

---

---

Rapport SGC 058

DEMONSTRATION AV LÅG-NO<sub>x</sub>-BRÄNNARE  
I VÄXTHUS

Bent Karll  
Bo Tegen Nielsen

Dansk Gasteknisk Center a/s

Februari 1995



---

---

Rapport SGC 058  
ISSN 1102-7371  
ISRN SGC-R--58--SE

Rapport SGC 058

# DEMONSTRATION AV LÅG-NO<sub>x</sub>-BRÄNNARE I VÄXTHUS

Bent Karll  
Bo Tegen Nielsen

Dansk Gasteknisk Center a/s

Februari 1995

## **FÖRORD**

Denna rapport är en översättning av en dansk rapport med titeln "Demonstration af lav-NO<sub>x</sub>-brænder i væksthuse" utgiven i februari 1995 av Dansk Gasteknisk Center. Rapporten utgör resultat av ett demonstrationsprojekt i vilket även Svenskt Gastekniskt Center medverkat med ekonomiskt projektstöd.

**SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB**

**Jörgen Thunell**

# DEMONSTRATION AV LÅG-NO<sub>x</sub>-BRÄNNARE I VÄXTHUS

## Innehåll

		<u>Sid</u>
1a	Sammanfattning	1
1b	Summary	1
2	Inledning	2
3	Bakgrund	2
4	Målsättning	2
5	Anläggningsbeskrivning	3
6	Brännarkaraktäristik	3
7	Etylen-emission	5
8	Mätningar under drift med intrimmad brännare	6
9	Diskussion	6

Figurerna 1-6 (på danska)

Bilagorna 1-6 (på danska, dock bilaga 5 på svenska)

## 1a Sammanfattning

Projektets målsättning var att etablera en referensanläggning i ett trädgårdsmästeri för en ny typ av låg-NO<sub>x</sub>-brännare med flerstegsförbränning och intern rökgasåterföring samt att dokumentera denna tekniks möjligheter och driftdata.

I projektet utnyttjades tre brännarkonfigurationer: standardbrännare, extern rökgasåterföring och låg-NO<sub>x</sub>-brännare.

Utprovnigen omfattar brännarkaraktäristiken, dvs emissionen av CO och NO<sub>x</sub> som funktion av rökgasens O<sub>2</sub>-innehåll vid flera olika effektnivåer.

Med var och en av de tre brännarna korrekt intrimmade har dessutom utförts emissionsmätningar under normal drift.

Karaktäristiken för brännarna visar att NO<sub>x</sub>-emissionen minskar med fallande O<sub>2</sub>-innehåll i rökgaserna och en av slutsatserna är att det bästa driftresultatet uppnås med inreglering till lägsta möjliga O<sub>2</sub>-halt, både när det gäller låg emission och låga rökgasförluster.

Med användning av låg-NO<sub>x</sub>-brännare kan doseringen av CO<sub>2</sub> till växthuset fördubblas jämfört med standardbrännare eftersom NO<sub>x</sub>-halten i rökgaserna halveras.

Med hänsyn till brännarnas användning i trädgårdsmästerier har det även utförts mätningar av etylen i rökgaserna, eftersom plantorna är speciellt känsliga för denna gas. Man har endast funnit spår av etylen i proven och slutsatsen är att etylenhalten är utan praktisk betydelse.

## 1b Summary

The purpose of the project was to create a reference plant in a greenhouse for the new type of low-NO<sub>x</sub>-burner using multi stage burning and internal flue gas recirculation for emission reduction, and also to evaluate operational data and the possibilities of this new technique.

The project was carried out with three burner configurations – a standard burner, a burner with external flue gas recirculation and a low-NO<sub>x</sub>-burner.

The emissions of CO and NO<sub>x</sub> were measured as a function of the O<sub>2</sub>-content in the flue gases for several different power levels. With every one of the three burners correctly trimmed, measurements were also made during normal operation.

The characteristics of the burners show that the NO<sub>x</sub>-emission decreases with decreasing O<sub>2</sub>-content in the flue gases. The conclusion is that the best operation conditions, both concerning the emissions and flue gas losses, exist when the regulator is set at the lowest possible O<sub>2</sub>-content.

Using the low-NO<sub>x</sub>-burner the CO<sub>2</sub>-dosage to the greenhouse can be doubled in relation to the situation with the standard burner. This is due to the fact that the NO<sub>x</sub>-dosage from the low-NO<sub>x</sub>-burner is half of that from the standard burner.

Plants, also in greenhouses, are quite sensitive to ethylene in the atmosphere. Therefore the ethylene content in the flue gases were measured. Only small traces of ethylene were found and the conclusion was that this had no practical effect on the growth of the plants in the greenhouse.

## 2 Inledning

Projektet har genomförts som ett samarbetsprojekt med deltagande av:

- DEG, Agurkedyrkerforeningen
- Max Weishaupt A/S
- Svenskt Gastekniskt Center AB
- Dansk Gasteknisk Center a/s

Projektet är utfört hos:

Gurkodlare Remy Christiansen  
Kildebrøndevej 36  
DK-2670 GREVE

som välvilligt ställt sitt trädgårdsmästeri till förfogande för demonstrationen och som också praktiskt medverkat vid projektets genomförande.

## 3 Bakgrund

Den tekniska utvecklingen av brännare med ständigt lägre emissionsvärden påskyndas av skärpta nationella och lokala gränsvärden. I Sverige har införts en  $\text{NO}_x$ -avgift på 40 kr per kg för anläggningar över 10 MW, vilket medfört ett starkt intresse från industrins sida att sänka  $\text{NO}_x$ -utsläppen.

Utvecklingen i Danmark förmodas också gå i riktning mot lägre gränsvärden, liksom i Tyskland och Holland, men för närvarande är det endast ett incitament i vissa tillämpningar som t ex för växthus där rökgaserna från värmepannan används för  $\text{CO}_2$ -gödning. Vid måttlig  $\text{CO}_2$ -tillsats kan standardbrännare användas, eftersom rökgaserna späds ut så mycket att  $\text{NO}_x$ -innehållet inte skadar plantorna. Vid högre  $\text{CO}_2$ -tillsats är det nödvändigt att utnyttja låg- $\text{NO}_x$ -brännarteknik.

De första kommersiella låg- $\text{NO}_x$ -brännarna var baserade på extern rökgasåterföring, men utvecklingen går i riktning mot flerstegsförbränning med intern rökgasåterföring och därmed lägre emission. Detta är billigare och enklare än extern återföring av rökgaserna.

Det finns således behov av att genom en demonstration göra sig bekant med de problemställningar som är förknippade med respektive teknik.

## 4 Målsättning

Projektet har genomförts vid ett trädgårdsmästeri där rökgaserna från en av de naturgaseldade värmepannorna används för  $\text{CO}_2$ -gödning i växthusen. Det är därför av speciellt intresse att hålla emissionerna av CO och  $\text{NO}_x$  vid så låga nivåer som möjligt.

Inom projektet har använts tre olika brännarkonfigurationer:

- Standardbrännare
- Brännare med extern rökgasåterföring
- låg- $\text{NO}_x$ -brännare

Projektspecifikationerna föreskrev att man inom mätprogrammet skulle dokumentera driftdata och användningsmöjligheter för de tre brännarkoncepten samt att mätningarna

skulle omfatta emissionsnivåer, driftstorheter, rökgasförluster och andra värden av betydelse för praktiska tillämpningar.

Eftersom brännarna används i växthus föreskrevs också mätning av etylen i rökgaserna vid sådana tillfällen då man kunde misstänka att etylen bildats. Plantor är speciellt känsliga för etylengas.

Med projektet ville man också etablera en referensanläggning för den nya typen av låg- $\text{NO}_x$ -brännare i en större gaseldad pannanläggning samt att dokumentera teknikens möjligheter och driftdata.

## 5 Anläggningsbeskrivning

Installationen består av:

- *Panna:* HAKA Compact WT/MW tredragspanna på 1 000 kW. Eldstadens diameter 940 mm, längd 2 670 mm och volym 1,85 m<sup>3</sup>. Eldstadsbelastning 0,54 MW/m<sup>3</sup>.
- *Brännare:* Weishaupt G7/1-D, utförande ZD. Effekt 300 - 1 750 kW, 2-stegs glidande kapacitetsreglering

Före projektets start byggdes brännaren om till fullmodulerande kapacitetsreglering. Detta utförande användes under alla proven.

Efter ombyggnaden fick brännaren beteckningen G7/1-D, utförande ZMA, effekt 150 - 1 750 kW.

En principbild av brännarinstallationen med en rörledning för extern rökgasåterföring visas i figur 1. Av figuren framgår att återcirkulationen åstadkommes med den normala brännarfläkten. Typbeteckning G7/1-D, utförande ZM, effekt 300 - 1 575 MW.

Weishaupts nya "NA-brännarhuvud ( $\text{NO}_x$ -Arm) kan monteras på standardbrännaren genom en mindre ombyggnad och detta förväntas ge en  $\text{NO}_x$ -reduktion med upp till 50 %. Det finns på marknaden brännare med lägre  $\text{NO}_x$ -emission men lösningen är ändå intressant eftersom ombyggnaden är billig och enkel och eftersom det redan finns ett stort antal Weishaupt-brännare i drift. Typbeteckning G7/1-D, utförande ZMA-NA, effekt 150-1 550 kW.

Ombyggnaden av standardbrännaren med glidande tvåstegsreglering till fullmodulerande "NA"-brännare omfattade ombyggnadsdelar till en total kostnad av DKK 23 000 (SEK 28 000).

Uppbyggnaden av standardbrännaren och montage av det nya brännarhuvudet framgår av figur 2. Flamröret kan förskjutas axiellt och läget anpassas till eldstadsmottrycket och brännareffekten. De aktuella mätningarna har utförts med inställningen  $x = 39$  mm.

Under mätningarna varierade panntemperaturen inom intervallet 60 - 90°C.

Pannan täcker bara en mindre del av värmebehovet, varför den kan köras kontinuerligt när det finns behov av  $\text{CO}_2$ -tillsats.

## 6 Brännarkaraktäristik

Karaktäristiken omfattar emissionen av CO och  $\text{NO}_x$  som funktion av rökgasens  $\text{O}_2$ -innehåll. Mätningarna har utförts vid flera olika brännareffekter för varje brännartyp.

För brännaren med extern rökgasåterföring är emissionen av CO och NO<sub>x</sub> mycket starkt beroende av rökgasandelen. Karaktäristiken för denna brännartyp är därför angiven på så sätt att den i stället visar emissionerna som funktion av andelen återförd rökgas till förbränningsluften.

Vid mätningarna inställs först brännareffekten på den önskade nivån. Därefter frigörs de mekaniska förbindelserna till luftspjället och spjället för återcirkulerad rökgas och luftmängden ställs in manuellt i små steg från 1 till 6 % O<sub>2</sub> i rökgasen. Efter varje inställning får förhållandena stabilisera sig innan mätning sker.

Mätpunkternas placering framgår av figur 1 där de numrerats 0, 1 och 2. Mät punkt 0 sitter i tillförselledningen för förbränningsluften. Dessutom finns en mät punkt i ledningen för gastillförsel.

Den använda mätutrustningen beskrivs i bilaga 5.

Alla primära mätvärden avser volymandelar i torrt tillstånd och de korrigerade mätvärdena gäller vid 3 % O<sub>2</sub>-halt. Tabellvärdena för NO<sub>x</sub> utgörs av summan av NO och NO<sub>2</sub>, och omräkningen till mg/MJ har gjorts under förutsättning att all NO omvandlas till NO<sub>2</sub>, varvid mängden blir den största möjliga.

Värdena för de tre brännarna återfinns i tabellform i bilagorna 1, 2 och 3 och i diagramform i figurerna 3, 4 och 5. I diagrammen är enheten mg/MJ och i tabellerna är emissionerna dessutom angivna i ppm vid 3 % O<sub>2</sub>-halt.

Standardbrännaren är avprovad från 150 till 930 kW. Vid högsta effekten går syrgashalten ej att höja över 2,1 %.

Brännaren har en NO<sub>x</sub>-emission som stiger från 30 till 40 mg/MJ när luftöverskottet stiger från 1 % O<sub>2</sub> till 6 % O<sub>2</sub>.

Vid mycket låg effekt är emissionen som lägst, men i övrigt ändrar sig emissionen obetydligt med effekten.

CO-halten stiger kraftigt då syrgashalten minskar till värden lägre än 1,5 % (brytpunkten för CO). Mellan 1,5 och 6 % syrgashalt är CO-emissionen strängt taget noll.

NA-brännaren är avprovad från 230 till 980 kW. Vid högsta effekten kan syrgashalten ej höjas över 1,9 %.

Brännarens NO<sub>x</sub>-emission stiger från 17 till 23 mg/MJ då syrgashalten ökas. Detta motsvarar 43 % reduktion i förhållande till standardbrännaren i ytterlighetspunkterna, medan reduktionen är 50 % vid 3 % O<sub>2</sub>-halt. Vid de lägsta effekterna stiger emissionen och är upp till 5 mg/MJ högre än vid medel- och maxlast. Detta beror troligen på sämre intern återcirkulation vid den lägre genomströmningen.

Liksom för standardbrännaren är CO-halten nära noll inom O<sub>2</sub>-intervallet 1,5 - 6 %.

Det skall noteras att den aktuella inställningen av brännarhuvudet begränsar effekten i förhållande till standardbrännaren så tillvida att den lägsta lasten är 230 kW (standardbrännaren 150 kW). Maximal effekt påverkas däremot inte.

Standardbrännare med rökgasåterföring är avprovad från 240 till 860 kW. Vid högsta effekten är det ej möjligt att åstadkomma en syrgashalt högre än 2,6 % och återcirkulerad rökgasandel är begränsad till 5 %.

Brännaren uppvisar en minskande NO<sub>x</sub>-emission när andelen återcirkulerad rökgas i förbränningsluften ökar (uträknat som den torra volymetriska andelen). Vid 20 % rökgasandel är NO<sub>x</sub>-reduktionen 60 %. Detta gäller för alla effektnivåer.



Den spridning som ses i resultaten orsakas av att mätningarna är utförda med varierande syrgashalt i rökgasen. Syrgashalten varierar mellan 1,5 och 5 %. De lägsta  $\text{NO}_x$ -värdena i bandet av mätvärden representerar mätningar nära brytpunkten. De högsta mätvärdena erhöles vid 4-5 %  $\text{O}_2$  i rökgasen.

CO-emissionen kan inte bedömas utifrån diagrammen med återcirkulerad rökgasandel på x-axeln. Ur tabellen i bilaga 3 kan man däremot utläsa att brytpunkten ligger vid 1 à 2 %  $\text{O}_2$ . Topparna i diagrammet är mätta i brytpunkten och det finns ingen CO-emission i det reglerbara effektområdet.

Både brännareffekten och rökgasandelen begränsas av flätkapaciteten. Som framgår av figur 1 har man inte installerat någon separat fläkt för rökgasåteföringen och brännarfläkten får därför själv suga in såväl rökgas som förbränningsluft till brännaren.

Högsta effekt är begränsad till 860 kW. Vid denna effekt och 10 % rökgasåteföring kan man som högst uppnå 2 %  $\text{O}_2$  i pannutloppet. Detta är dock allt för kritiskt som inregleringsvärde och brännarens maximala effekt bör därför antingen begränsas ytterligare eller att brännarhuvudet öppnas mer.

Lägsta effekt är 240 kW. Vid denna effekt och 15 % rökgasandel kan man notera en begynnande CO-bildning och en viss instabilitet. Rökgasandelen bör därför i praktiken vara mindre vid denna effektnivå eller också måste minimaleffekten sättas högre. Skall man följa brännarspecifikationen så är lägsta effekt 300 kW.

## 7 Etylen-emission

Under upptagning av brännarkaraktäristiken togs torra rökgasprover ut från mätpunkt 2. Rökgasen pumpades genom konditioneringsapparaten och proverna samlades därefter upp på glasflaskor som stängdes till med ett gummimembran.

Etylen-analyserna utfördes på Plantefysiologisk Laboratorium vid Institutet for plantebiologi, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, se bilaga 6.

Analyserna utfördes på prover från såväl standardbrännaren som NA-brännaren och proverna togs vid sådana drifttillstånd som medförde störst chans för emission av oförbränt. Emissionen av CO utnyttjades som indikation på kritiska tillstånd och det togs prover både i brytpunkter för CO och vid extremt högt luftöverskott vid låg och hög effekt, se tabell 1.

Brännare	Prov nr	Effekt kW	$\text{O}_2$ vol-%	CO ppm	Etylen ppm
Standard	2640	150	9,4	100	<0,01
–	3050	150	12,0	660	0,50
–	3725	150	2,0	12	0
–	7815	676	0,85	25	0
–	10600	935	0,92	12	0
NA-brännare	3041	985	1,0	13	0
–	5877	952	0,47	209	<0,01
–	13590	232	8,3	34	0
–	15783	232	1,33	12	0

Tabell 1. Etylen-emission

## 8 Mätningar under drift med intrimmad brännare

Med var och en av de tre brännarna korrekt inreglerade utfördes två normala starter följda av en stegvis uppgång till full effekt. Under hela förloppet registrerades samma mätvärden som vid upptagning av brännarkarakteristiken. På så sätt kartlades hela det normala driftområdet.

Mätvärdena för de tre brännarkonfigurationerna återfinns i bilaga 4.  $\text{NO}_x$ -emissionen visas som funktion av effekten i figur 6. I figuren är enheten mg/MJ men i bilagan är emissionen dessutom angiven i ppm vid 3 %  $\text{O}_2$ .

Vid stopp och start av brännarna uppstår kortvarigt höga CO-utsläpp. Det var inte möjligt att uppskatta den samlade mängden CO.

Under utprovnigen har inga resonansfenomen uppstått och både standardbrännaren och NA-brännaren har fungerat utan problem.

Standardbrännaren med extern rökgasåterföring visade tecken på kondensation i brännaren vid låg last. Problemet hade tidigare uppenbarat sig under normal drift och under uppkörning, vilket efter ett tag ledde till att brännaren fick svårt att starta. Erfarenheten visar således att systemet inte är lämpligt för installationer med låg utgångstemperatur. En återuppvärmning av rökgasen innan den når brännaren skulle förmodligen hjälpt, men detta har ej provats.

## 9 Diskussion

### *NO-emissionens beroende av luftöverskottet*

Karakteristiken för brännarna visar att NO-halten avtar med fallande syreinhåll i rökgasen. Den slutsats som kan dras är därför att bästa drifttillstånd uppnås med lägsta syrehalt, såväl när det gäller låg emission som små rökgasförluster.

Alla tre systemen kan med fördel utnyttja  $\text{O}_2$ -styrning.

### *Emissionsvärden i förhållande till skadliga nivåer*

Danska undersökningar kring krukväxternas känslighet för NO och  $\text{NO}_2$ , utförda vid koncentrationer kring 1 ppm (vol), visar att det är mycket stor skillnad på olika plantors reaktion, allt ifrån stor känslighet till positiva verkningar av  $\text{NO}^1$ .

Det ligger utanför ramen för denna undersökning att gå in på de olika växternas speciella förhållanden. I stället har valts att visa betydelsen av brännarnas emissioner i relation till några generella värden på föroreningshalter som ger skador på växter.

Dansk Erhvervsgartnerforening refererar till holländska undersökningar och anger följande gränsvärden för långvarig påverkan (tabell 2).

<sup>1)</sup> Saxe, H: Relative sensitivity of Greenhouse pot plants to long-term exposures of NO- and  $\text{NO}_2$ -containing air. Environmental Pollution 85 (1994) pp. 283-290.

Luftförorening	Gränsvärde
CO <sub>2</sub>	1600 ppm
NO	250 ppm
NO <sub>2</sub>	100 ppb
SO <sub>2</sub>	15 ppb
Etylen	20 ppb
Ozon	30 ppb

Tabell 2. Gränsvärden för skador på plantor (viktsvärden)

Av tabell 2 framgår att maximal CO<sub>2</sub>-tillsats i ett växthus ej bör överstiga 1600 ppm. Om CO<sub>2</sub>-innehållet i rökgasen uppgår till 10 vol-% eller 14,9 vikts-% så måste det alltså till en utspädning i växthuset med en faktor 100.

Utan att känna till inmatningsförhållandena i det aktuella växthuset är det ej möjligt att bedöma hur stora variationer i utspädningen som lokalt kan förekomma i växthuset. Man får emellertid anta att sådan utspädning kan åstadkommas och att CO<sub>2</sub>-halten inte överstiger 1 600 ppm på något ställe i växthuset, vilket innebär att utspädningen i praktiken blir minst en faktor 100.

Gränsvärdet för etylen är 20 ppb enligt tabell 2. Med en utspädning 100 gånger kan rökgasen således få innehålla 2 ppm etylen innan den sprids ut i växthuset. Inga utförda etylenanalyser visar på så högt etyleninnehåll.

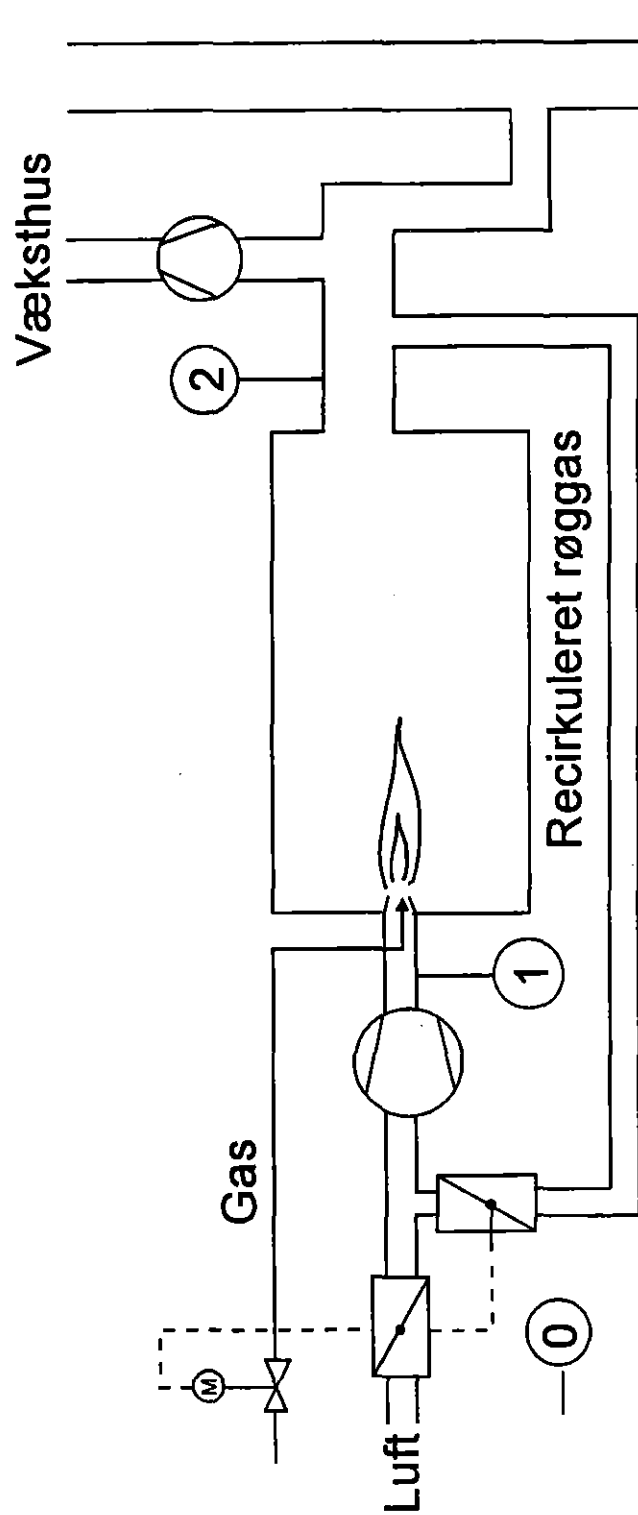
Det högsta uppmätta etylen-värdet ligger vid 0,5 ppm i fallet med standardbrännare och vid ett realistiskt drifttillstånd med 12 % O<sub>2</sub> i rökgasen och mycket högt CO-värde. I alla övriga prov är etylen-halten mindre än 0,01 ppm och i vissa fall under detekteringsgränsen. Rökgasens etylen-innehåll har således ingen praktisk betydelse för växterna.

Gränsvärdet för NO är satt till 250 vikts-ppb. Med en utspädningsfaktor 100 svarar detta mot 25 vikts-ppm eller 21 vol-ppm i rökgasen. NA-brännaren ligger över detta värde och ger 30-35 vol-ppm, se bilaga 4. Det är således NO<sub>x</sub>-innehållet i rökgasen som är gränssättande för rökgastillförseln till växthuset.

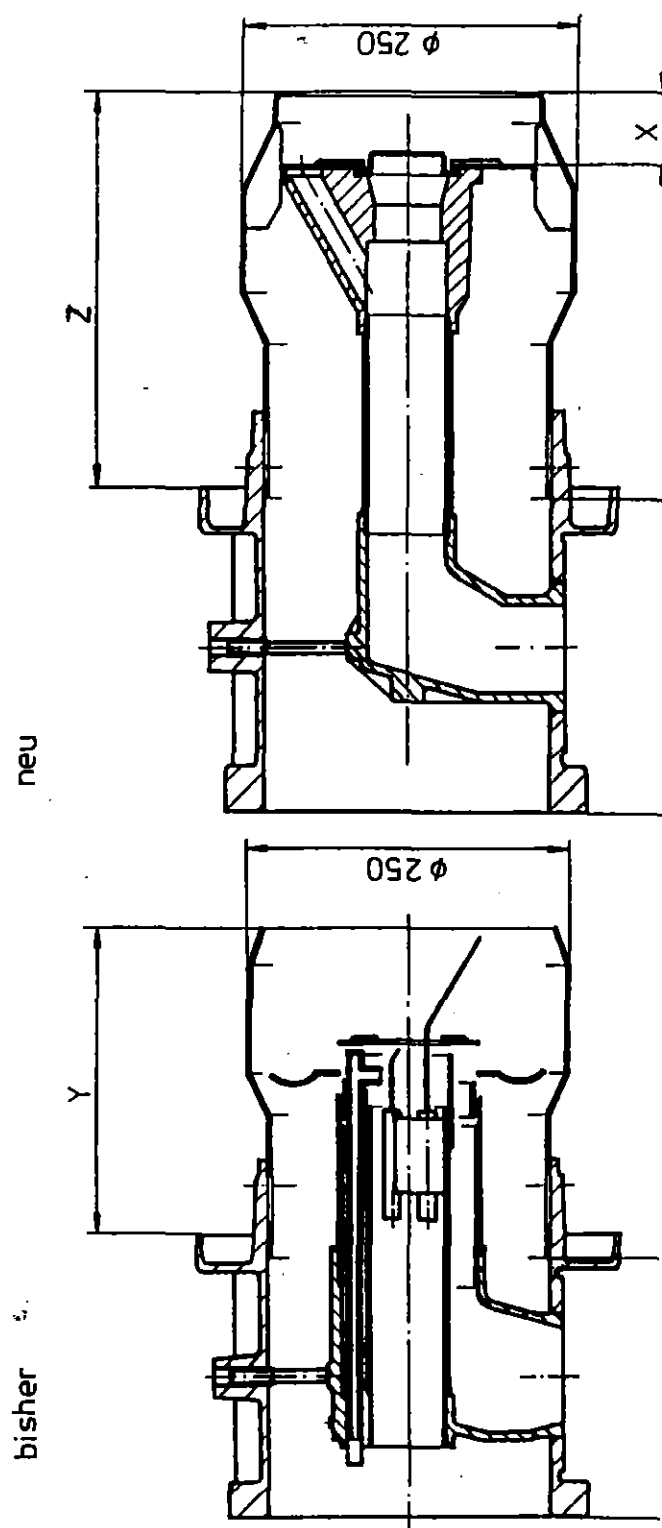
Om rökgasen innehåller 35 ppm NO<sub>x</sub> så måste utspädningen uppgå till minst en faktor 133 för att ej gränsvärdet skall överskridas. Vid denna utspädning kommer CO<sub>2</sub>-halten i växthuset att stanna vid 1 100 ppm om CO<sub>2</sub>-innehållet i den outspädda rökgasen är 14,9 vikts-%.

NO<sub>x</sub>-värdena för standardbrännaren är enligt bilaga 4 ungefär dubbelt så höga som för NA-brännaren. Eftersom NO<sub>x</sub>-halten enligt ovan är gränssättande för mängden rökgas som kan blåsas in i växthuset innebär det att halva rökgasmängden kan blåsas in jämfört med NA-brännaren, vilket i sin tur medför att även CO<sub>2</sub>-halten i växthuset halveras.

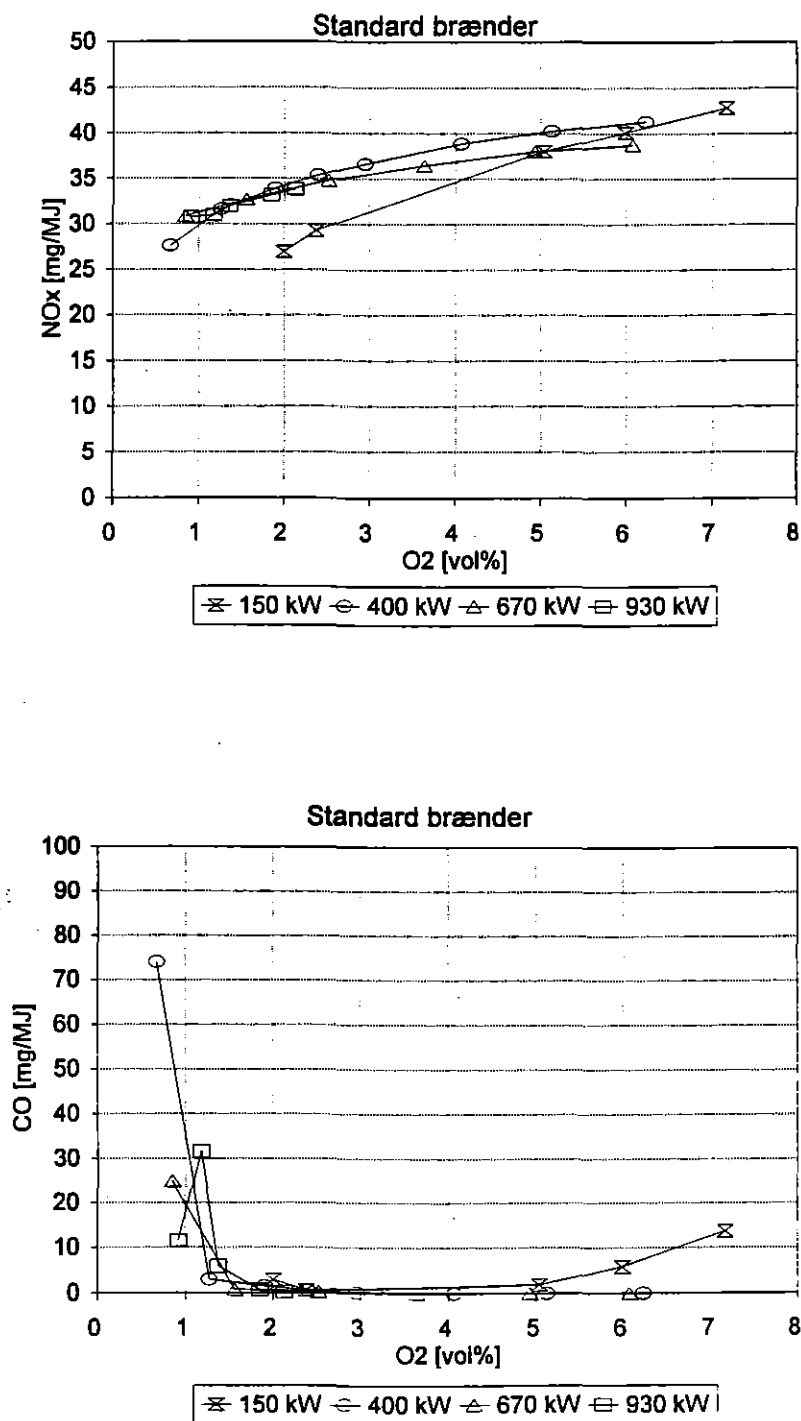
Inblåsningen av rökgas i växthuset kan med fördel avbrytas strax innan brännaren startas eller stoppas, varvid höga CO-koncentrationer vid dessa tillfällen undviks.



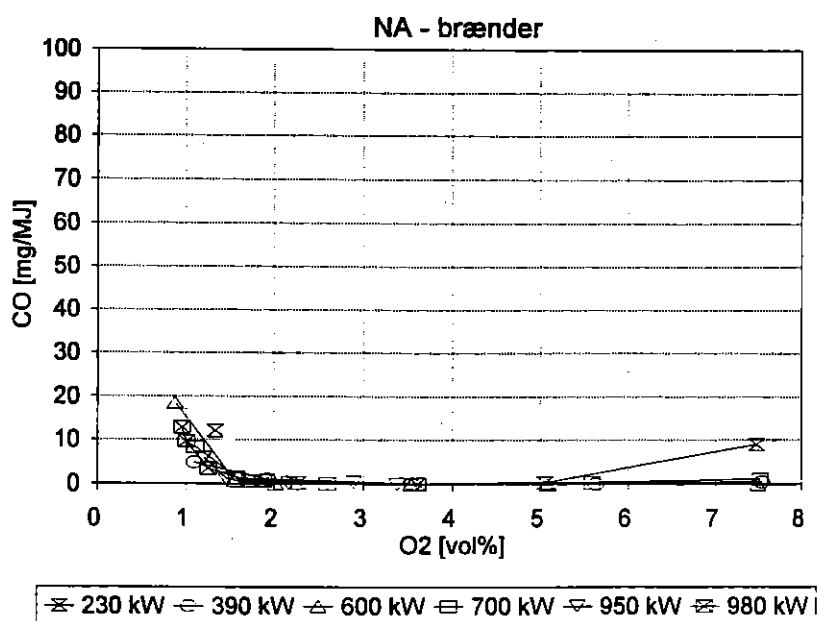
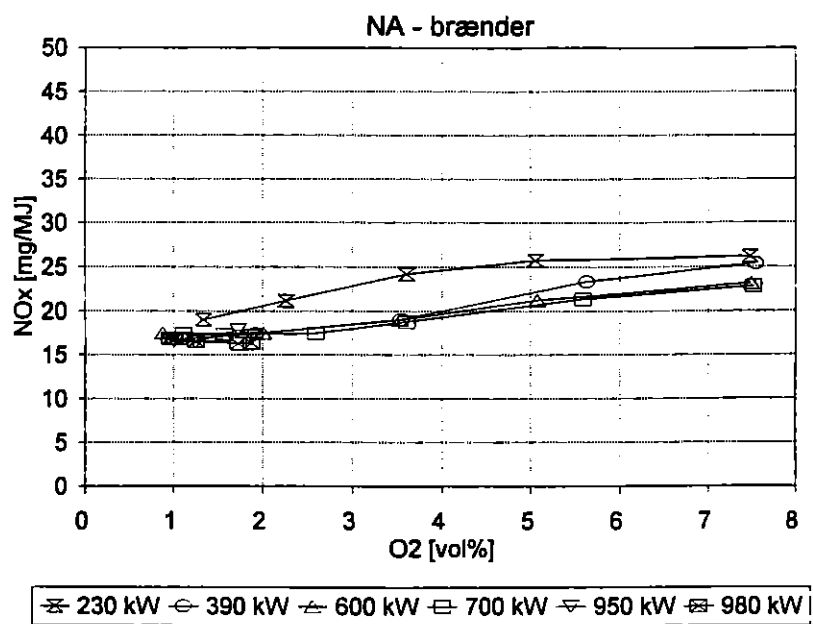
Figur 1: Kedel og brænder med målepunkter

Umbau auf  $\text{NO}_x$ -arme Mischeinrichtung

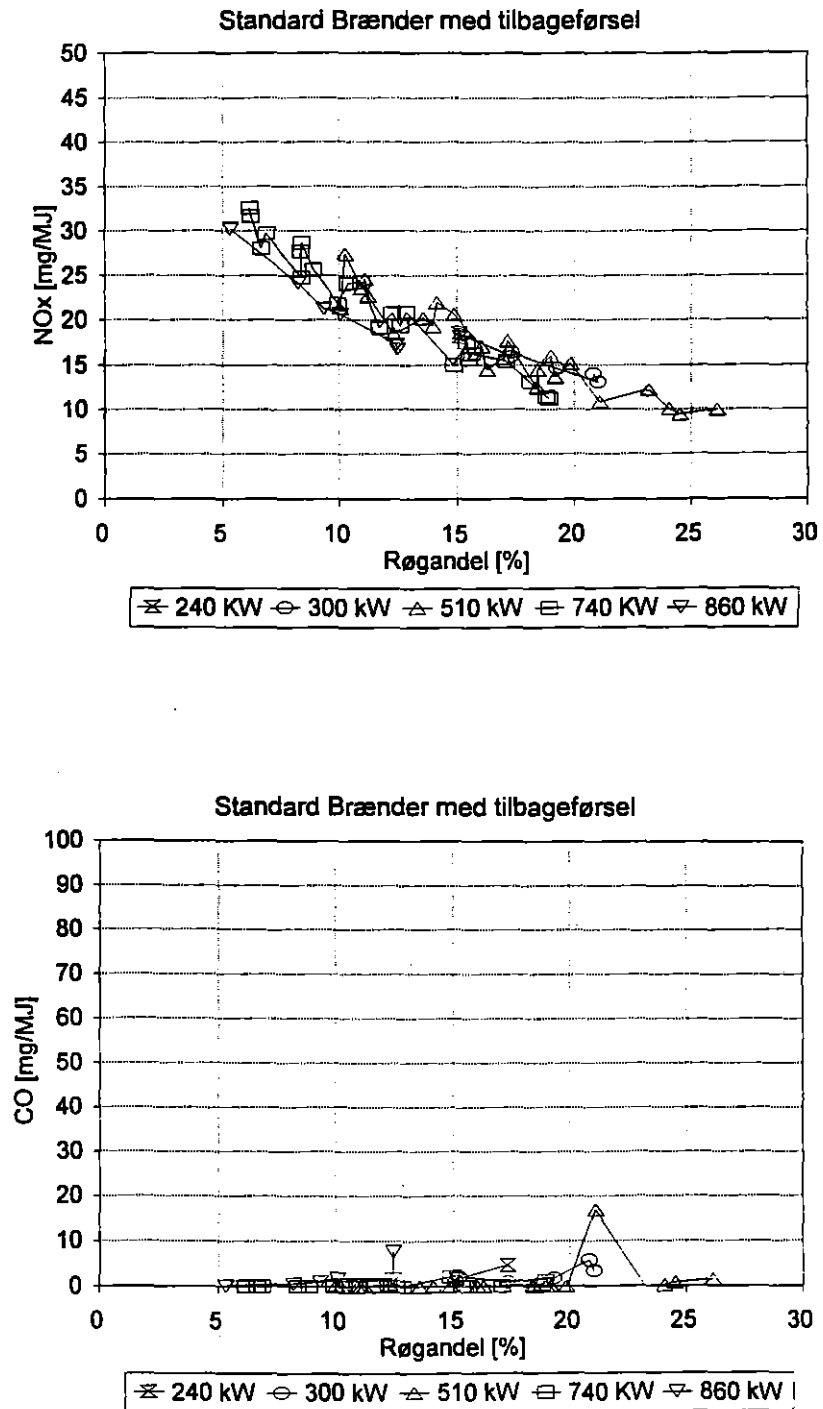
Figur 2: Standard brænder og NA-brænder



Figur 3: Standard brænder

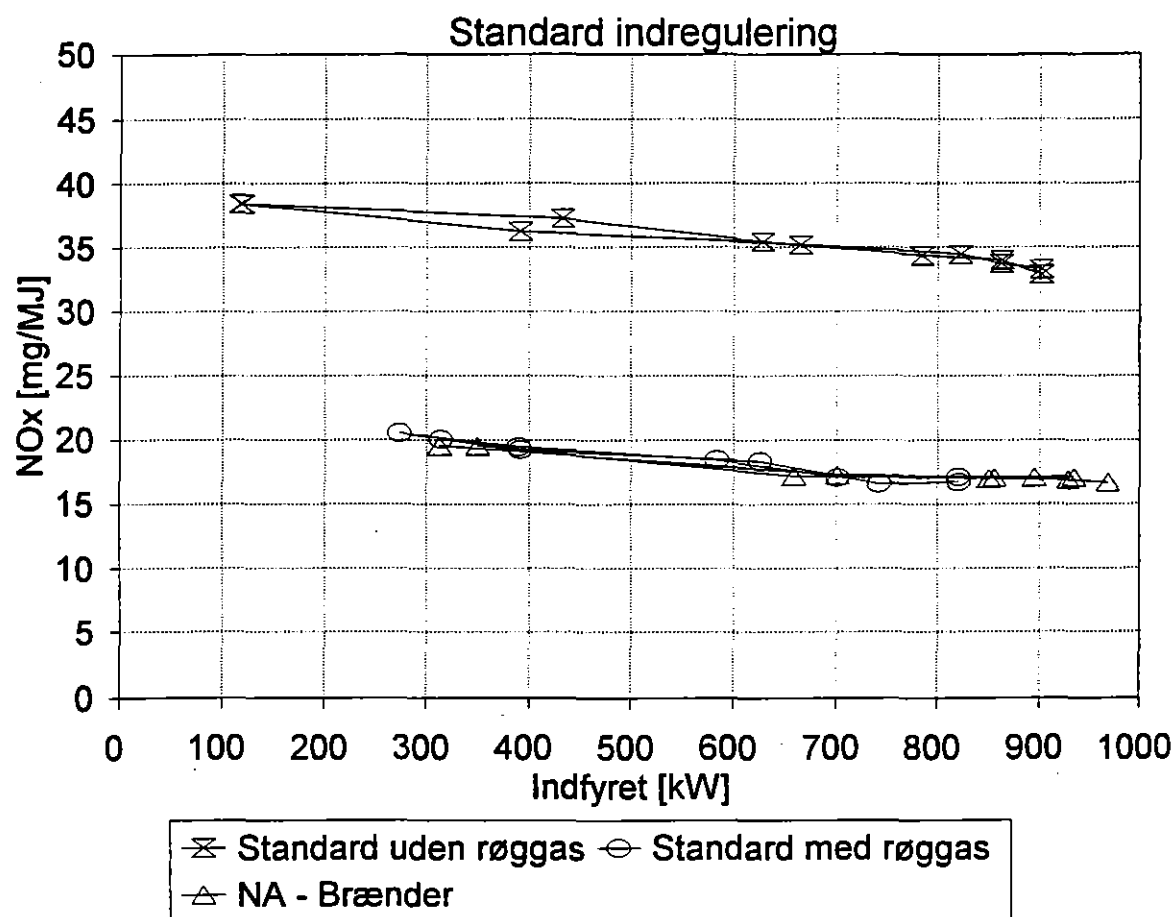


Figur 4: NA-brænder



Figur 5: Standard brænder med tilbageførsel





Figur 6: Standard indregulering

Karakteristik							
Standard brænder							
Last	O2 røg	CO2 røg	CO korr	CO	NOx korr	NOx	Tidsperiode
kW	vol %	vol %	ppm	mg/MJ	ppm	mg/MJ	sek
150	2.38	10.58	9	3	52	29	340-366
	5.04	9.11	2	1	67	38	650-730
	5.99	8.54	6	2	71	40	1340-1440
	7.17	7.86	17	6	75	43	1700-1800
	8.31	7.24	40	14	78	44	2000-2150
	9.44	6.60	99	34	74	42	2400-2600
	12.00	5.15	662	229	57	32	2800-3050
	2.01	10.79	34	12	47	27	3326-3724
407	0.68	11.34	214	74	49	28	4200-4530
	1.27	11.05	9	3	56	32	4800-4900
	1.90	10.74	5	2	60	34	5000-5100
	2.40	10.49	2	1	62	35	5300-5450
	2.95	10.14	1	0	64	37	5750-5900
	4.07	9.52	0	0	68	39	6100-6200
	5.12	8.93	-0	-0	71	40	6350-6500
	6.23	8.29	-1	-0	73	41	6700-6920
670	0.85	11.17	73	25	54	31	7500-7800
	1.56	10.81	3	1	58	33	7900-8150
	2.52	10.29	1	0	61	35	8600-8700
	3.64	9.69	0	0	64	36	9050-8860
	4.93	8.96	-0	-0	67	38	9166-9364
	6.07	8.30	-1	-0	68	39	9500-9700
	930	0.92	11.05	34	12	54	31
1.18	10.95	92	32	55	31	11500-11700	
1.37	10.81	17	6	56	32	11900-12100	
1.85	10.53	2	1	58	33	12300-12500	
2.13	10.37	1	0	60	34	12800-12950	

Karakteristik NA brænder							
Last	O2 røg	CO2 røg	CO kor	CO	NOx kor	NOx	Tidsperiode
kW	vol %	vol %	ppm	mg/MJ	ppm	mg/MJ	sek
230	8.30	7.17	99	34	46	26	13450-13580
	7.47	7.62	26	9	46	26	13700-13800
	5.05	8.96	1	0	45	26	14100-14200
	3.61	9.77	0	0	43	24	14440-14590
	2.26	10.51	1	0	37	21	14900-15040
	1.33	11.00	35	12	34	19	15490-15770
390	7.54	7.56	2	1	45	25	10750-10900
	5.63	8.63	-1	-0	41	23	11150-11400
	3.55	9.81	-1	-0	34	19	11700-11800
	1.92	10.70	3	1	31	17	11960-12160
	1.09	11.09	14	5	30	17	12450-12650
600	7.49	7.61	-1	-0	41	23	8400-8500
	5.08	8.98	-1	-0	37	21	8700-8800
	3.53	9.83	-1	-0	34	19	9050-9250
	2.01	10.67	0	0	31	18	9400-9550
	1.55	10.88	2	1	31	17	9850-10000
	0.88	11.17	54	19	31	18	10300-10450
700	7.51	7.61	3	1	40	23	6300-6450
	5.59	8.70	1	0	38	21	6600-6900
	3.61	9.83	0	0	33	19	7100-7300
	2.60	10.40	0	0	31	17	7500-7600
	1.57	10.92	4	1	30	17	7700-7850
	1.11	11.13	24	8	31	17	8000-8200
950	2.89	10.07	1	0	30	17	3500-3600
	3.38	9.79	0	0	31	18	3700-3900
	2.17	10.46	0	0	29	16	4200-4450
	1.45	10.83	3	1	29	17	4600-4800
	1.20	10.97	17	6	30	17	5040-5280
	0.47	11.28	604	209	31	18	5780-5880
980	1.88	10.72	2	1	29	16	1700-1900
	1.73	10.73	2	1	29	16	2100-2180
	1.25	10.93	10	3	29	17	2400-2600
	1.00	11.02	28	10	30	17	2750-3030
	0.95	11.06	37	13	30	17	3180-3300

Karakteristik										
Standard brænder med recirkulation										
Last	O2 røg	CO2 røg	CO korr	CO	NOx korr	NOx	O2 Ind	CO2 ind	Andel røg	Tidsperiode
kW	vol %	vol %	ppm	mg/MJ	ppm	mg/MJ	vol %	vol %	vol % tør	sek
240	3.65	9.52	14	5	28	16	18.70	1.67	17	500-750
	3.42	9.64	5	2	32	18	19.08	1.48	15	1500-1600
300	3.63	9.52	7	2	32	18	19.11	1.48	15	2150-2450
	3.64	9.48	3	1	33	19	19.15	1.46	15	2600-2700
	3.53	9.55	3	1	29	16	18.72	1.68	17	2800-2950
	3.40	9.62	5	2	26	15	18.33	1.88	19	3150-3300
	3.34	9.66	10	3	23	13	17.99	2.05	21	3450-3600
	4.01	9.28	17	6	25	14	18.19	1.96	21	3700-3800
510	1.52	10.56	1	0	38	21	19.88	1.09	10	4820-5020
	1.32	10.68	1	0	32	18	19.42	1.34	12	5200-5340
	1.43	10.61	0	0	26	15	18.61	1.75	16	5460-5590
	1.18	10.68	1	0	22	13	18.13	1.99	18	5700-5870
	1.66	10.31	49	17	19	11	17.71	2.20	21	6100-6350
	1.29	10.62	2	1	17	9	16.89	2.63	25	7050-7180
	1.92	10.29	0	0	24	14	18.19	2.00	19	7410-7520
	1.97	10.24	-0	-0	28	16	18.68	1.76	17	7580-7760
	2.01	10.22	-0	-0	34	19	19.28	1.46	14	7820-8020
	2.22	10.13	-0	-0	40	23	19.82	1.16	11	8200-8390
	2.20	10.03	0	0	18	10	17.29	2.44	24	9400-9590
	2.57	9.69	-0	-0	26	15	18.55	1.82	18	9780-9900
	2.64	9.63	-0	-0	30	17	19.04	1.57	16	10000-10100
	2.66	9.62	-0	-0	36	20	19.49	1.33	14	10250-10360
	2.80	9.56	-1	-0	42	24	19.97	1.07	11	10450-10600
	3.76	9.08	-1	-0	36	21	19.39	1.38	15	10720-10800
	3.23	9.52	-1	-0	28	16	18.56	1.84	19	11000-11150
	3.74	9.33	-1	-0	43	25	19.96	1.06	11	11360-11520
	4.91	8.74	-1	-0	48	27	20.20	0.92	10	11900-11980
	4.64	8.90	-1	-0	39	22	19.53	1.29	14	12060-12240
4.27	9.06	-1	-0	31	18	18.97	1.58	17	12340-12470	
4.09	9.09	-1	-0	27	15	18.47	1.83	20	12540-12620	
3.67	9.30	-0	-0	22	12	17.76	2.18	23	12670-12750	
3.44	9.39	4	2	18	10	17.16	2.47	26	12830-12950	
740	2.23	10.18	0	0	28	16	18.66	1.60	16	7100-7200
	1.07	10.75	4	1	20	11	17.77	2.06	19	7350-7550
	2.77	9.81	-0	-0	34	19	19.34	1.26	13	7750-7950
	3.37	9.50	-0	-0	45	26	20.05	0.87	9	8000-8200
	3.85	9.28	-1	-0	52	30	20.39	0.67	7	8300-8400
	1.19	10.77	1	1	20	11	17.84	2.05	19	8830-8880
	1.95	10.37	-0	-0	23	13	18.12	1.91	18	9000-9070
	2.71	9.91	-0	-0	29	16	18.76	1.57	16	9150-9350
	3.45	9.45	-1	-0	37	21	19.51	1.18	12	9450-9550
	3.73	9.31	-1	-0	42	24	19.86	0.99	10	9700-10050
	4.09	9.15	-1	-0	49	28	20.21	0.79	8	10280-10380
	4.56	8.90	-1	-0	56	32	20.55	0.58	6	10450-10600
	2.99	9.75	-1	-0	27	15	18.56	1.69	17	10740-10930
	3.46	9.43	-1	-0	31	17	18.97	1.48	15	11000-11100
	4.04	9.08	-1	-0	37	21	19.51	1.19	13	11250-11400
	4.37	8.92	-1	-0	43	24	19.87	1.00	11	11570-11680
	4.91	8.64	-1	-0	50	29	20.31	0.75	8	11800-11950
5.42	8.36	-1	-1	57	33	20.65	0.54	6	12050-12180	
1.11	10.71	6	2	26	15	18.76	1.62	15	13000-13200	
1.78	10.36	0	0	34	19	19.48	1.24	12	13310-13430	
1.99	10.26	0	0	38	22	19.85	1.05	10	13500-13650	
2.21	10.13	-0	-0	44	25	20.16	0.88	8	13800-13960	
2.57	9.93	-0	-0	49	28	20.47	0.69	7	14040-14150	
860	1.47	10.50	3	1	37	21	19.72	1.01	9	4600-4750
	1.06	10.66	22	8	30	17	19.09	1.35	12	5050-5150
	1.27	10.50	5	2	30	17	19.15	1.33	12	5320-5520
	1.46	10.41	5	2	36	21	19.66	1.07	10	6200-6380
	1.93	10.23	2	1	43	24	20.02	0.87	8	6450-6630
	2.63	9.91	0	0	53	30	20.53	0.56	5	6730-6850

Standard indregulering							
Standard brænder							
Indfyret	O2 røg	CO2 røg	CO kor	CO	NOx kor	NOx	Tidsperiode
kW	vol %	vol %	ppm	mg/MJ	ppm	mg/MJ	sek
118	6.38	8.11	4	2	68	38	1700-1800
392	2.78	10.19	-0	-0	64	36	1900-2000
665	2.78	10.17	-0	-0	62	35	2100-2200
822	2.31	10.44	0	0	61	34	2300-2400
862	2.09	10.52	0	0	59	34	2500-2600
902	1.86	10.61	1	0	59	33	2700-2800
118	6.22	8.19	4	1	68	38	3100-3200
433	3.30	9.93	0	0	66	37	3300-3400
627	2.76	10.20	-0	-0	62	35	3500-3600
784	2.23	10.48	0	0	60	34	3700-3800
863	2.20	10.47	0	0	60	34	3900-4000
902	1.69	10.70	1	0	58	33	4100-4200

Standard indregulering							
NA - Brænder							
Indfyret	O2 røg	CO2 røg	CO kor	CO	NOx kor	NOx	Tidsperiode
kW	vol %	vol %	ppm	mg/MJ	ppm	mg/MJ	sek
350	4.55	9.29	2	1	34	20	2700-2800
658	2.78	10.23	1	0	30	17	2900-3000
851	2.62	10.32	1	0	30	17	3000-3100
929	2.49	10.36	1	0	30	17	3200-3300
969	2.18	10.49	1	0	29	17	3400-3500
313	3.76	9.61	-0	-0	34	20	3800-3900
701	2.38	10.38	0	0	30	17	4000-4100
856	2.53	10.29	0	0	30	17	4200-4300
895	2.32	10.41	0	0	30	17	4400-4500
934	2.29	10.42	0	0	30	17	4600-4700

Standard indregulering										
Standard brænder med røggastilbageføring										
Indfyret	O2 røg	CO2 røg	CO kor	CO	NOx kor	NOx	O2 ind	CO2 ind	Andel røg	Tidsperiode
kW	vol %	vol %	ppm	mg/MJ	ppm	mg/MJ	vol %	vol %	vol % tør	sek
273	4.81	8.78	3	1	36	21	19.16	1.46	16	1400-1500
390	3.00	9.85	-0	-0	34	20	19.14	1.47	15	1700-1800
584	3.22	9.72	-1	-0	33	19	19.15	1.47	15	1900-2000
701	3.09	9.77	-0	-0	30	17	18.93	1.58	16	2100-2200
820	2.02	10.30	0	0	30	17	19.12	1.48	14	2400-2500
314	4.63	8.97	3	1	35	20	19.11	1.48	16	2900-3000
392	2.95	9.94	-0	-0	34	19	19.09	1.49	15	3100-3200
625	3.17	9.81	-0	-0	32	18	19.10	1.47	15	3300-3400
742	2.91	9.92	-0	-0	29	17	18.84	1.61	16	3500-3600
821	1.91	10.41	0	0	29	17	19.06	1.50	14	3700-3800

## Använd mätutrustning

### *Rökgaskonditionering*

Den del av rökgasen som leds till analysapparaturen är konditionerad på följande sätt:

- Grov fuktighet uppsamlas i en droppavskiljare.
- Rökgasen torkas i en kyltork med kapaciteten 0 - 10 liter/min och med sänkning av daggpunkten till  $2 \pm 1^\circ\text{C}$ .
- Rökgasen filtreras i ett partikelfinfilter med en effektivitet  $> 99,9\%$  för partiklar på 0,3  $\mu\text{m}$ .
- Rökgasen fördelas via flödesmätare till de enskilda analysinstrumenten.

### *Syrgasinnehåll i rökgasen*

Rökgasens  $\text{O}_2$ -innehåll har mätts på torkad rökgas med en paramagnetisk  $\text{O}_2$ -mätare. Mätaren har följande data:

Fabrikat	SERVOMEX
Typ	572 - paramagnetisk
Mätområde	0 - 25 vol-%
Noggrannhet	$\pm 0,1$ vol-%
Kalibrering	$\text{N}_2$ och atmosfärisk luft

### *Koldioxidinnehåll i rökgasen*

Rökgasens  $\text{CO}_2$ -innehåll har mätts med icke-dispersiv infraröd absorption på torkad rökgas.  $\text{CO}_2$ -mätaren har följande data:

Fabrikat	Mannesman, Hartman & Braun
Typ	Uras 3 K
Mätområde	0 - 10 - 20 vol-% $\text{CO}_2$
Reproducerbarhet	$\leq 0,5\%$ av mätområdet
Linearitet	$\leq 1\%$ av mätområdet
Kalibrering	$\text{N}_2$ och flaskgas (10 % $\text{CO}_2$ i kväve och syre)

### *Kväveoxider i rökgasen*

Rökgasens innehåll av kväveoxider har mätts med en kemiluminiscensanalysator, som bygger på ljusemissionen från kväveoxidernas reaktion med ozon. Mätningarna utfördes på torkad rökgas. Analysatorns data är följande:

Fabrikat	Thermo Environmental Instrument Inc.
Typ	10 A/R-kemiluminiscens
DGC-nr	S/N 00301
Mätområde	0 - 2,5 till 0 - 10 000 ppm i 8 områden
Reproducerbarhet	1 % av fullt skalutslag
Linearitet	$\pm 1\%$ från 0,05 - 2 000 ppm med luft till ozongeneratoren $\pm 1\%$ från 0,05 - 10 000 ppm med syrgas till ozongeneratoren
Kalibrering	$\text{N}_2$ och kalibreringsgas med 215 ppm NO i kvävgasen

*Koloxid i rökgasen*

Rökgasens innehåll av koloxid har mätts med en infraröd absorptionsanalysator. Mätningarna utfördes på torkad rökgas. Analysatorns data är följande:

Fabrikat	Hartman & Braun AB
Typ	Uras 3 G
Mätområde	0 - 200 till 0 - 20 000 ppm i 4 områden
Reproducerbarhet	≤ 0,5 % av mätområdet
Linearitet	≤ 1 % av mätområdet
Kalibrering	N <sub>2</sub> samt kalibreringsgaser med 86 och 198 ppm CO i kvävgas

*Datalogger*

Fabrikat	Analog Devices
I/O	RTI - 820
Moduler	5 B series

THE ROYAL VETERINARY AND AGRICULTURAL UNIVERSITY  
Department of Plant Biology

**KVL**



40 Thorvaldsensvej  
DK-1871 Frederiksberg C  
Copenhagen, Denmark  
Tel: (+45) 35 28 33 32  
Fax: (+45) 35 28 33 10

Dansk Gasteknisk Center a/s  
Naturgassens Hus  
Dr. Neergaards Vej 5A  
2970 Hørsholm

Dansk Gasteknisk Center A/S			
ANSV			
DATE: 01 DEC. 1994			
ANSV	KOPI	CIRK.	
13/11/94			

KVL.30.11.94.

Att.: Bent Karll

Ang.: Etylen-analyse af røggasprøver.

Her med fremsendes resultater af ethylenanalyser foretaget den 28.11.94. på Plantefysiologisk Lab. v. Institut for Plantebiologi, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Analysen er udført på en Hewlett-Packard 5890A gaskromatograf under følgende standardbetingelser:

Kolonne: Rustfrit stål 2 m x 2,4 mm.  
Stationærfase: Porapak T 80-100 mesh.  
Carriergas: Kvælstof 30 ml/min.  
Injektionstemperatur: 95°C.  
Kolonnitemperatur: 60°C.  
Detektortemperatur: 100°C.  
Retentionstid for ethylen: ca. 1.8 min.

Analysens følsomhed ligger inden for det ønskede på 0.1 - 1 ppm. jvf. Deres skrivelse af 28.11.94.

Følgende resultater er opnået:

Prøve nr.:	Fil nr.:	Ethylen detekterbar:	Ethylen koncentration:
2640	1	+	<0,01 ppm
3025	1	+	0,50603 ppm
3025	1	+	0,49280 ppm
3041	6	-	
3725	1	-	
5877	6	+	<0,01 ppm
5877	6	+	<0,01 ppm
7815	1	-	
10600	1	-	
13590	6	-	
15783	6	-	

Med venlig hilsen  
Plantefysiologisk Lab.

*E. Bjørn Jensen*  
E. Bjørn Jensen



95-04-21

## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
001	Systemoptimering vad avser ledningstryck	Apr 91	Stefan Grudén TUMAB	100
002	Mikrokraftvärmeverk för växthus. Utvärdering	Apr 91	Roy Ericsson Kjessler & Mannerstråle AB	100
004	Krav på material vid kringfyllnad av PE-gasledningar	Apr 91	Jan Molin VBB VIAK	50
005	Teknikstatus och marknadsläge för gasbaserad minikraftvärme	Apr 91	Per-Arne Persson SGC	150
006	Keramisk fiberbrännare - Utvärdering av en demo-anläggning	Jan 93	R Brodin, P Carlsson Sydkraft Konsult AB	100
007	Gas-IR teknik inom industrin. Användnings- områden, översiktlig marknadsanalys	Aug 91	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	100
009	Läcksökning av gasledningar. Metoder och instrument	Dec 91	Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
010	Konvertering av aluminiumsmältugnar. Förstudie	Sep 91	Ola Hall, Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
011	Integrerad naturgasanvändning i tvätterier. Konvertering av torktumlare	Sep 91	Ola Hall Sydkraft Konsult AB	100
012	Odöranter och gasolkondensats påverkan på gasrörssystem av polyeten	Okt 91	Stefan Grudén, F. Varmedal TUMAB	100
013	Spektralfördelning och verkningsgrad för gaseldade IR-strålare	Okt 91	Michael Johansson Drifttekniska Instit. vid LTH	150
014	Modern gasteknik i galvaniseringsindustri	Nov 91	John Danelius Vattenfall Energisystem AB	100
015	Naturgasdrivna truckar	Dec 91	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100
016	Mätning av energiförbrukning och emissioner före o efter övergång till naturgas	Mar 92	Kjell Wanselius KW Energiprodukter AB	50
017	Analys och förslag till handlingsprogram för området industriell vätskevärmning	Dec 91	Rolf Christensen ÅF-Energikonsult Syd AB	100
018	Skärning med acetylen och naturgas. En jämförelse.	Apr 92	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100

95-04-21

## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
019	Läggning av gasledning med plöjteknik vid Glostorp, Malmö. Uppföljningsprojekt	Maj 92	Fallsvik J, Haglund H m fl SGI och Malmö Energi AB	100
020	Emissionsdestruktion. Analys och förslag till handlingsprogram	Jun 92	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
021	Ny läggningsteknik för PE-ledningar. Förstudie	Jun 92	Ove Ribberström Ove Ribberström Projekt. AB	150
022	Katalog över gastekniska FUD-projekt i Sverige. Utgåva 4	Aug 92	Svenskt Gastekniskt Center	150
023	Läggning av gasledning med plöjteknik vid Lillhagen, Göteborg. Uppföljningsproj.	Aug 92	Nils Granstrand m fl Göteborg Energi AB	150
024	Stumsvetsning och elektromuffsvetsning av PE-ledningar. Kostnadsaspekter.	Aug 92	Stefan Grudén TUMAB	150
025	Papperstorkning med gas-IR. Sammanfattning av ett antal FUD-projekt	Sep 92	Per-Arne Persson Svenskt Gastekniskt Center	100
026	Koldioxidgödsling i växthus med hjälp av naturgas. Handbok och tillämpn.exempel	Aug 92	Stig Arne Molén m fl	150
027	Decentraliserad användning av gas för vätskevärmning. Två praktikfall	Okt 92	Rolf Christensen AF-Energikonsult	150
028	Stora gasledningar av PE. Teknisk och ekonomisk studie.	Okt 92	Lars-Erik Andersson, Åke Carlsson, Sydkraft Konsult	150
029	Catalogue of Gas Techn Research and Development Projects in Sweden (På engelska)	Sep 92	Swedish Gas Technology Center	150
030	Pulsationspanna. Utvärdering av en demo-anläggning	Nov 92	Per Carlsson, Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	150
031	Detektion av dräneringsrör. Testmätning med magnetisk gradiometri	Nov 92	Carl-Axel Triumf Triumf Geophysics AB	100
032	Systemverkn.grad efter konvertering av vattenburen elvärme t gasvärme i småhus	Jan 93	Jonas Forsman Vattenfall Energisystem AB	150
033	Energiuppföljning av gaseldad panncentral i kvarteret Malörten, Trelleborg	Jan 93	Theodor Blom Sydkraft AB	150
034	Utvärdering av propanexponerade PEM-rör	Maj 93	Hans Leijström Studsvik AB	150

95-04-21

## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
035	Hemmatankning av naturgasdriven personbil. Demonstrationsprojekt	Jun 93	Tove Ekeborg Vattenfall Energisystem	150
036	Gaseldade genomströmningsberedare för tappvarmvatten i småhus. Litteraturstudie	Jun 93	Jonas Forsman Vattenfall Energisystem	150
037	Verifiering av dimensioneringsmetoder för distributionsledningar. Litt studie.	Jun 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
038	NOx-reduktion genom reburning med naturgas. Fullskaleförsök vid SYSAV i Malmö	Aug 93	Jan Bergström Miljökonserterna	150
039	Pulserande förbränning för torkändamål	Sep 93	Sten Hermodsson Lunds Tekniska Högskola	150
040	Organisationer med koppling till gasteknisk utvecklingsverksamhet	Feb 94	Jörgen Thunell SGC	150
041	Fältsortering av fyllnadsmassor vid läggning av PE-rör med lägningsbox.	Nov 93	Göran Lustig Elektro Sandberg Kraft AB	150
042	Deponigasens påverkan på polyetenrör.	Nov 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
043	Gasanvändning inom plastindustrin, handlingsplan	Nov 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
044	PA 11 som material ledningar för gasdistribution.	Dec 93	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	150
045	Metoder att höja verkningsgraden vid avgaskondensering	Dec 93	Kjell Wanselius KW Energiprodukter AB	150
046	Gasanvändning i målerier	Dec 93	Charlotte Rehn et al Sydkraft Konsult AB	150
047	Rekuperativ aluminiumsmältugn. Utvärdering av degelugn på Värnamo Pressgjuteri.	Okt 93	Ola Hall Sydkraft Konsult AB	150
048	Konvertering av dieseldrivna reservkraftverk till gasdrift och kraftvärmeprod	Jan 94	Gunnar Sandström Sydkraft Konsult AB	150
049	Utvecklad teknik för gasinstallationer i småhus	Feb 94	P Kastensson, S Ivarsson Sydgas AB	150
050	Korrosion i flexibla rostfria insatsrör (Finns även i engelsk upplaga)	Dec 93	Ulf Nilsson m fl LTH	150

95-04-21

## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
051	Nordiska Degelugnsprojektet. Pilot- och fältförsök med gasanvändning.	Nov 93	Eva-Maria Svensson Glafo	150
052	Nordic Gas Technology R&D Workshop. April 20, 1994. Proceedings.(På engelska)	Jun 94	Jörgen Thunell, Editor Swedish Gas Center	150
053	Tryckhöjande utrustning för gas vid metallbearbetning -- En förstudie av GT-PAK	Apr 94	Mårten Wärnö MGT Teknik AB	150
054	NOx-reduktion genom injicering av naturgas i kombination med ureainsprutning	Sep 94	Bent Karll, DGC P Å Gustafsson, Miljökons.	100
055	Trevägs-katalysatorer för stationära gasmotorer.	Okt 94	Torbjörn Karlelid m fl Sydkraft Konsult AB	150
056	Utvärdering av en industriell gaseldad IR-strålare	Nov 94	Johansson, M m fl Lunds Tekniska Högskola	150
057	Läckagedetekteringssystem i storskaliga gasinstallationer	Dec 94	Fredrik A Silversand	150
058	Demonstration av låg-NOx-brännare i växthus	Feb 95	B Karll, B T Nielsen Dansk Gasteknisk Center	0
059	Marknadspotential naturgaseldade industriella IR-strålare	Apr 95	Rolf Christensen Enerkon RC	150
A01	Fordonstankstation Naturgas. Parallellkoppling av 4 st Fuel Makers	Feb 95	Per Carlsson Göteborg Energi	0



**Svenskt Gastekniskt Center AB**

---

---

Box 19011, 200 73 MALMÖ  
Telefon: 040- 37 55 90  
Telefax: 040- 37 55 96