (Østrig)
Rumtemperatur	22 °C	
Røgtemperatur	144 °C	
Skorstenstræk	22 Pa	40 (Maks.)
Røggasvolumenstrøm, trøg	208,8 m <sup>3</sup> /h	
Røggasmassestrøm	178,0 kg/h	
CO <sub>2</sub>	15,2 % <sub>vol</sub>	
Støv målt	64 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	
Støv v. 10% ilt	44 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	150 (Klasse 3)
Støv v. 13% ilt	32 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	150 (Tyskland)
Støv	20 mg/MJ	60 (Østrig)
CO	0,0011 % <sub>vol</sub>	
CO-emission ved 10% ilt	0,0007 % <sub>vol</sub>	
CO-emission ved 10% ilt	9 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	2500 (Klasse 3)
CO-emission ved 13% ilt	0,0068 g/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	2 (Tyskland)
CO-emission ved 13% ilt	7 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	2000 (Schweiz)
CO-emission	4 mg/MJ	500 (Østrig)
NO <sub>x</sub> v. 10% ilt (NO <sub>2</sub> -ækv.)	0,0148 % <sub>vol</sub>	
NO <sub>x</sub> v. 10% ilt (NO <sub>2</sub> -ækv.)	304 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	
NO <sub>x</sub> emission (NO <sub>2</sub> -ækv.)	141 mg/MJ	150 (Østrig)
OGC v. 10% ilt (CH <sub>4</sub> -ækv.)	0,0000 % <sub>vol</sub>	
OGC v. 10% ilt (C-ækv.)	0 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	80 (Klasse 3)
OGC-emission (C-ækv.)	0 mg/MJ	40 (Østrig)

Alle emissionsværdierne er angivet på basis af tør røggas.

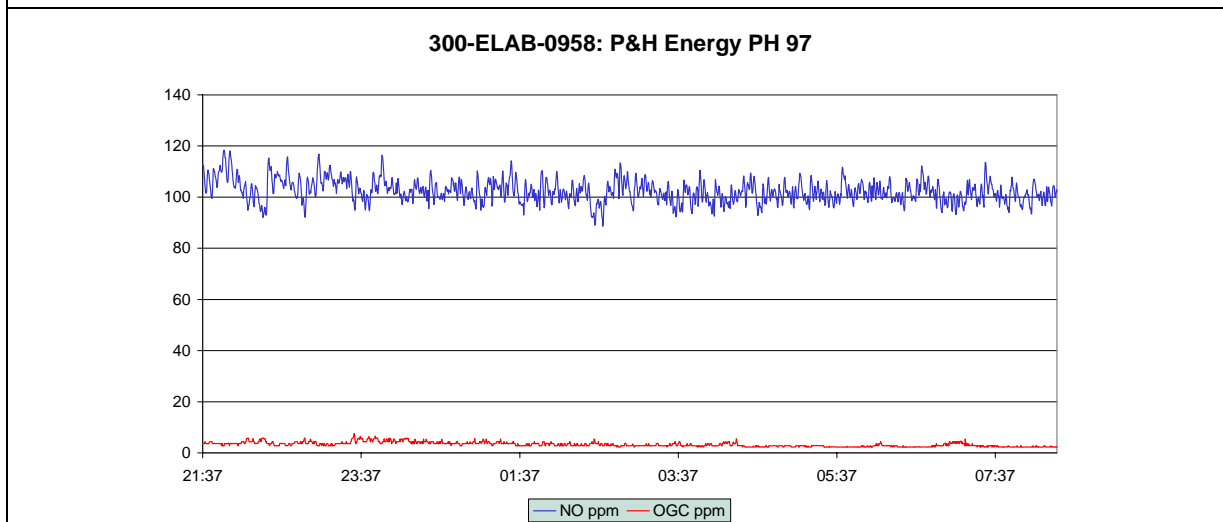
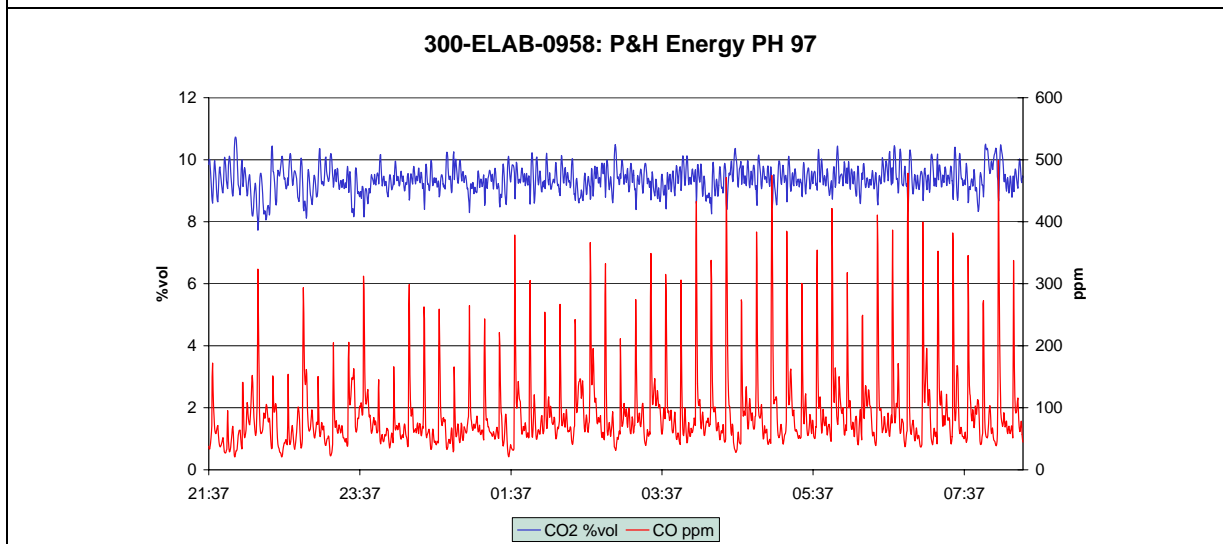
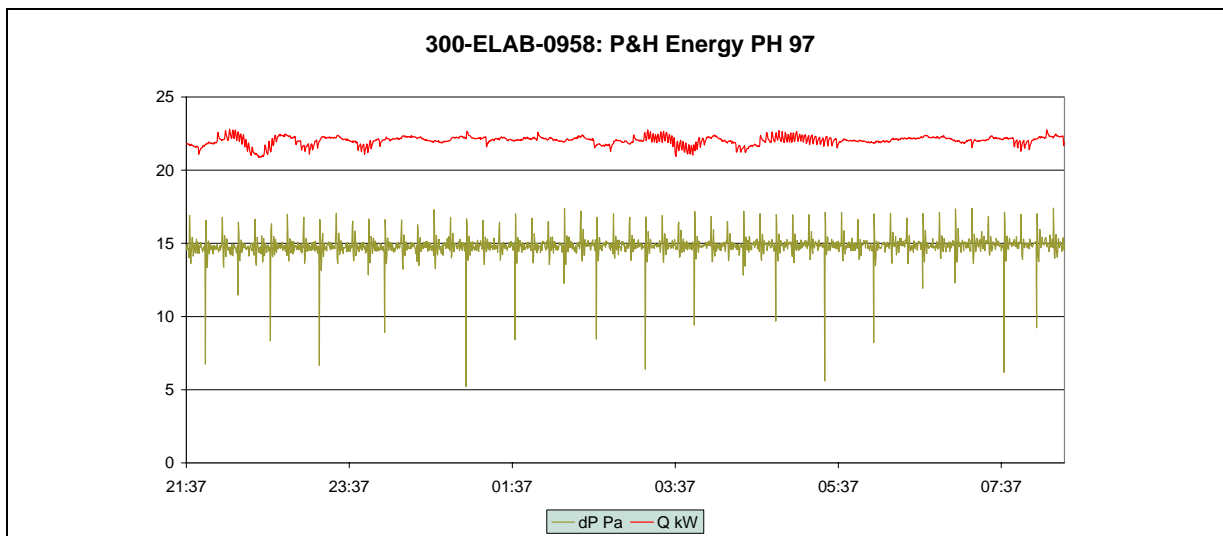




## 5.7 Testresultater ved laveste ydelse på træpiller

Måling	Resultat	Krav
Returtemperatur	59,67 °C	
Fremløbstemperatur	75,84 °C	
Vandflow	1,20 m <sup>3</sup> /h	
Varmeydelse	22,16 kW	
Måletid	10,78 h	
Brændselsforbrug	4,81 kg/h	
Brændværdi	17620 J/g	
Vandindhold	6,49 %	
Indfyret effekt	23,52 kW	
Virkningsgrad	94,2 %	(Klasse 3) 83 (Østrig)
Rumtemperatur	21 °C	
Røgteperatur	72 °C	
Skorstenstræk	15 Pa	37 (Maks.)
Røggasvolumenstrøm, trøg	61,0 m <sup>3</sup> /h	
Røggasmassestrøm	62,5 kg/h	
CO <sub>2</sub>	9,4 % <sub>vol</sub>	
Støv målt	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	
Støv v. 10% ilt	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	(Klasse 3)
Støv v. 13% ilt	mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	
Støv	mg/MJ	
CO (tør røggas)	0,0090 % <sub>vol</sub>	
CO-emission ved 10% ilt	0,0101 % <sub>vol</sub>	
CO-emission ved 10% ilt	126 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	2500 (Klasse 3)
CO-emission ved 13% ilt	0,0914 g/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	2 (Tyskland)
CO-emission ved 13% ilt	91 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	2000 (Schweiz)
CO-emission	59 mg/MJ	750 (Østrig)
NO <sub>x</sub> v. 10% ilt (NO <sub>2</sub> -ækv.)	0,0115 % <sub>vol</sub>	
NO <sub>x</sub> v. 10% ilt (NO <sub>2</sub> -ækv.)	235 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	
NO <sub>x</sub> emission (NO <sub>2</sub> -ækv.)	110 mg/MJ	150 (Østrig)
OGC v. 10% ilt (CH <sub>4</sub> -ækv.)	0,0004 % <sub>vol</sub>	
OGC v. 10% ilt (C-ækv.)	2 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	80 (Klasse 3)
OGC-emission (C-ækv.)	1 mg/MJ	40 (Østrig)

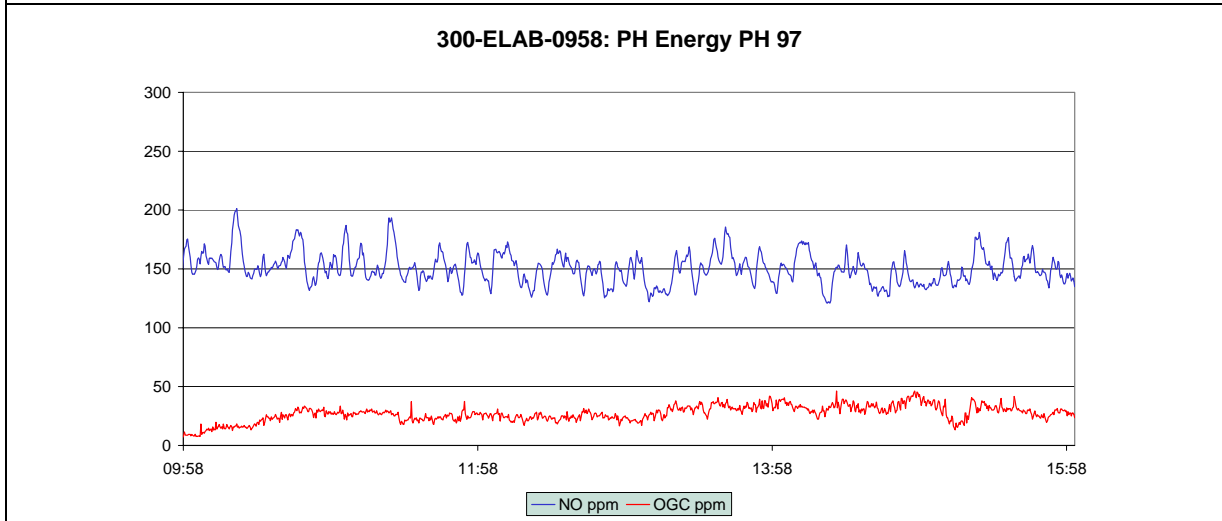
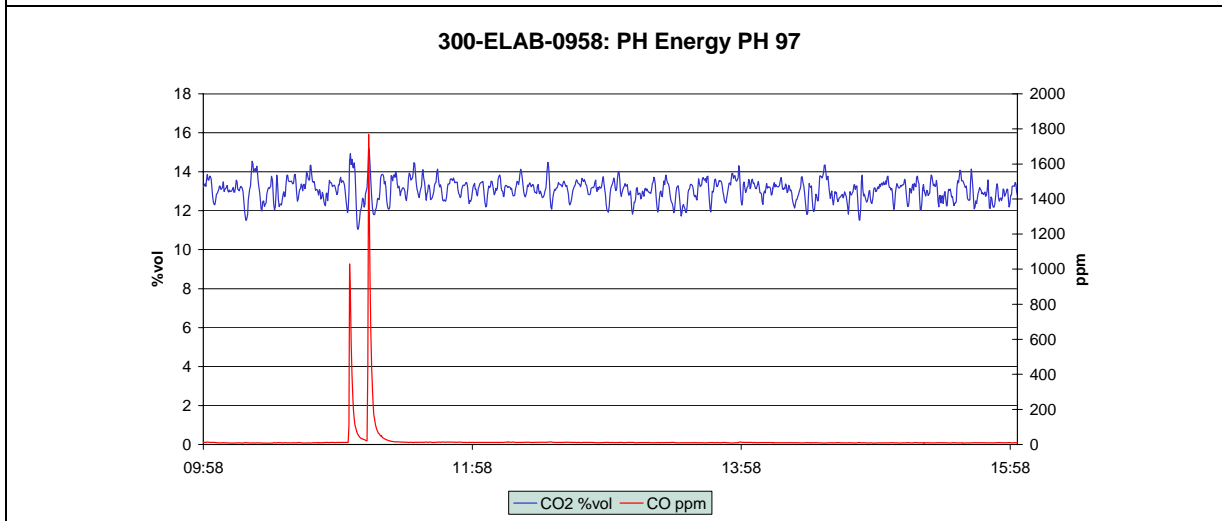
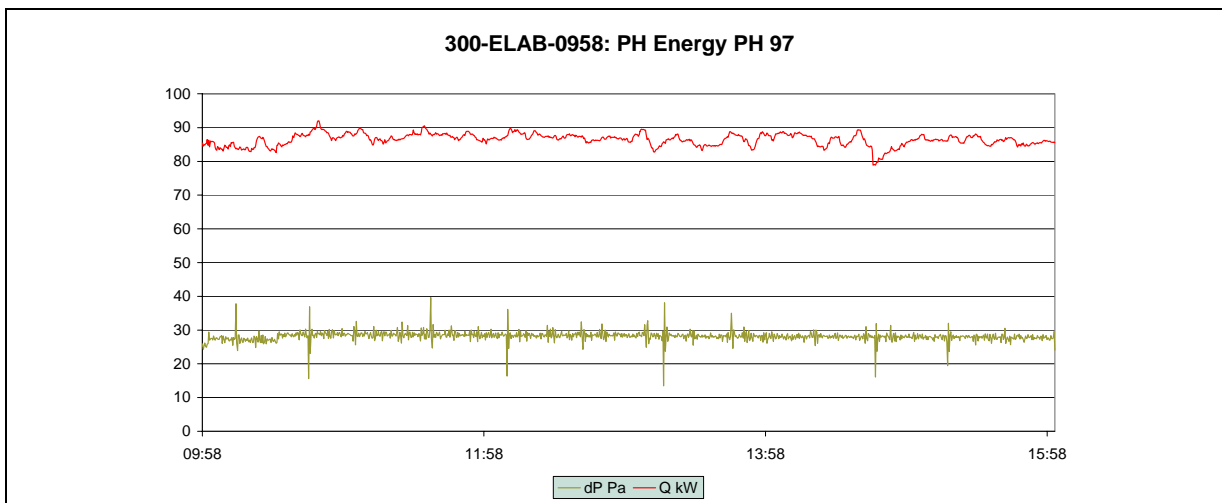
Alle emissionsværdierne er angivet på basis af tør røggas.



### 5.8 Prøvningsresultater ved nominel ydelse på korn

Måling	Resultat	Krav
Returtemperatur	59,94 °C	<i>(De viste grænseværdier gælder ved træfyring)</i>
Fremløbstemperatur	78,95 °C	
Vandflow	4,01 m <sup>3</sup> /h	
Varmeydelse	87,11 kW	
Måletid	6,05 h	
Brændselsforbrug	24,00 kg/h	
Vandindhold	13,0 %	
Brændværdi	14448 J/g	
Indfyret effekt	96,33 kW	
Virkningsgrad	90,4 %	79 (Klasse 3) 83 (Østrig)
Rumtemperatur	20 °C	39 (Maks.)
Røgtemperatur	147 °C	
Skorstenstræk	28 Pa	
Røggasvolumenstrøm	266,7 m <sup>3</sup> /h	
Røggasmassestrøm	224,4 kg/h	
CO <sub>2</sub>	13,1 % <sub>vol</sub>	
Støv målt	386 mg/m <sup>3</sup>	150 (Klasse 3) 150 (Tyskland) 60 (Østrig)
Støv ved 10% O <sub>2</sub>	300 mg/m <sup>3</sup>	
Støv ved 13% O <sub>2</sub>	218 mg/m <sup>3</sup>	
Støv-emission	171 mg/MJ	
CO målt	0,0021 % <sub>vol</sub>	2500 (Klasse 3) 2 (Tyskland) 2000 (Schweiz) 500 (Østrig)
CO ved 10% O <sub>2</sub>	0,0016 % <sub>vol</sub>	
CO ved 10% O <sub>2</sub>	20 mg/m <sup>3</sup>	
CO ved 13% O <sub>2</sub>	0,0148 g/m <sup>3</sup>	
CO ved 13% O <sub>2</sub>	15 mg/m <sup>3</sup>	
CO-emission	12 mg/MJ	
NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> ) ved 10% O <sub>2</sub>	0,0117 % <sub>vol</sub>	150 (Østrig)
NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> ) ved 10% O <sub>2</sub>	240 mg/m <sup>3</sup>	
NO <sub>x</sub> -emission (NO <sub>2</sub> )	137 mg/MJ	
OGC (CH <sub>4</sub> ) ved 10% O <sub>2</sub>	0,0024 % <sub>vol</sub>	80 (Klasse 3) 40 (Østrig)
OGC (C) ved 10% O <sub>2</sub>	13 mg/m <sup>3</sup>	
OGC-emission (C)	7 mg/MJ	

Alle emissionsværdierne er angivet på basis af tør røggas.



## 5.9 Prøvningsresultater ved laveste ydelse på korn

Måling	Resultat	Krav
Returtemperatur	59,67 °C	<i>(De viste grænseværdier gælder ved træfyring)</i>
Fremløbstemperatur	74,62 °C	
Vandflow	1,09 m <sup>3</sup> /h	
Varmeydelse	18,71 kW	
Måletid	17,40 h	
Brændselsforbrug	5,16 kg/h	
Vandindhold	13,6 %	
Brændværdi	15188 J/g	
Indfyret effekt	21,76 kW	
Virkningsgrad	86,0 %	
Rumtemperatur	19 °C	36 (Maks.)
Røgtemperatur	68 °C	
Skorstenstræk	15 Pa	
Røggasvolumenstrøm	84,6 m <sup>3</sup> /h	
Røggasmassestrøm	87,5 kg/h	
CO <sub>2</sub>	6,8 % <sub>vol</sub>	
CO målt	0,0026 % <sub>vol</sub>	2500 (Klasse 3) 2 (Tyskland) 4000 (Schweiz) 750 (Østrig)
CO ved 10% O <sub>2</sub>	0,0040 % <sub>vol</sub>	
CO ved 10% O <sub>2</sub>	50 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	
CO ved 13% O <sub>2</sub>	0,0361 g/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	
CO ved 13% O <sub>2</sub>	36 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	
CO-emission	27 mg/MJ	
NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> ) ved 10% O <sub>2</sub>	0,0093 % <sub>vol</sub>	150 (Østrig)
NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> ) ved 10% O <sub>2</sub>	190 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	
NO <sub>x</sub> -emission (NO <sub>2</sub> )	102 mg/MJ	
OGC (CH <sub>4</sub> ) ved 10% O <sub>2</sub>	0,0001 % <sub>vol</sub>	80 (Klasse 3) 40 (Østrig)
OGC (C) ved 10% O <sub>2</sub>	0 mg/m <sub>n</sub> <sup>3</sup>	
OGC-emission (C)	0 mg/MJ	

Alle emissionsværdierne er angivet på basis af tør røggas.

