
Rapport SGC 011

**INTEGRERAD NATURGASANVÄNDNING
I TVÄTTERIER**

Konvertering av torktumlare

Ola Hall
Sydkraft Konsult AB

September 1991



Rapport SGC 011

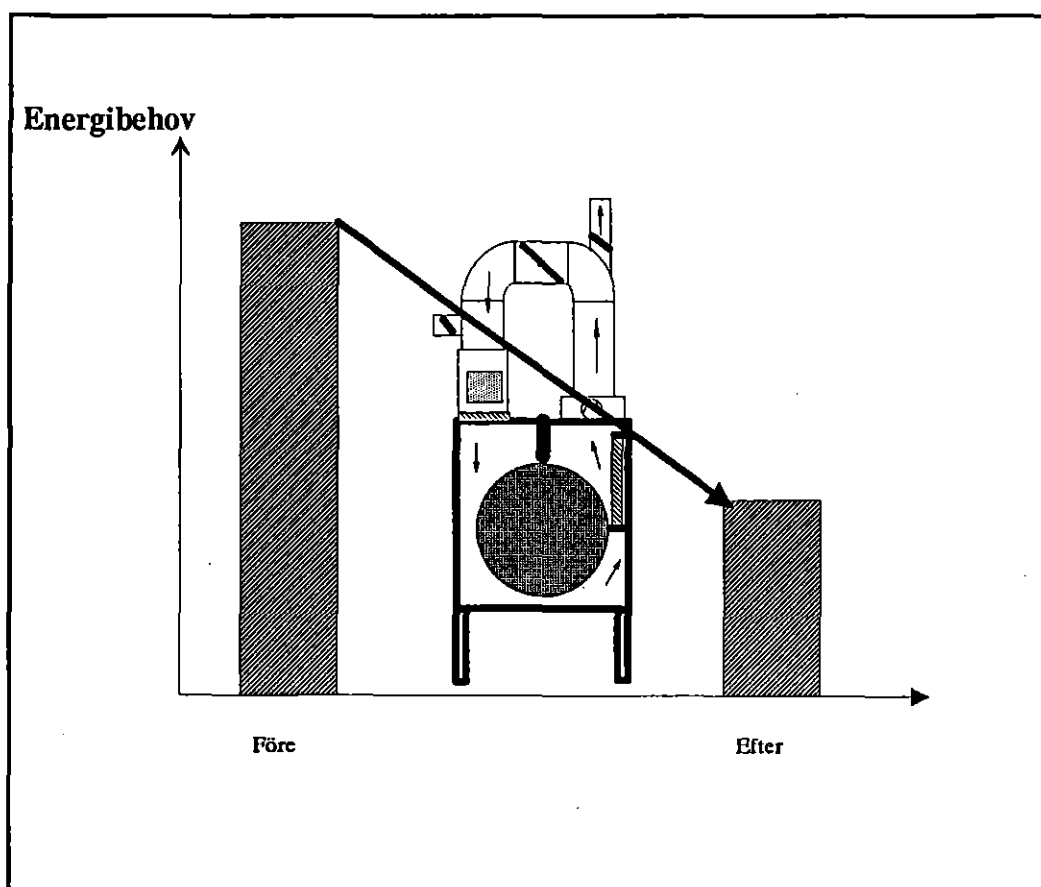
**INTEGRERAD NATURGASANVÄNDNING
I TVÄTTERIER**

Konvertering av torktumlare

**Ola Hall
Sydkraft Konsult AB**

September 1991

**INTEGRERAD NATURGASANVÄNDNING
I
TVÄTTERIER**



GASTEKNIK - UTVECKLING

Malmö 91-09-13

Ola Hall

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

- 0 SAMMANFATTNING**
- 1 INLEDNING**
 - 1.1 Bakgrund
 - 1.2 Syfte
 - 1.3 Genomförande
- 2 TEKNISK BESKRIVNING**
 - 2.1 Befintlig ånguppvärmning
 - 2.2 Uppbyggnad av gasvärmad torktumlare
 - 2.3 Säkerhetssystem
 - 2.4 Drifterfarenheter
- 3 ENERGIANVÄNDNING**
 - 3.1 Beskrivning av gjorda energimätningar
 - 3.2 Resultat från energimätningar
- 4 EMISSIONER**
- 5 KOSTNADER**
- 6 REFERENSER**

Bilaga:

Rapport över NOx-mätning i torkanläggning på Tvättman
i Helsingborg.

0 SAMMANFATTNING

Detta projekt har utförts på uppdrag av Svenskt Gastekniskt Center, SGC och Tvättman AB.

Syftet var att bygga en demonstrationsanläggning för direktvärmning med naturgas i industriella torktumlare. Projektet initierades då Tvättman i Helsingborg 1989 övergick till naturgaseldning av sin ångpanna.

Projektet har utförts av Sydkraft Konsult tillsammans med Tvättman i Helsingborg samt Dansk Beklädnings och Textilinstitut i Tåstrup, Danmark.

En torktumlare av fabrikat Passat 253 d, har konverterats från uppvärmning med 10 bars ånga till direktvärmning med naturgas. Brännaren är placerad ovanför torktrumman och värmer torkluften till trumman. Samtidigt med konverteringen försågs torktummlaren med recirkulation av torkluften.

Systemgranskning är utförd och drifttillstånd erhöles 910215. Torktummlaren har sedan dess varit i drift och visat en god funktion.

Energianvändningen per kg torr tvätt har efter konverteringen till naturgas reducerats med 55 %, samtidigt som torktiden minskat med 15 %.

Genom minskning av recirkulationen kan torktiden minskas med 30% jämfört med ånga. I detta fall reduceras energianvändningen med 48 % per kg torr tvätt.

NOx-emissionen från torktummlaren är 41-47 mg/MJ och från den gaseldade ångpannan 45-50 mg/MJ d v s ungefär lika stora. På grund av den reducerade spec energianvändningen minskar dock både CO₂- och NOx-emissionen med 55 %.

Återbetalningstiden för konverteringen är ca 3 år beroende på gaspris och utnyttjningstid.

För att minska konverteringskostnaden bör en "paketlösning" tas fram för konvertering av några olika typer av torktumlare. Därigenom kan större upphandlingar göras och kostnaderna pressas.

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Detta projekt har utförts på uppdrag av Svenskt Gastekniskt Center, SGC och Tvättman AB i Helsingborg.

Tvättman AB i Helsingborg tvättar ca 4 ton tvätt per dag, huvudsakligen frotte och vittvätt. Företaget konverterade 1989 sin ångpanna från olja till naturgas. I samband med detta startade projektet att konvertera en befintlig ångvärmad torktumlare till direktvärmning med naturgas.

Ca 40 % av energin i ett tvätteri används för torkning <1>. Genom direktvärmning med naturgas i industriella torktumlare kan förbättringar i form av lägre energianvändning och kortare torktid uppnås. De rena avgaserna vid förbränning av naturgas möjliggör en direkt förbränning i ingången till torktrumman.

1.2 Syfte

Syftet med projektet var att uppföra en demonstrationsanläggning för direktvärmning med gas i industriella torktumlare som är byggd enligt svenska krav.

Därigenom ville man verifiera uppgifterna avseende:

- energianvändning
- kapacitetsökning
- emissioner
- kostnader

som erhållits från en liknande konvertering som gjorts av Dansk Beklädnings och Textilinstitut på Fredrikborg amts syghusvaskeri i Köpenhamn <1>.

1.3 Genomförande

Tvättman i Helsingborg har idag 6 st torktumlare. Det beslutades att en av dessa skulle konverteras från ång- till gasvärmning. Arbetet utfördes under ledning av Sydkraft Konsult i samråd med Tvättman. Dansk Beklädnings och Textilinstitut, DBTI, har gjort konstruktionen för konverteringen i samråd med Sydkraft Konsult. Konverteringen utfördes dels av externa entreprenörer dels av inhyrd personal som normalt är stationerade på Tvättman. DBTI har utfört energi- och kapacitetsmätningar under överinseende av Sydkraft Konsult och Tvättman. Emissionsmätningar har

utförts av Sydkraft Konsult.

Konverteringen utfördes på en torktumlare utan recirkulation av torkluften. Denna valdes eftersom detta enligt Tvättman är den vanligast förekommande typen. Före konverteringen utfördes separata ångmätningar på torktummlaren. Vid gasinstallationen sattes en separat mätare in för mätning av gasflödet till den konverterade torktummlaren. Dessutom mättes emissioner på befintlig ångpanna och på den gasvärmda torktummlaren.

2 TEKNISK BESKRIVNING

2.1 Torktumlare före konvertering till gas

Den aktuella torktumlaren har följande data:

Fabrikat Passat typ 253d
Fyllningskapacitet 42 kg resp 36 kg vid
Fyllningsgrad 1:30 kg/l resp 1:35 kg/l
Effekt ångbatteri 140 kW

Luften värms i torktumlaren med ånga från en central ångpanna, se figur 2.1. Mättad ånga med ett tryck av 9,5 bar leds till torktumlarens ångbatteri. I detta kondenserar ångan och leds därefter till ångfällor med flottörventiler som öppnar då en viss mängd kondensat har bildats. Efter ventilen återförångas ca 9 % av kondensatet eftersom trycket där är endast ca 2,5 bar. Kondensatet och ångan går sedan vidare till ett slutet avspänningskärl. I detta avskiljs lågtrycksånga som leds till tvättmaskiner, mindre torktumlare och finishtunnel. Kondensatet samlas upp i en matarvattentank där även nytt vatten tillsätts. Trycket i matarvattentanken är 0,3 bar. Därifrån återförs kondensatet till ångpannan med en matarvattenpump. En mindre mängd ånga följer med luften ut i samband med avgasning av nytt vatten.

Den energimängd som tillförs torktumlaren i ångbatteriet är lika med ångbildningsvärmets vid 9,5 bar dvs 2006 kJ för varje kg ånga som tillförs ångbatteriet.

2.2 Uppbyggnad av konverterad gasvärmad torktumlare

Den till gas konverterade torktummlaren visas i figur 2.2. I princip innebär konverteringen att ångbatteriet byts ut mot en brännkammare. Gasen brinner inuti ett rör och torkluften strömmar runt detta. Brännkammaren är gjord av svetsade stålplattor och invändigt isolerad med vermiculite.

Under brännkammaren sitter ett filter med maskvidden 1,5x1,5 mm. Efter det att luften och avgaserna har gått igenom tvätten i torktrumman passerar de ännu ett filter vilket är torktummlarens eget huvudfilter. Luften sugas därefter in i en fläkt varvid normalt ca 30 % går ut genom avgaskanalen och 70 % recirkuleras till brännkammaren. Recirkulationsgraden kan ställas in med spjäll.

Den installerade gasbrännaren har följande data:

Fabrikat Weishaupt typ WG 30N-A/Z (glidande 2 -stegs)
Effektområde 60-300 kW.
Inställd effekt steg 1: 80 kW, steg 2: 120 kW

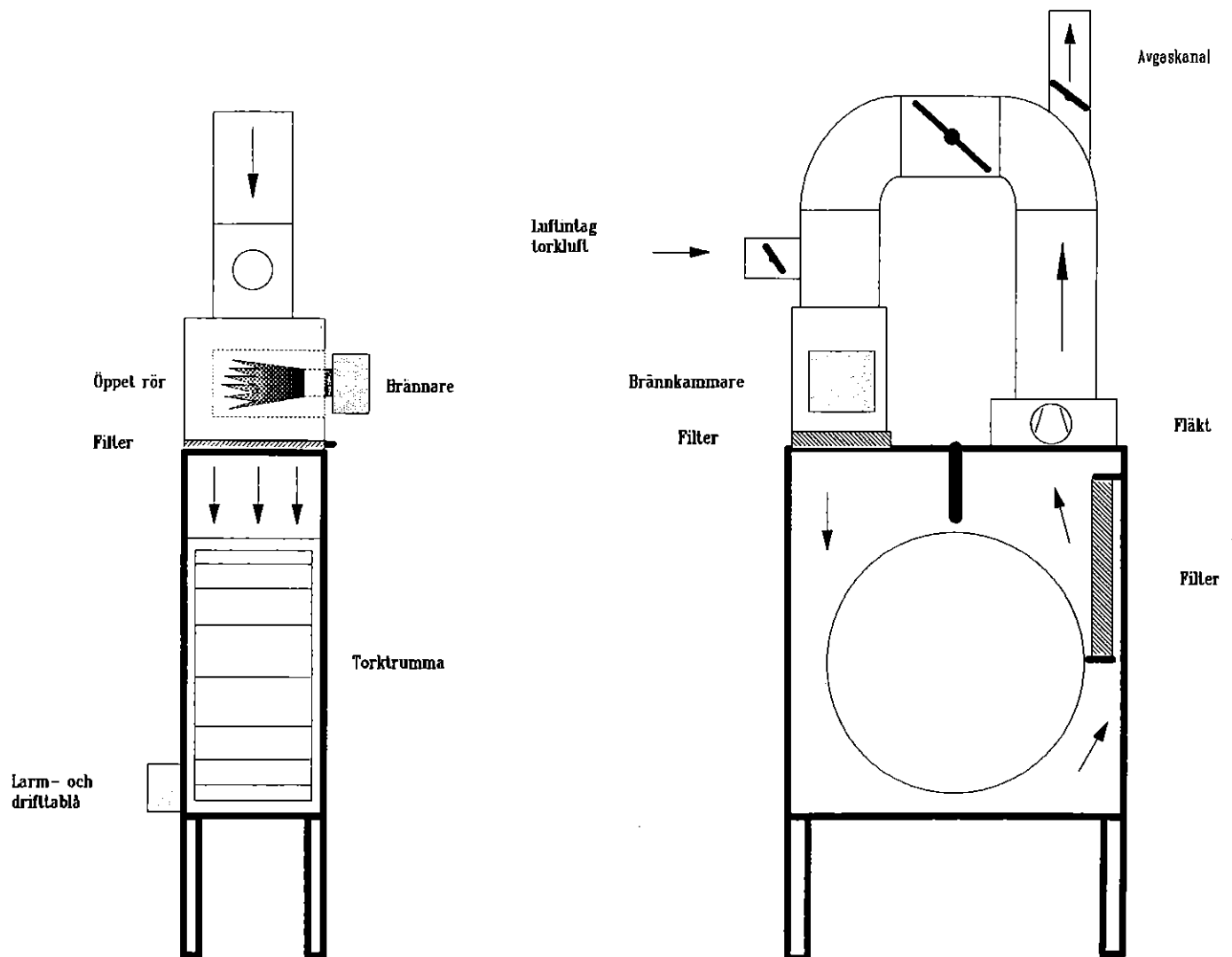
Förbränningsluften till brännaren tas in ovan tak i en \varnothing 150 mm spirokanal eftersom luften i tvätterilokalen innehåller för mycket dammpartiklar för att tillföras brännaren.

Avgaskanalen är utförd i rostfritt stål \varnothing 200 mm och mynnar 1 m över taknocken. För takgenomföringen till avgas- och brännarluftkanal utnyttjas befintlig tidigare avluftkanal från torktummlaren.

Gasledningen till brännaren är utförd i rostfritt stål SIS 2333, därigenom undviks målningarbete vilket kan ge störningar i produktionen. Ledningstrycket fram till brännararmaturen är 100 mbar. Ledningen prefabricerades med svetsning utanför tvättlokalen och monterades sedan med flänsförband. Inkoppling av ledningen gjordes efter ordinarie arbetstid och störde därför inte produktionen.

Recirkulationskanalerna är utförda i spirorör \varnothing 400 mm.

Säkerhetsfunktioner beskrivs i nästa kapitel.



Figur 2.2 Uppbyggnad av gasvärmad torktumlare.

Kommentarer till konstruktionen

Den valda brännaren har en märkeffekt som är större än vad som erfordras. Därigenom kan emellertid brännaren strypas relativt hårt och påverkas då inte så mycket av tryckvariationer i brännkammaren. När tvätten tumlas uppstår variationer i trycket som i annat fall riskerar att blåsa ut lågan.

Vid mätningar av temperaturen ovanför torktrumman konstaterades en snedfördelning av inblåsningstemperaturen. För att avhjälpa detta problem sattes en ca 100 mm bred plåt ovanpå filtret på den sida som hade för hög temperatur. Därigenom erhöles en bättre blandning av torkluften och en jämnare temperatur.

På grund av att det nya filtret som sattes in i torktummlaren, under brännkammaren, var mera finmaskigt än huvudfiltret, på sidan av torktummlaren fastnade allt ludd i det nya filtret. Detta filter är emellertid endast avsett att stoppa eventuella sotpartiklar och har en mindre yta än huvudfiltret vilket ger en snabbare igensättning. Huvudfiltret byttes därför ut mot ett filter med maskvidden 1x1 mm vilket är normal maskvidd för torktummlare med recirkulation. Efter bytet behöver filtret under brännaren bara rensning ca en gång per vecka.

Som framgår av figur 2.2 sitter avgaskanalen mitt i recirkulationskanalens böj, vilket medför att det mesta av luften tvingas upp i avgaskanalen varför dess spjäll måste strypas hårt.

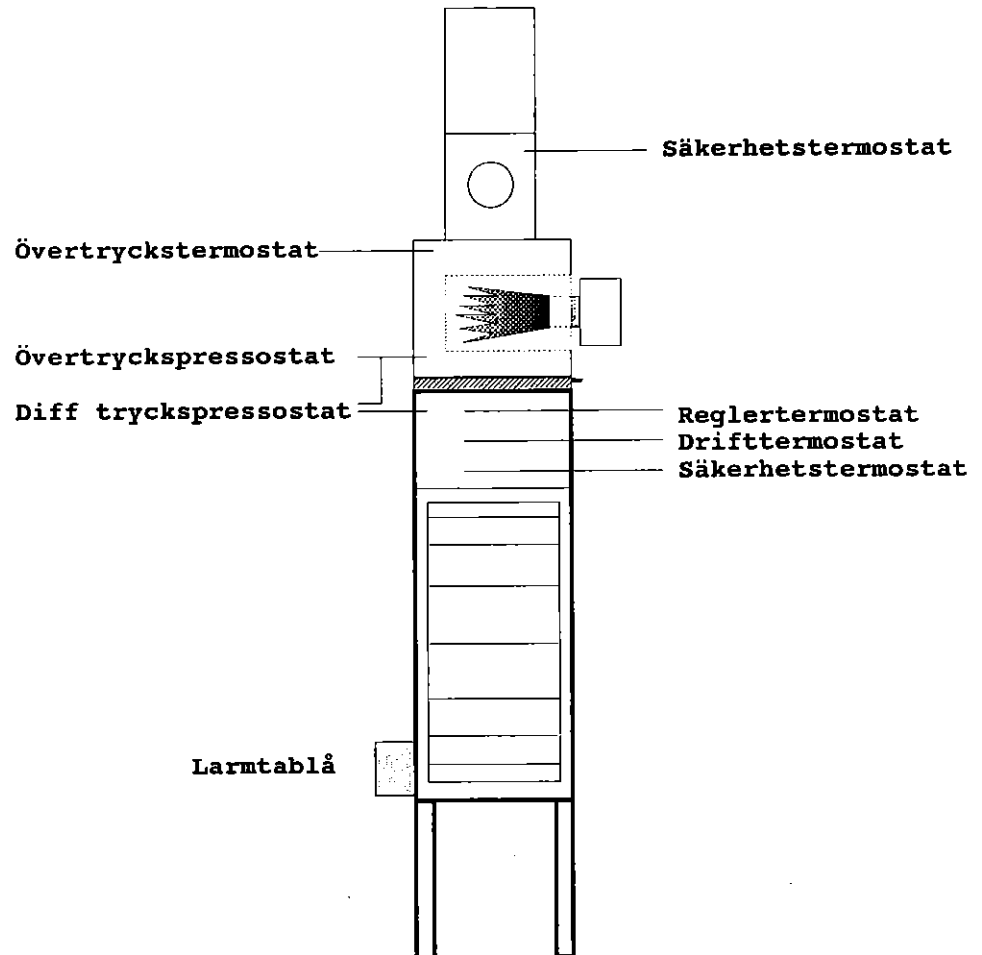
Enligt gällande bestämmelser skall avgaskanalen mynna 5 m över taknock. Med hänvisning till "Konstanta NOx-metoden" <2> erhöles dispens för en skorstenshöjd på 1 m över nock. Konstanta NOx metoden hänvisar till att en oljebrännare på 60 kW släpper ut lika mycket eller mer NOx än en gasbrännare på 120 kW och för en brännare upp till 60 kW räcker en skorstenshöjd på 1 m över nock. Dispensen gäller under ett år.

2.3 Regler- och säkerhetsfunktioner

Torktummlaren är systemgranskad och drifttillstånd erhöles 910215. Torktummlaren har sedan dess varit i daglig drift.

Innan brännaren får starta måste hela torktummlarens volym vädras 5 ggr. Vidare skall in- och utmatningsluckorna vara stängda. I brännkammare och torktrumma råder undertryck under drift varför inga avgaser kan läcka ut i lokalen.

I figur 2.3 visas placeringen av givarna till torktumlarens regler- och säkerhetsutrustning.



Figur 2.3 Torktumlarens regler- och säkerhetsutrustning.

Säkerhetstermostaten (115 °C) stoppar brännaren om torktumlarens fläkt är ur funktion. Om luft ej cirkulerar i torktumlaren kommer värmen att stiga upp till temperaturgivaren ovanför brännkammaren och brännaren stoppas. Senare installerades en vakt som känner strömmen till fläktmotorn. När belastningen på motorn minskar, t ex om fläkremmen hoppar av, minskar stömmen till motorn. Om strömmen understiger inställt värde stoppas brännaren. Denna vakt installerades för att säkerställa cirkulation under vädringsperioden då brännkammaren ännu inte är varm. Strömvakten ersätter därmed även funktionen hos termostaten.

Reglertermostat (150 °C, 140 °C) startar steg 1 vid 150 °C och steg 2 vid 140 °C.

Drifttermostat (165 °C) stoppar brännaren då temperaturen överstiger 165 °C.

Säkerhetstermostat (170 °C) stoppar brännaren då temperaturen överstiger 170 °C.

Övertryckstermostat (90 °C) stoppar brännaren om varm luft pressas ut genom hål i det rör som termostaten sitter i. Den förhindrar således drift med övertryck i brännkammaren.

Differenstryckspressostat bryter brännaren om filtret är igensatt.

Övertryckspressostat bryter brännaren vid övertryck i eldstaden.

Larm- och drifttablå indikerar signal från följande utrustning:

Säkerhetstermostat (115 °C)
Säkerhetstermostat (170 °C)
Övertryckstermostat
Differenstryckspressostat
Övertryckspressostat
Brännare steg 1
Brännare steg 2
Strömvakt till fläkt
Externt stopp

Externt stopp innebär att in- och utmatningsluckor ej är stängda och att torktumlarens utmatningspjäll är stängt.

2.4 Drifterfarenheter

Torktummlaren har sedan driften startade i februari 1991 varit i daglig drift, vilket innebär ca 14 torkningar per dag. Den har under denna tid visat en god funktion.

Någon missfärgning eller lukt hos den torkade tvätten har inte kunnat märkas.

Genom att ångrören till torktummlaren tagits bort har värmeavgivningen till lokalen från dessa försvunnit. Torktummlarens avgas- och recirkulationskanal är idag oisolerade. För att minska värmeavgivningen från dem bör de emellertid isoleras.

I torktummlarens huvudfilter samlas allt flock från tvätten. Detta måste därför rensas 2-3 ggr per dag. Filtret under brännkammaren sätts igen långsamt av flock som värms fast i nätet. Detta måste därför rengöras med stålborste ca en gång per vecka.

En årlig översyn bör göras av brännaren för att kontrollera dess funktion. Genom att förbränningsluften tas in ovan tak har risken för igensättning av brännaren minimerats. Att någon igensättning inte har skett bör emellertid kontrolleras vid översynen av brännaren.

3 **ENERGIANVÄNDNING**

3.1 **Utförande av energimätningar**

Energimätningar är utförda både före och efter konverteringen. Mätningarna före omfattar dels bestämning av rökgasförlusten för befintlig ångpanna dels separat mätning av ångförbrukningen för torktumlaren. Samtidigt som ångförbrukningen mäts vägs tvätten före och efter torkning. Mätningarna efter konverteringen omfattar vägning före och efter torkning samt avläsning av separat gasmätare.

Förluster i befintlig ångpanna

Ångpannan har följande data:

- Fabrikat Generator typ TD 130
- Modulerande brännare av fabrikat Weishaupt, typ G912 B
- Tillförd gaseffekt 720-2380 kW
- Ångtryck 10 bar

Pannan startas på morgonen ca kl 07.00 och stängs på kvällen ca kl 16.00. Gasförbrukningen är jämn med undantag för pauser, och ligger på ca 1500 Nm³/dag.

Mätningarna utfördes dels av TC-konsult i Helsingborg, efter konverteringen av ångpannan från olja till gas, dels av DBTI vid mätning av ångförbrukningen före konvertering av torktumlaren. Båda dessa mätningar visade en skorstensförlust på ca 11 %.

Förutom avgasförluster har ångpannan strålningsförluster vilka kan uppskattas till ca 2 %.

Övriga förluster

Dessa innefattar transmissionsförluster i ångledning och stilleståndsförluster hos torktumlaren. En beräkning av transmissionsförlusten i ångledning från panna till torktumlare visar en förlust på 5 MWh/år. Denna ledning betjänar emellertid även övriga torktumlare och manglar. Den förlust som kan hänföras till en torktumlare är endast ca 600 kWh/år vilket är försumbart.

Stilleståndsförluster erhålls i den ångvärmda torktumlaren p g a att ångbatteriet hela tiden hålls varmt mellan torkningarna. Ångtillförseln regleras av en flottörventil i ångfällan efter ångbatteriet. När batteriet kyls ner genom strålning och ofrivilligt drag tillförs mer ånga. Dessa förluster beror i hög

grad på hur mycket torktummlaren används och de är därför svåra att uppskatta.

Till de övriga förlusterna kommer ev förluster efter torktummlaren beroende på hur ångan där används (jfr kap 2.1). På Tvättman i Helsingborg leds dock inte någon ånga ovan tak varför dessa förluster inte tas med vid jämförelsen med den gasvärmda torktummlaren.

Totalt ansätts en verkningsgrad på 85 % för den till torktummlaren tillförda ångan.

Mätning av ångförbrukningen till torktummlaren

Målet för mätningarna var att bestämma följande:

- Ångförbrukning per kg torr tvätt
- Ångförbrukning per kg förångat vatten
- Förångningsförmåga av vatten per min
- Torktid

För att uppnå detta gjordes mätningar enligt två mätserier där den första innefattade följande:

- a) Vägning av tvätten före torkning
- b) Avläsning av ångmätaren
- c) Torkning i 10 min
- d) Avläsning av ångmätaren
- e) Vägning av tvätten
- f) Fulltorkning av tvätten
- g) Vägning av tvätten

I denna mätserie som omfattar fyra st torkningar bestämdes ångförbrukningen per kg förångat vatten och förångningsförmågan.

I den andra mätserien togs ej tvätten ut efter 10 minuters torkning utan fick torka enligt en "normal" torkcykel. Därigenom bestämdes ångförbrukningen per kg torr tvätt och torktiden.

Mätning av ångförbrukningen utfördes genom differens-trycksmätning över en mätfläns som sattes in i ett ca 3 m långt 3" rör. Differensstrycket mättes med en N.A.F. differensstrycksmätare, typ 355630. Dessutom mättes ångtrycket med en tryckmätare av fabrikat N.A.F typ 350447. Signalerna från differens- och tryckmätaren omvandlas till pulser som registreras i ett räkneverk.

Före mätningarna rensades filter i tummlaren grundligt och ångbatteriet spolades.

Luftmängden genom tummlaren uppmättes med en ving-hjulsanemometer till 5 100 m³/h. Enligt tillverkaren skall denna uppgå till maximalt 7000 m³/h.

För uppmätta temperaturer gällde följande:

- Temperaturen före ångbatteriet låg under drift på 25 °C men steg mellan torkningarna.
- Inblåsningstemperaturen, dvs temperaturen efter ångbatteriet uppmättes till ca 140 °C vilket är lågt (vid 9,5 bar kondenserar ångan vid 180 °C).
- Temperaturen i avgaskanalen var under själva torkningen 68 °C men steg mot slutet till 90 °C.
- Temperaturen i lokalen var svagt stigande under dagen från 22 till 24 °C.

Mätning av gasförbrukningen efter konvertering

Efter konverteringen gjordes mätningar av gasförbrukningen på motsvarande sett som för ångförbrukningen. I stället för ångmätningar avlästes en separat gasmätare av fabrikat Rombach typ G10. Gasförbrukningen är korrigerad till normalkubikmeter med hänsyn till tryck och temperatur på gasen.

Den konverterade torktumslaren har ca 70 % recirkulation av torkluften. Recirkulationsgraden kan ställas in med spjäll. Med en liten recirkulation erhålls kort torktid men en högre gasförbrukning. Tvättman var mest intresserad av en låg gasförbrukning varför mätningarna koncentrerades på detta. Två mätningar gjordes emellertid med en kortare torktid.

Inblåsningstemperaturen vid gasvärmning är under hela torkförloppet mellan 140 och 150 °C. Brännaren pendlar upp och ner mellan steg 1 och 2 och anpassar därmed effekten väl efter behovet.

3.2 Resultat av energimätningar

Tabell 3.1 visar resultat från torkning under de första tio minuterna. Förångningsförmågan var under denna period 7 % lägre vid gasvärmning än vid ångvärmning. Detta beror på recirkulationen av torkluften vid gasvärmning. Energianvändningen var emellertid 14 % lägre vilket visar på gastumslarens effektivare energianvändning.

Tabell 3.1 Resultat från mätningar på Passattumlare 253d under 10 minuters torkning, före och efter konvertering till gasvärmning. (Energianvändningen för ångvärmning inkluderar 15 % pannförluster.)

Körning	Förångnings- förmåga kg/min	Energi per kg förångat vatten kWh/kg
Ångvärmning		
Medelvärde	1,65	1,36
Gasvärmning		
Medelvärde	1,54	1,18
Avvikelse	-0,1	-0,19
Relativ avvikelse	-7%	-14%

Mätningar från en hel torkcykel visas i tabell 3.2. Dessa mätningar representerar således förhållanden som råder i praktiken.

Tabell 3.2 Resultat från mätningar på Passattumlare 253d under hel torkcykel, före och efter konvertering till gasvärmning.

Uppvärmningsform	Torrsvikt (kg)	Tork Tid (min)	Energi per k torr tvätt (kWh/kg)
Ångvärmning , 25 min			
Medelvärde ångvärmning	30	25	1,91
Gasvärmning , 21 min			
Medelvärde gasvärmning	32,1	21	0,84
Differens gentemot ånga	2,13	-3,75	-1,07
Procentuell skillnad	7%	-15%	-56%
Gasvärmning , 17 min			
Medelvärde gasvärmning	38,8	17	0,92
Differens gentemot ånga	8,75	-7,75	-0,99
Procentuell skillnad	29%	-31%	-52%

Mätningarna visar på en energibesparing av 56 % för direkt gasvärmning jämfört med ångvärmning. Dessutom minskar torktiden med 15 %.

Torktumlarens energianvändning påverkas av torktumlarens fyllning. Det är därför viktigt att ha så lika fyllning som möjligt vid jämförelse av värden. Vikterna på de satser som kommer från tvättröret varierar emellertid något. Torrsvikten vid gasvärmning är i medeltal 7 % högre än vid ånguppvärmning. Vid 10 % högre torrsvikt sjunker gasförbrukningen 1,5 %. Avvikelsen i detta fall innebär således endast en förändring av resultaten med ca 1% till 55 % besparing.

Genom att minska recirkulationen erhålls en torktid på 17 minuter, jämfört med 25 vid ångvärmning, dvs en tidsbesparing på 31 %. Energibesparingen blir efter kompensation för den 29 % högre torrsvikten 48 %.

4 EMISSIONER

Emissionsmätningar utfördes dels på befintlig ångpanna av TC-konsult dels på den konverterade torktummlaren av Sydkraft Konsult.

Av speciellt intresse vid naturgaseldning är NO_x-emissionen. För ångpannan uppmättes denna till 45-50 mg/MJ.

Mätningar av NO_x-halten för torktummlaren gjordes inuti brännkammaren. Mätningar i avgaskanalen blir ej tillförlitliga eftersom utspädningsgraden är ca 11 ggr. NO_x-halten uppmättes till 41 och 47 mg/MJ, (se bilagd mätrapport).

Således erhöles något lägre NO_x-emission vid direktvärmning av torktummlaren. Med tanke på att den spec energianvändningen minskat med 55 % erhålls totalt sett 55 % minskning av både CO₂ och NO_x utsläpp, räknat per kilo tvätt.

Enligt leverentören är brännarens ljudavgivning 67 dB(A). Några ljudmätningar har inte utförts och inte ansetts befogade.

5 KOSTNADER

De kostnader som kan härledas till själva konverteringen av torktummlaren har sammanställts i tabell 5.1

Tabell 5.1 Material och arbetskostnad för konvertering

	Kostnad kr
Gasledning, per tumlare	11.000
Brännare inkl. driftsättning	21.000
Brännkammare material och uppsättning	20.000
Spirorör och filter	25.000
Regler- och säkerhetsutrustning	22.000
Summa material	65.000
Summa arbetskostnader	34.000
TOTALT	99.000

Gasledningen dimensionerades och avsättningar gjordes för 6 st torktummlare. Kostnaden i tabellen är således den totala kostnaden utslagen på dessa torktummlare.

I materialkostnaden för gasledning och brännkammare ingår även arbetskostnaden. Övrigt arbete kan antingen utföras på entreprenad eller av egen personal. I detta projekt utfördes allt arbete på entreprenad. Uppsättning av brännkammare och kona för tillpassning till torktummlaren utfördes av personal som normalt är inhyrd av Tvättman, detta gäller även elinstallation. I övrigt utfördes arbetet av entreprenörer som anlätades endast för konverteringen.

Tvätteriets drifttid är 8 tim/dag, 250 dagar per år. Vid kontinuerlig drift kan 14 torkningar göras per dag. Enligt de uppmätta värdena kan en årlig besparing på 120 MWh göras. Med ett gaspris på 250 kr/MWh blir den årliga kostnadsbesparingen

30 000 kr/år, vilket ger en avbetalningstid på 3,3 år. Med ett gaspris på 300 kr/MWh blir avbetalningstiden 2,8 år.

Det bör beaktas att denna konvertering utfördes som ett försöksprojekt där en enstaka torktumlare konverterades. Vid flera samtidiga konverteringar kan kostnaderna reduceras. Dessutom finns ett bättre underlag för fortsatta konverteringar efter genomförandet av detta projekt. Genom att låta egen personal utföra en del av arbetet kan ytterligare besparingar göras.

För att få ner kostnaderna bör ett "konverteringspaket" tas fram för några olika typer av torktumlare. Därigenom kan större upphandlingar göras och kostnaderna pressas.

Som tidigare nämnts ökar torkningkapaciteten vid gasdrift. I vissa fall kan en konvertering av befintliga ångtumlare därför ersätta nyinvestering i ytterligare torktumlare.

6 REFERENSER

- <1> J., Weinreich, DBTI, "Energi och processoptimering på industriella torktumlare", Energiministeriets projekt nr 1223.
- <2> K., Wanselius, "Avgassystem vid naturgaseldning", oktober 1989.

Från		Dokumentnamn		Sida	
VÄRMEKRAFT EVS		RAPPORT		1 (4)	
Förslutare, telefon		Dnr		Ornr	
Peter Lindsjö <i>Plj</i>		910516		EV-9105-54	
Till		Tagit av		Tillsyrkt	
EGU: Oha		Bca		<i>Hain</i>	
C4: EVS Hah R11 Plj		EV-Arkiv		<i>lep</i>	

Ärende		Ref.	
Rapport över NO _x -mätning i torkanläggning på Tvättman i Helsingborg		000.800	

Sammanfattning Mätningar har utförts på en naturgasbrännare på Tvättman i Helsingborg. Brännaren används som värmekälla i en torktuylare.

Uppmätt effekt och NO_x-koncentration vid två olika lastfall:

Maxlast	124 kW	40,5 mg/MJ
Minlast	71 kW	46,8 mg/MJ

Medelvärden av följande parametrar redovisas i rapporten:

Tillförd effekt, rökgastemperaturer, NO_x-halt, O₂-halt, CO₂-halt och CO-halt.

- Bilagor**
- 1 Medelvärden och plottning Högt effektläge Prov 1
 - 2 Medelvärden och plottning Lågt effektläge Prov 2
 - 3 Plottning av hela mätperioden
 - 4 Bränsleanalys naturgas
 - 5 Principskiss Torkanläggning

- Anläggning Torkanläggningen används för torkning av textilier. En naturgasbrännare av typ PEGASUS WG 30 N/1-A används som värmekälla i en torktumlare.
- Mätmetoder
- O₂-halt
- Ett delgasflöde utsugs, torkas och filtreras varefter gasen analyseras i en Thermox WDG-P. Analysmetoden är baserad på zirkoniumcell. Mätaren är före prov kalibrerad med certifierad gas. Totala onoggrannheten är mindre än ± 2,2% av registrerat värde.
- CO-halt
- Ett delgasflöde utsugs, torkas och filtreras varefter gasen analyseras i en Horiba PIR 2000. Analysmetoden är baserad på IR-strålning. Mätaren är före prov kalibrerad med certifierad gas. Totala onoggrannheten är mindre än ± 2,6% av registrerat värde.
- NO_x-halt
- Ett delgasflöde späds mycket noggrant direkt i utsugningssonden placerad i rökgaskanalen med EPM-utspädningssystem. Gasen analyseras därefter i ett Monitor Lab 8840 instrument med avseende på NO_x-halten i fuktig gas. Analysmetoden baseras på chemiluminiscensstrålning. Totala onoggrannheten är < 5,4% av registrerat värde.
- Temperatur
- Temperaturen uppmäts med termoelement typ K som är anslutet till datainsamlingssystemet. Totala onoggrannheten är ± 2,3 °C, upptill 450°C, därefter < 0,78%.
- Ekvivalent NO_x-koncentration
- Ekvivalenta NO_x-koncentrationen beräknas med utgångspunkt från uppmätta O₂- och NO_x-halter samt bränslets elementar- och värmevärdesbestämning. Ekvivalenta NO_x-koncentrationen beräknas med avseende på bränslets effektiva värmevärde och densiteten för NO_x räknas som densiteten för NO₂. Alla gasdata beräknas som icke ideal gas.

Datainsamling Datainsamling sker med ett distribuerat datalogssystem till en portabel PC, där mätvärdena lagras på hårddisk. Mätvärdena överförs efter avslutad mätning via bandkassett till en IBM-AT för utvärdering, beräkning och plottning.

Följande mätvärden insamlades var 10:e sek under provkörningen av pannan:

- 1 O₂-halt i rökgaskanalen
- 2 NO-halt i rökgaskanalen
- 3 NO₂-halt i rökgaskanalen
- 4 NO_x-halt i rökgaskanalen
- 5 CO-halt i rökgaskanalen
- 6 Rökgastemperatur i rökgaskanalen
- 7 Utetemperatur

Kalibreringsgas

Följande kalibreringsgaser har använts för kalibrering av instrument.

Kalibreringsgas:

O ₂	4,09	vol%	± 0,08 vol%
CO	290	ppm	± 6 ppm
NO	273	ppm	± 2,7 ppm
NO ₂	20	ppm	± 0,2 ppm
NO _x	293	ppm	

Manuellt avlästa värden Prov 1

Under provet avlästes naturgasmängdsmätaren. Prov 1 utfördes vid högt effektläge, på torktummlaren, under tiden 12.56.35-13.00.35.

Naturgasmängdsmätare under Prov 1

Start 734,640
Stopp 735,368

Förbrukning: 0,728 m³

Omräknad naturgasförbrukning: 11,5 nm³/h

Manuellt avlästa värden Prov 2

Under provet avlästes naturgasmängdsmätaren. Prov 2 utfördes vid lågt effektläge, på torktumlaren, under tiden 13.10.50-13.17.20.

Naturgasmängdsmätare under Prov 2

Start 736,642
Stopp 737,316

Förbrukning: 0,674 m³

Omräknad naturgasförbrukning: 6,5 nm³/h

Naturgastryck 104 mbar
Naturgastemperatur 13 °C

Emissionsmätningar - Brännare Max effekt Prov 1

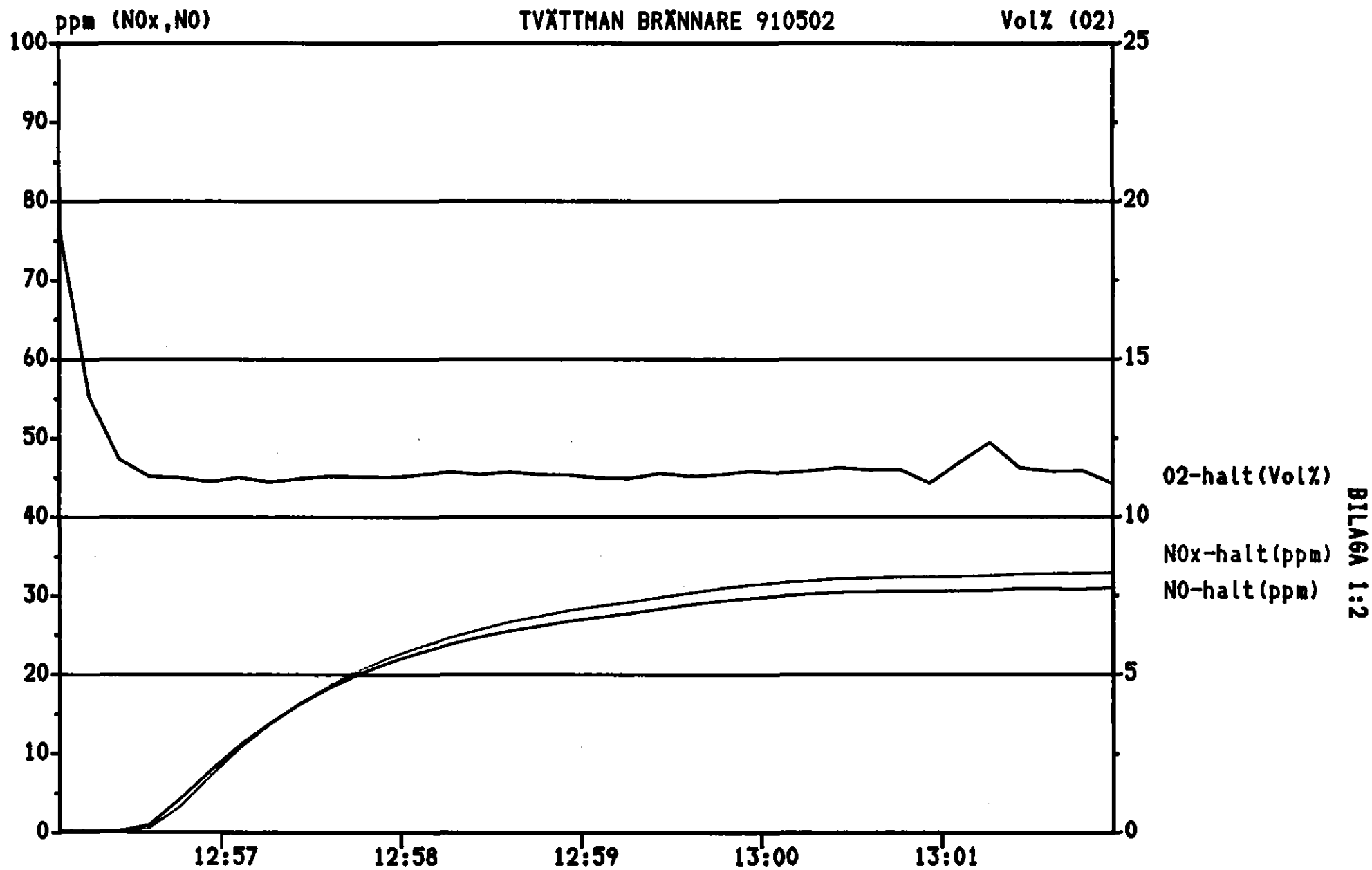
Mättdag	datum	910502
Provstart	klockan	12.56.35-13.00.35
Effektiv provtid	min	4

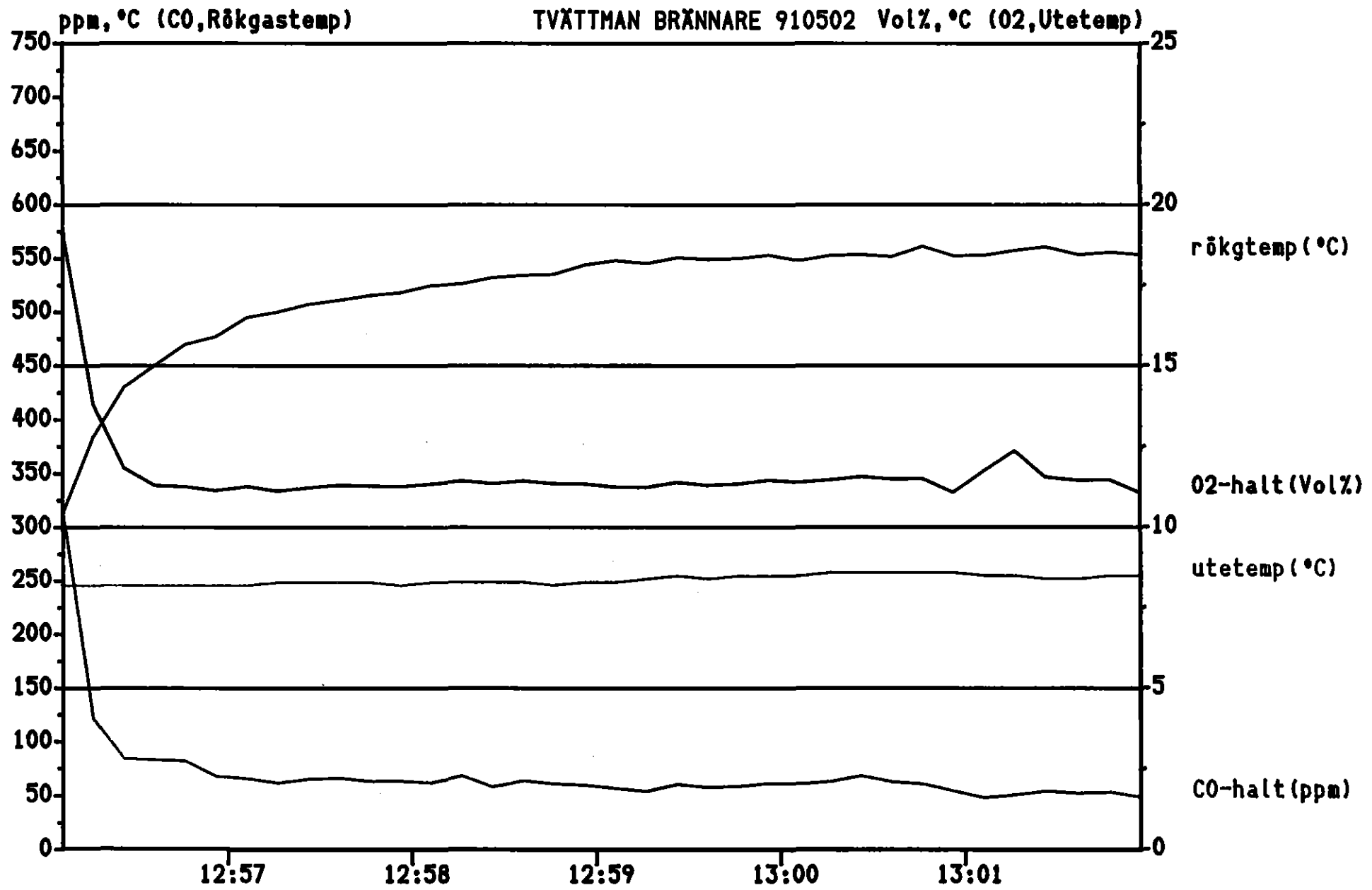
Medelvärden

Tillförd effekt	kW	124
Naturgasflöde	nm ³ /h	11,5
Lufttemperatur	°C	8,6
Lufttryck	hPa	1011
Luftfuktighet	%Rh	76
Rökgastemperatur	°C	555
O ₂ -halt	%tg	11,6
CO ₂ -halt	%tg	5,5
CO-halt	ppm tg	63,6
NO _x -halt	ppm fg	32,5
Ekvivalent NO _x - koncentration	mg/MJ	40,5

tg = torr gas

fg = fuktig gas





BILAGA 1:3

Emissionsmätningar - Brännare Min effekt Prov 2

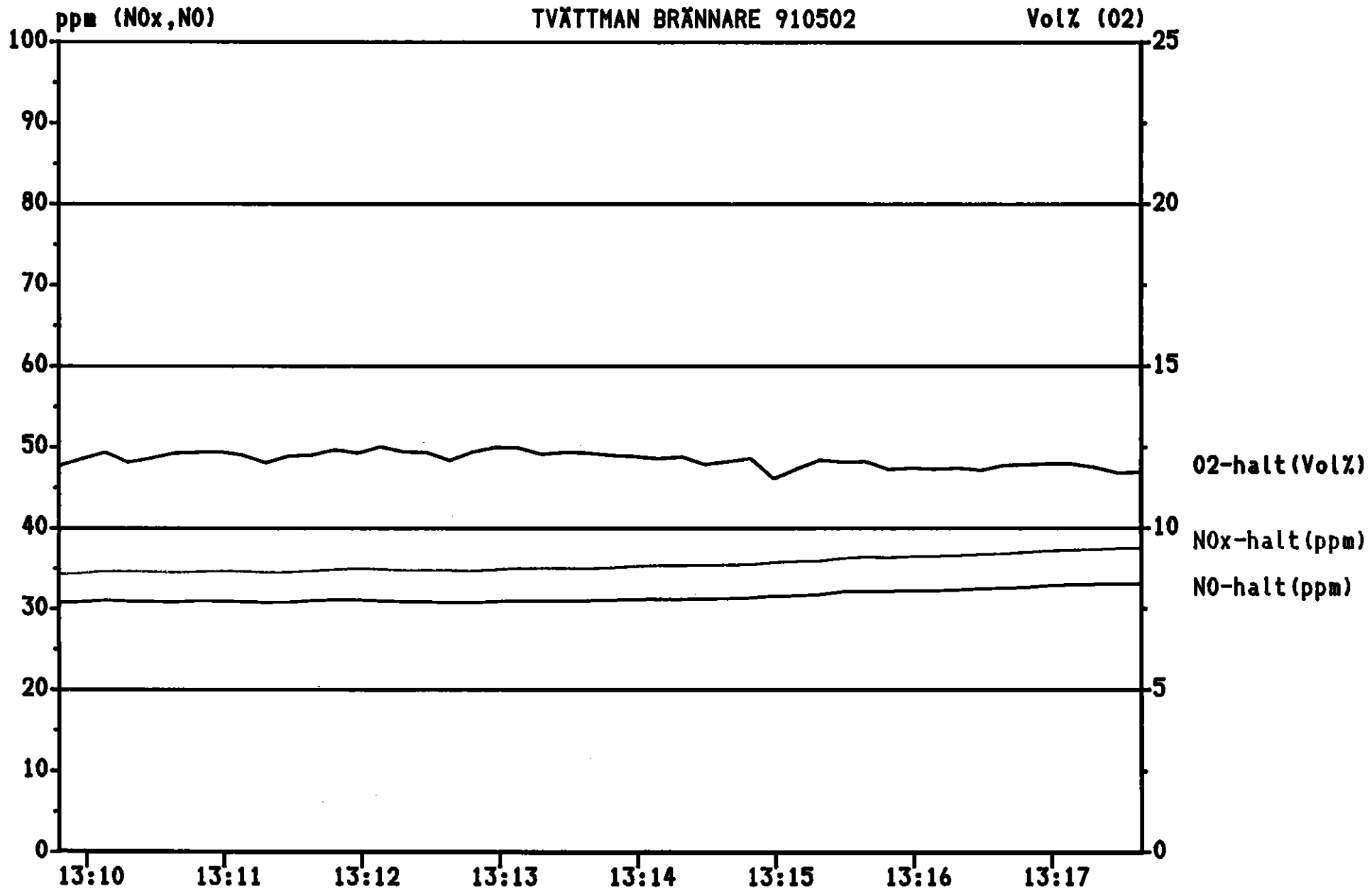
Mättdag	datum	910502
Provstart	klockan	13.10.50-13.17.20
Effektiv provtid	min	6,5

Medelvärden

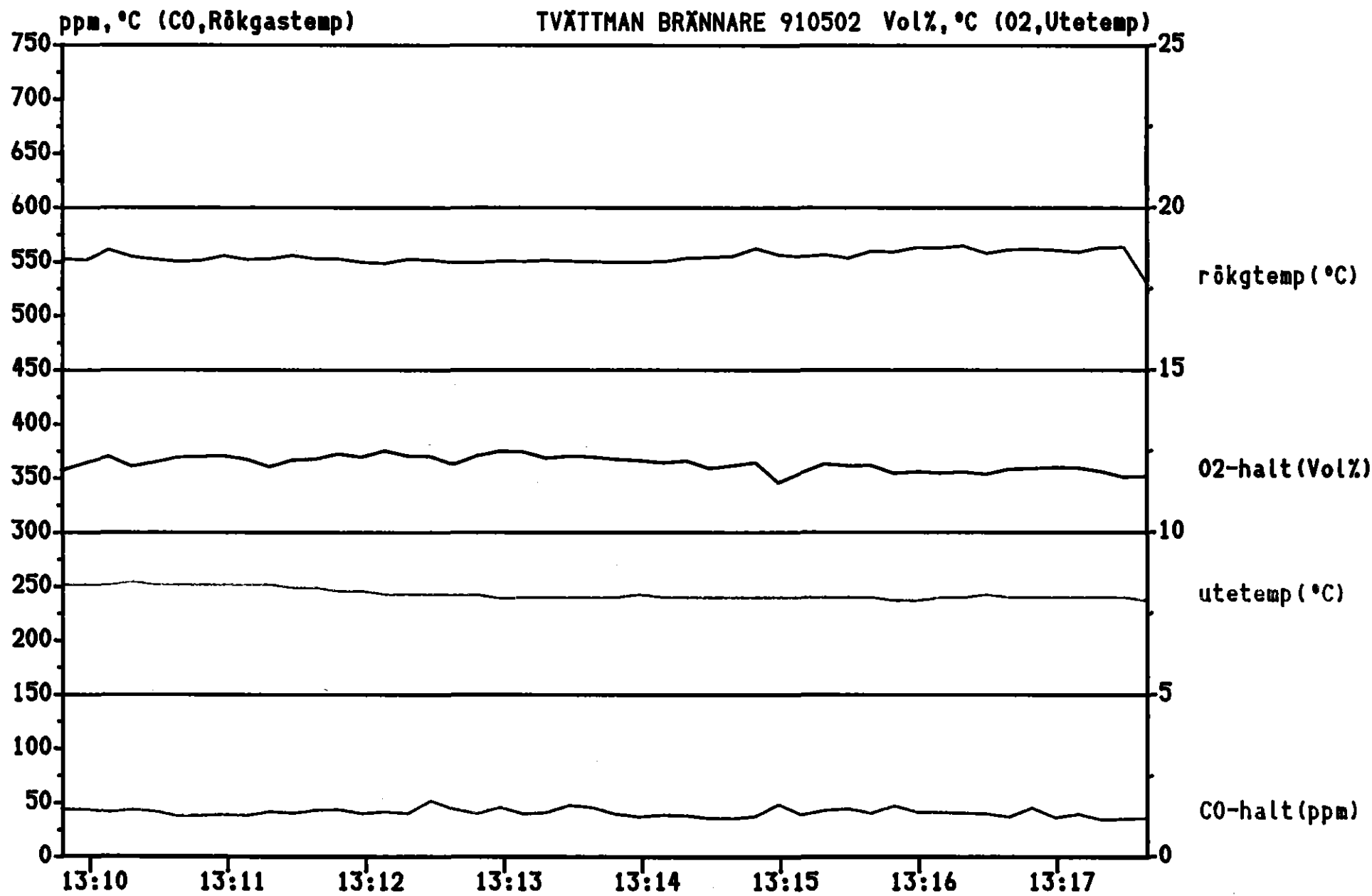
Tillförd effekt	kW	71
Naturgasflöde	nm ³ /h	6,5
Lufttemperatur	°C	8,1
Lufttryck	hPa	1011
Luftfuktighet	%Rh	76
Rökgastemperatur	°C	555
O ₂ -halt	%tg	12,1
CO ₂ -halt	%tg	5,1
CO-halt	ppm tg	41,6
NO _x -halt	ppm fg	35,7
Ekvivalent NO _x - koncentration	mg/MJ	46,8

tg = torr gas

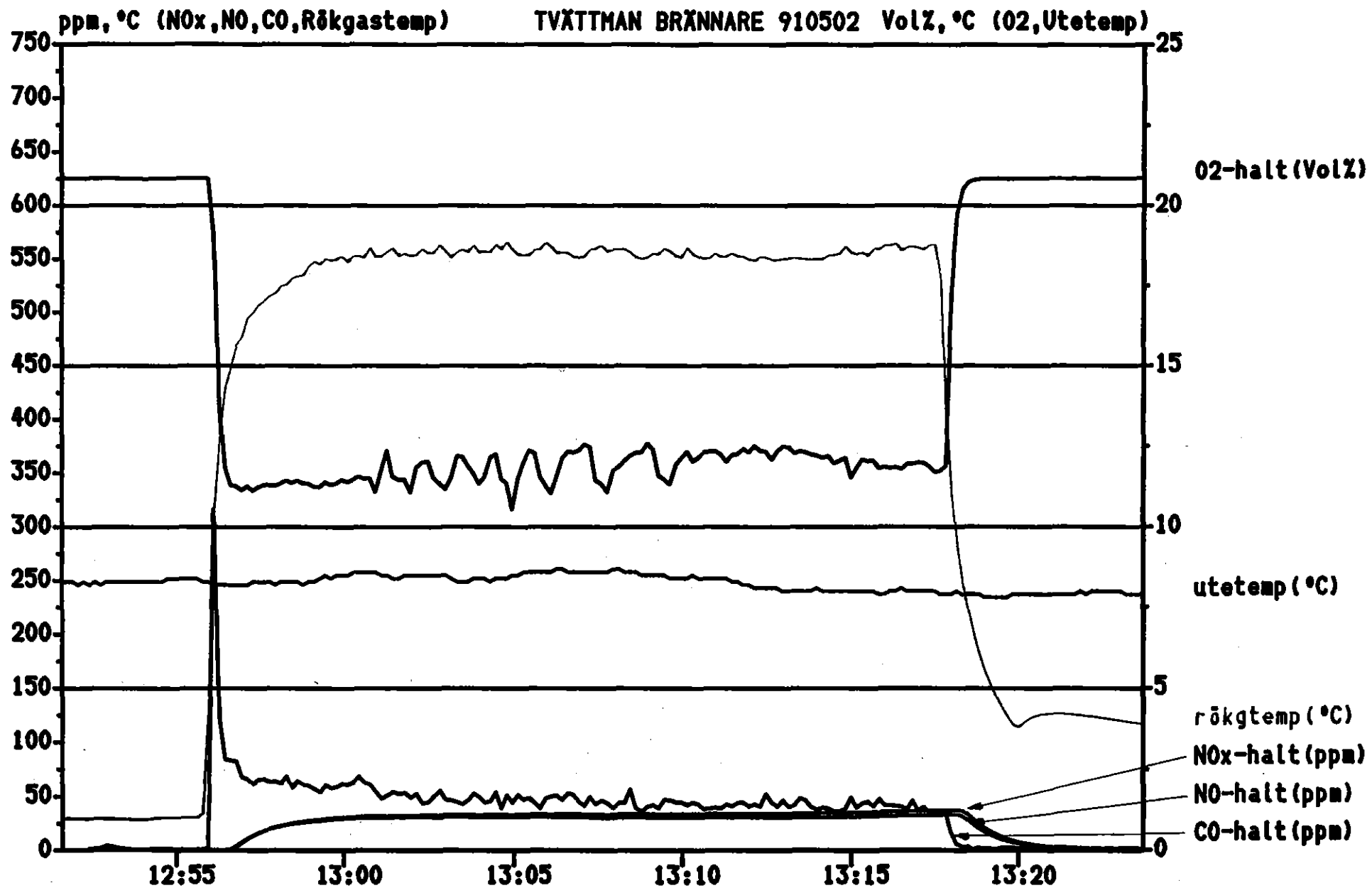
fg = fuktig gas



BILAGA 2:2



BILAGA 2:3



BILAGA 3

26 mars 1991

N Widing

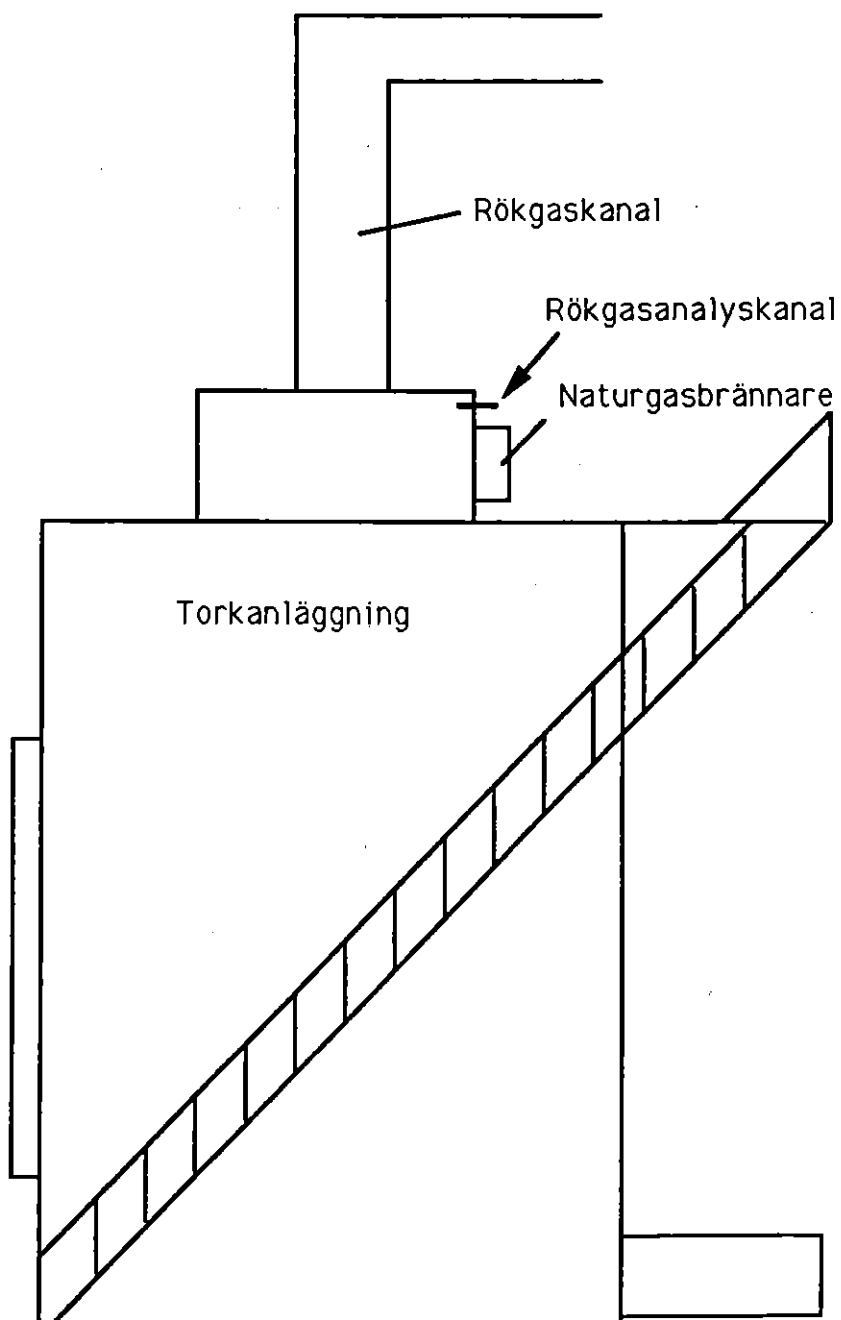
GASANALYS FEBRUARI 1991

		vol %
metan	CH ₄	90.60
etan	C ₂ H ₆	5.12
propan	C ₃ H ₈	1.93
butan	C ₄ H ₁₀	0.55
iso-butan	C ₄ H ₁₀	0.36
pentan	C ₅ H ₁₂	0.11
iso-pentan	C ₅ H ₁₂	0.16
hexan	C ₆ H ₁₄	0.10
kväve	N ₂	0.28
koldioxid	CO ₂	0.78

Övre värmevärde	12.00 kWh/m ³
Undre värmevärde	10.85 kWh/m ³
Densitet	0.81 kg/m ³
Wobbe index	15.16 kWh/m ³

Tvättman Helsingborg
Principskiss Torkanläggning
Brännare typ PEGASUS WG 30N/1-A

Bilaga 5





Svenskt Gastekniskt Center AB

Box 50525, 202 50 MALMÖ

Telefon: 040-700 40

Telefax: 040-30 50 82