
Rapport SGC 030

PULSATIONSPANNA
Utvärdering av en demo-anläggning

Per Carlsson
Åsa Marbe

Sydkraft Konsult AB

November 1992



Rapport SGC 030

PULSATIONSPANNA
Utvärdering av en demo-anläggning

Per Carlsson
Åsa Marbe

Sydkraft Konsult AB

November 1992



SGC:s FÖRORD

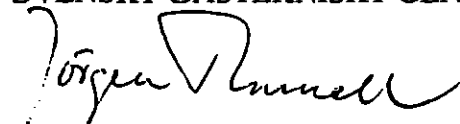
FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat e dyl i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan.

En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns i slutet på denna rapport.

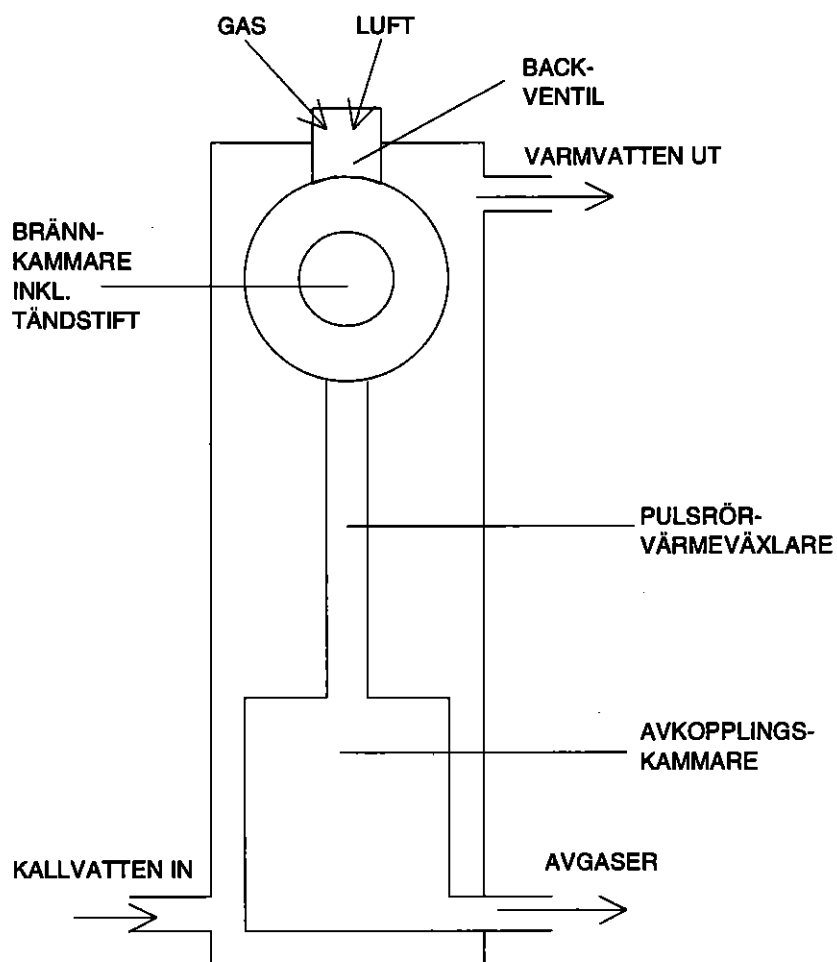
Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD). SGC har f n följande delägare: Svenska Gasföreningen, Vattenfall Naturgas AB, Sydgas AB, Sydkraft AB, Göteborg Energi AB och M.E.Malmö Energi AB.

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB


Jörgen Thunell

PULSATIONSPANNA

Utvärdering av en demo-anläggning



1992-07-20
Per Carlsson
Åsa Marbe

Pulsationspanna i Vellinge - Utvärdering

Sammanfattning

Sydkraft har under några år utvärderat en pulsationspanna dvs en panna med pulserande förbränning. Pannan, som har en uteffekt på ca 200 kW värme, har försörjt en vårdcentral i Vellinge med såväl tappvarmvatten som varmvatten för uppvärmning.

Projektets målsättning har varit att utvärdera pannan med avseende på viktiga parametrar såsom NO_x-emissioner, verkningsgrad, ljudnivå och drifttillgänglighet.

Prestanda och emissionsmätningarna har utförts av Malmö Energi AB (ME) och Sydkraft AB (SK). Ljudmätningarna har utförts av Malmö Miljö- och hälso-skyddsnämnd. Resultatet från dessa mätningar redovisas nedan:

	ME	SK
Momentan verkningsgrad (%)	100	96
NO _x (mg/MJ tillfört bränsle)	35	40
CO ₂ (%)	11,3	10,6

Med tanke på att pannan är av kondenserande typ kan man konstatera att verkningsgraden är av samma storleksordning som en konventionell kondenserande gaspanna. NO_x emissionerna är i samma nivå som en ur NO_x synpunkt bra konventionell gaspanna.

Ljudnivån för pulsationspannan uppmättes till 73 dB (A) (ett medelvärde av 8 st mätpunkter) vilket är i samma storleksordning som ljudnivån för den befintliga gaspannan som har en ljudnivå mellan 70 och 76 dB (A) beroende på lasten.

Under vissa perioder har pannan varit ur drift p g a driftstörningar. Dessa har till största delen orsakats av elektriska problem i samband med tändningen av pannan. De åtgärder som har vidtagits är bl a byte av tändhatt, tändstift, tändkabel, tändtransformator och flambevakning samt justering av tändelektroder. Pannans tändsystem har under provperioden successivt förbättrats men man har ännu inte nått så långt att pannan kan konkurrera med gaspannor av konventionell typ vad gäller drifttillgänglighet.

Pannan hade vid projektets slut varit i drift ca 5.500 timmar och genomfört ca 100.000 starter.

Under utvärderingstiden inträffade ett 70-tal stopp. Vid ca 40 av dessa har pannan utan åtgärder kunnat återstartas. Orsaken till dessa stopp har inte kunnat identifieras.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

- 1 INLEDNING**
 - 1.1 Bakgrund
 - 1.2 Syfte

- 2 BESKRIVNING AV PANNCENTRALEN**

- 3 BESKRIVNING AV PULSATIONSPANNAN**

- 4 PULSERANDE FÖRBRÄNNING**

- 5 MÄTMETODER**
 - 5.1 Momentan verkningsgrad
 - 5.2 Periodverkningsgrad
 - 5.3 Emissioner och kondensat
 - 5.4 Ljudnivå

- 6 MÄTRESULTAT**
 - 6.1 Momentan verkningsgrad
 - 6.2 Periodverkningsgrad
 - 6.3 Emissioner och kondensat
 - 6.4 Ljudnivå

- 7 DRIFTERFARENHETER**

- 8 DISKUSSION**

- 9 REFERENSER**

BILAGOR:

- Bilaga 1 Naturgasens sammansättning och värmevärde.
- Bilaga 2 Ljudnivåmätning i Vellinge-vårdcentral
- Bilaga 3 Mätvärde för pulsationspannan

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

I världen pågår ständig utveckling av energisnålare, miljövänligare och effektivare gasapparater. En sådan gasapparat är värmepanna med pulserande förbränning, s k pulsationspanna.

Pulsationspannan anses av leverantörer ha ett flertal fördelar i jämförelse med konventionella pannor, nämligen:

- kräver mindre utrymme
- högre verkningsgrad
- lägre NO_x-emissioner
- flexiblare vad gäller bränsleslag
- kortare starttid

Nackdelen med pulserande förbränning är hög ljudnivå.

För att erhålla drifterfarenheter med denna typ av panna tecknade Sydkraft AB i mars 1987 avtal med Pulsonex AB i Halmstad om inköp och utvärdering av en panna, som bygger på en svensk patentsökt konstruktion.

Pannan, som har en effekt på ca 200 kW och naturgas som bränsle, har sedan november 1987 varit i drift vid en panncentral i Vellinge.

1.2 Syfte

Syftet har varit att under ett års tid utvärdera pannan under kommersiella driftbetingelser. Utvärderingen har gjorts med avseende på följande parametrar:

- momentan verkningsgrad
- genomsnittlig verkningsgrad
- ljudnivå
- emissioner
- drifttillgänglighet.

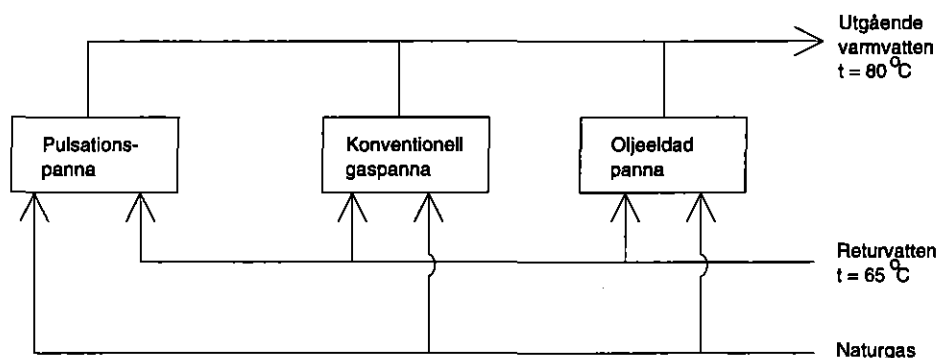
Beroende på driftstörningar omfattade den totala försöksperioden tiden från november 1987 till september 1990.

2 BESKRIVNING AV PANNCENTRALEN

Pulsationsspannan finns installerad i en panncentral som förser en vårdcentral med värme för lokaluppvärmning och tappvarmvatten.

I panncentralen finns därutöver två pannor av konventionell typ, en gaseldad och en oljeeldad. Den gaseldade pannan är dimensionerad för att under normala driftbetingelser förse vårdcentralen med värme. Den oljeeldade pannan fungerar som reservpanna.

Pulsationsspannan är inkopplad parallellt med ovan nämnda två pannor, se figur 1, och har under provperioden fungerat som huvudpanna. Vid driftstörningar hos pulsationsspannan har den ordinarie gaspannan automatiskt övertagit värmeproduktionen.



Figur 1: Principskiss över inkopplingen

För att minska ljudnivån från anläggningen har två seriekopplade lastbilslyddämpare monterats i avgasröret efter pulsationspannan.

Pannan är av kondenserande typ och därför har en insatsslang monterats i den befintliga skorstenen för att förhindra fukt- och korrosionsskador på skorstenen.

Sydkrafts personal i Vellinge har ansvarat för drift och tillsyn av anläggningen.

3 BESKRIVNING AV PULSATIONSPANNAN

Den utvärderade pannan har i sitt grundutförande en värmeeffekt på 500 kW vilken "strypts" ner till ca 200 kW för bättre anpassning till det existerande värmebehovet. "Strypningen" har skett genom en minskning av gas- och lufttillförseln. Det finns ingen möjlighet att reglera uteffekten under drift, eftersom pannan är av on-off typ. Eftersom pannan är kondenserande, vid returvattentemperaturer < 45 °C, är de vattenberörda delarna utförda i rostfritt material. Pannans storlek är 0,95 x 0,95 x 2,2 m (l x b x h) och dess vikt är ca 600 kg.

4 PULSERANDE FÖRBRÄNNING

Pulserande förbränning är ingen nyhet. Redan på 1700-talet omskrevs första gången hur en flamma och ett rör tillsammans kan komma i resonans. Detta fenomen har i många konventionella förbränningstillämpningar skapat bekymmer med oljud och vibrationer.

Pulserande förbränning kan karaktäriseras som en förbränningsprocess som sker periodiskt och i samverkan med en akustisk resonator. Den stötvisa och explosionsartade förbränningen sker i takt med resonatorns egenfrekvens, så att resonans och förbränning samverkar och hjälper varandra. Det är pulsationsförloppet i sig som gör att man erhåller ett högt värmeövergångstal mellan pulsrör och omgivande medium.

I ett system för pulserande förbränning kan man använda flera olika typer av resonatorer. Vanligast är akustiska resonatorer av typ Helmholtz. Helmholtz består i sin enklaste form av ett rör med en längd, motsvarande en kvarts våglängd och som är öppet i ena änden och slutet i den andra. Förbränningen sker nära den slutna änden av röret. Den typ av pulserande förbränningssystem som beskrivs här utgår från Helmholtz-resonatorn.

Den här aktuella Helmholtz-resonatorn består förutom av pulsröret även av en sk kammare, se figur 2. Resonatorns egenfrekvens beräknas enligt nedanstående formel.

$$f = c / (2\pi) \times (A/LV)^{1/2}$$

f = Egenfrekvens [s⁻¹]

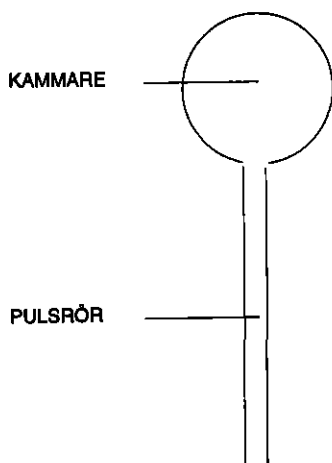
c = Ljudhastigheten vid aktuell temperatur [m/s]

A = Pulsrörets tvärsnittsarea [m²]

L = Pulsrörets längd [m]

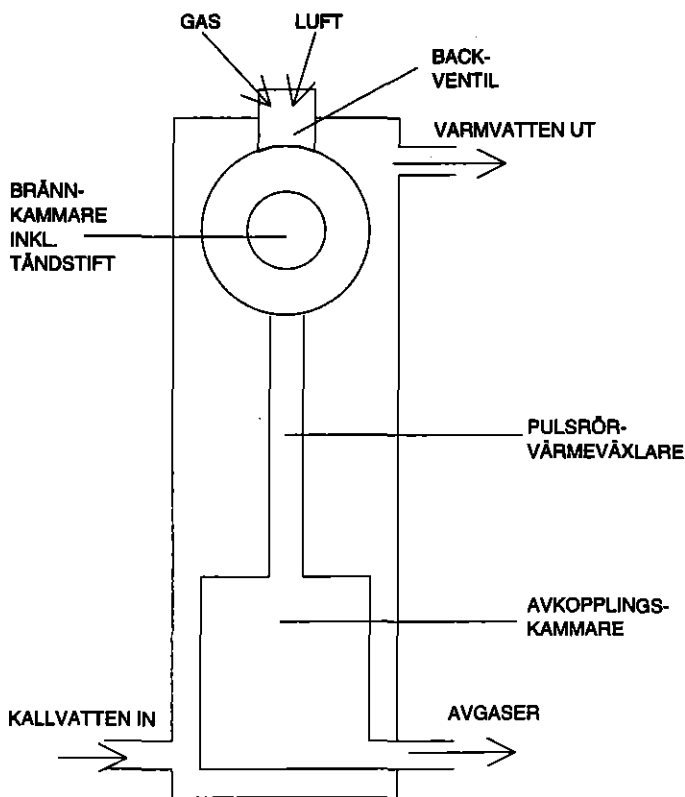
V = Kammarens volym [m³]

Resonatorns egenfrekvens i pulsationspannan är 50-60 Hz.



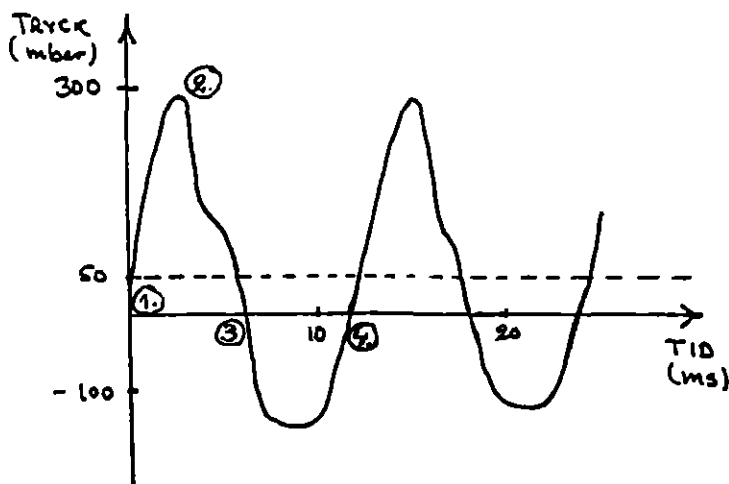
Figur 2. Helmholtz-resonator

Förbränningen äger rum i kammaren, som därvid blir systemets brännkammare. Den praktiska utformningen visas i figur 3. Rökgasen går genom pulsröret ut till en avkopplingskammare, vilken behövs för att ge pulsröret ett väldefinierat slut. Bränsle och luft tillförs via en backventil på brännkammarens topp. Avkopplingskammare, brännkammare och pulsrör är omgivet av vatten. På så sätt har en värmeväxlare åstadkommits.



Figur 3. Principfigur över en pulsationspanna

I figur 4 visas det typiska utseendet hos tryckvariationerna i brännkammaren som funktion av tiden.



Figur 4. Trycket i brännkammaren som funktion av tiden

Processen startar genom att en fläkt ventilerar systemet. Gas tillförs och ett tändstift antänder gas/luft-blandningen vid punkt 1 i figur 4. Trycket stiger inom loppet av några millisekunder till maxvärdet, ca 0,3 bar vid punkt 2, för att lika snabbt sjunka efterhand som gasen expanderar genom puls-röret. Backventilen, genom vilken gas och luft tillförs, är stängd fram till punkt 3. Då bildas ett litet undertryck i brännkammaren. Att så sker beror på rörelseenergin hos den utströmmande gasen. Under tiden undertryck råder (från punkt 3 till punkt 4) sugs en ny sats bränsle-luft-blandning in i brännkammaren som tänds av heta recirkulerande gaser. Cykeln är sluten och pulsgeneratoren går nu utan hjälp av fläkt eller tändsystem. Medeltrycket i brännkammaren, ca 50 mbar, är markerat med den streckade linjen.

5 MÄTMETODER

5.1 Momentan verkningsgrad

För beräkning av momentana verkningsgraden har följande parametrar mätts:

- Avgastemperatur
- Förbränningsluftens temperatur
- CO₂-halt
- Bränsleflöde

För bestämning av verkningsgraden har värmevärde och sammansättning på naturgasen enligt bilaga 1 använts.

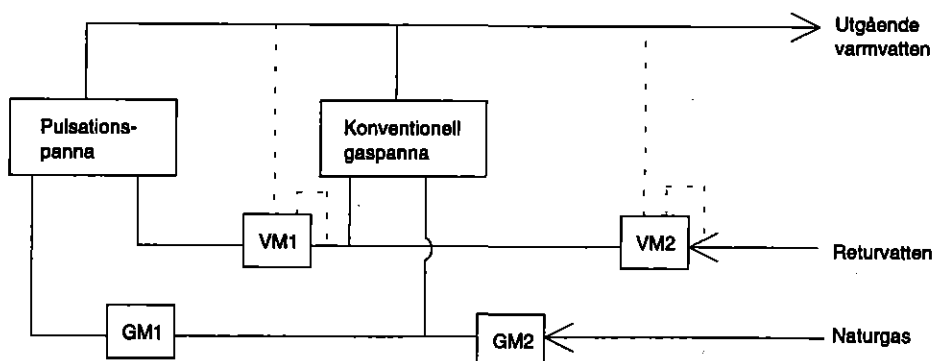
5.2 Periodverkningsgrad

För bestämning av verkningsgraden har följande parametrar avlästs dagligen:

- tillförd energi (m h a gasmätare)
- avgiven energi (m h a värmemängdsmätare)

Gasmätaren var under perioden november 1987 t o m november 1988 en bälgmätare typ Rombach G25. Därefter byttes den till en ny bälgmätare typ Elster G25. Felvisningen var maximalt ± 3 % av flödet för båda mätarna. Gasmätarna var försedda med ICM kompenseringstrustning.

Gas- och värmemängdsmätarnas placering i anläggningen visas i figur 5.



GM1 = Gasmätare för pulsationspannan
GM2 = Gasmätare för panncentralen
VM1 = Värmemängdsmätare för pulsationspannan
VM2 = Värmemängdsmätare för panncentralen

Figur 5. Placering av gas- och värmemängdsmätare i anläggningen.

5.3 Emissioner och kondensat

Följande emissioner har mätts:

- CO
- CO₂
- NO_x
- C_x H_y

Kolmonoxid- och koldioxidhalten bestämdes genom att torr och filtrerad gas analyserades i en Horiba PIR 2000. Analysmetoden baserades på IR-strålning. Den totala onoggrannheten var $\pm 2,6$ %.

Mängden kväveoxider bestämdes genom att gasen analyseras i ett Monitorlab 8840 instrument. Analysmetoden baserades på chemiluminiscensstrålning. Onoggrannheten var $\pm 5,4$ %.

Kolvätehalten bestämdes genom att tempererad gas analyserades i en Bernath Atomic modell 3005. Analysmetoden är baserad på flamjonisation. Den totala onoggrannheten var $\pm 2,7$ %.

Surhetsgraden på kondensatet ger en indikation över mängden emissioner i rökgaserna. Vid förbränning med naturgas är det koldioxid och kväveoxid som förorsakar försurningen av kondensatet. Kondensatets surhetsgrad mättes med en pH-meter (glas/kalomel-elektrod). Det totala felet är ca $\pm 0,03$ pH-enheter.

5.4 Ljudnivå

Vid mätningen användes en Brüel & Kjaer ljudnivåmätare med oktavbandsfilter. Kalibreringen utfördes med pistonfon och kalibrator.

Mätningen gjordes i 8 punkter enligt skiss i bilaga 2. Punkternas placering var mitt emellan respektive panna och vägg, på ca 1,3 m höjd över golvet. Sammanlagt genomfördes 4 st olika mätningar; en med endast pulsationsspannan i drift, två med endast huvudgaspannan (normal och max last) i drift och slutligen en mätning av bakgrundsbruset från pumpar o dyl då samtliga pannor var ur drift. Ljudnivån avlästes manuellt som A-vägd nivå, Lin och i oktavbanden 31,5 Hz - 8 kHz.

6 MÄTRESULTAT

6.1 Momentan verkningsgrad

Mätningarna utfördes vid två olika tillfällena under försöksperioden. Vid första tillfället (februari 1988) svarade Malmö Energi AB för mätningarna. Vid andra tillfället (januari 1990) genomförde Sydkraft AB mätningarna. Nedan redovisas resultaten från de båda mätningarna.

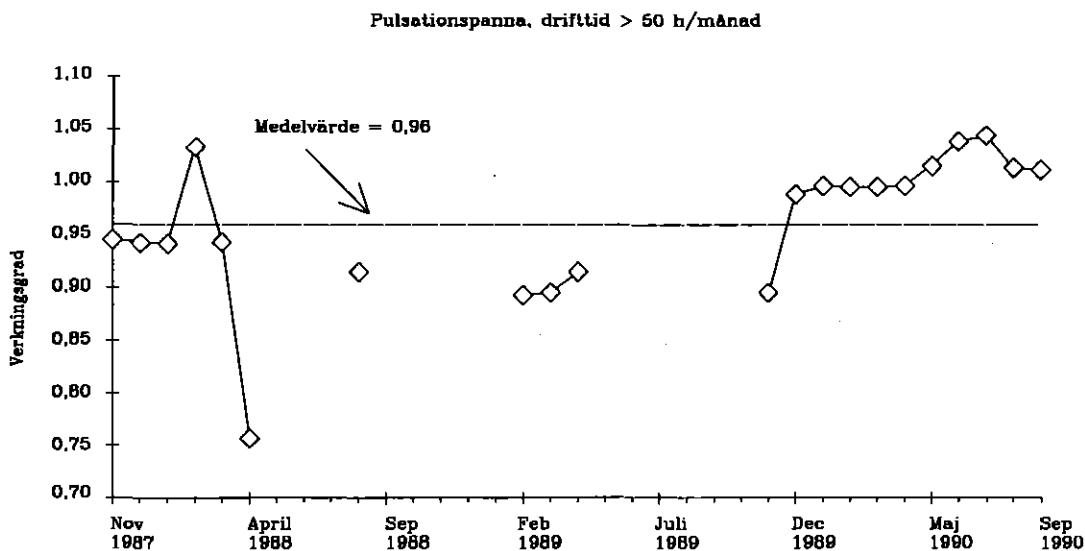
	Febr -88	Jan -90
Tillförd effekt kW	184	185
Momentan verkningsgrad % (undre värmevärde)	100	96
Avgastemperatur °C	60	76

Den högre verkningsgraden i februari -88 jämfört med verkningsgraden i januari -90 beror bl a på att rökgasförlusterna var lägre (se rökgastemperaturen) i februari -88.

6.2 Periodverkningsgrad

Periodverkningsgraden har bestämts utifrån månadsmedelvärden. Avläsningen av mätdata utfördes av personal på Sydkrafts AB:s kontor i Vellinge.

Resultaten för försöksperioden, från november 1987 till och med september 1990 redovisas i bilaga 3. I figur 6 illustreras den månatliga verkningsgraden i de fall då drifttiden översteg 50 timmar per månad.



Figur 6. Månadsverkningsgrader under försöksperioden (drifttid överskridande 50 timmar/månad).

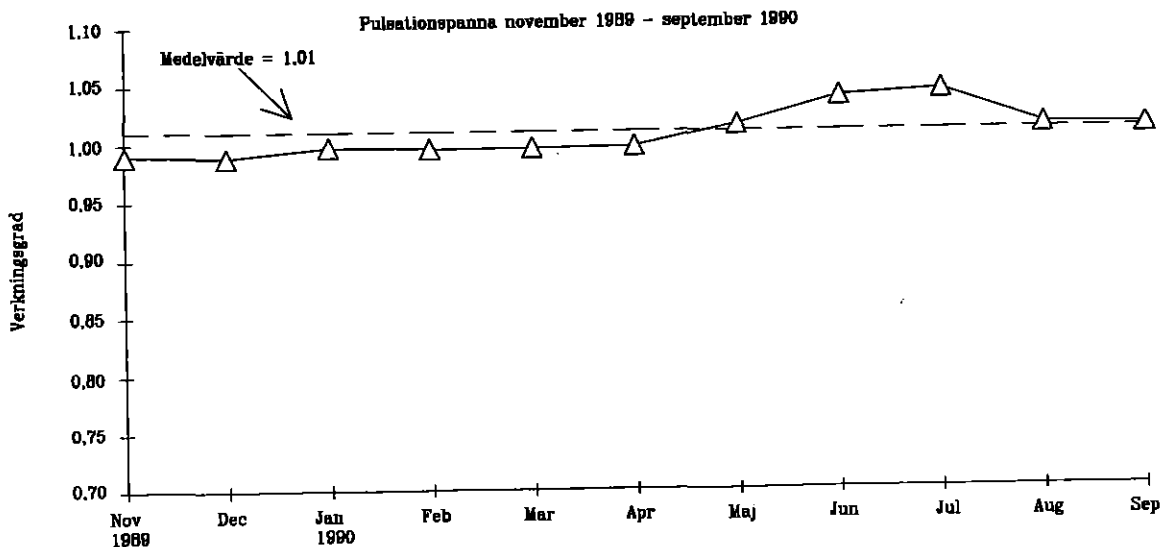
Vid utvärdering av resultatet beaktades följande:

Pannan stannade i april 1988, vilket kan förklara den låga verkningsgraden då. Orsaken till driftstoppet var tändsystemet. Detta åtgärdades under maj månad. Under perioden november 1987 till april 1988 var medelverkningsgraden 0,96.

Under perioden maj till augusti 1988 var drifttiden mycket kort. September 1988 - februari 1989 förekom många driftstörningar. Detta medförde stor osäkerhet i bestämning av verkningsgraden under dessa perioder.

Under februari och mars 1989 noterades inga driftstörningar. Verkningsgraden var då 0,89. I april 1989 började störningarna igen. Pulsationspannan var ur drift från maj till och med juli 1989. I augusti togs den i drift igen, men driftproblemen kvarstod. Inte förrän den 10 november togs pannan i kontinuerlig drift. Verkningsgraden var då 0,89, vilket verkade lågt varför gasmätare och värmemängdsmätare kontrollerades. Gasmätaren visade då 10 % för mycket, vilket var oacceptabelt. Värmemängdsmätaren visade 0,8 % för mycket, vilket ligger inom tillåten felmarginal. Detta resulterade i att gasmätaren byttes ut den 30 november.

Under perioden november 1989 t o m september 1990 var pannan i drift utan nämnbara driftstörningar. Om november månads verkningsgrad justeras motsvarande felvisningen på gasmätaren blir verkningsgraden 0,99 vilket verkar rimligare. Under perioden november 1989 (justerad verkningsgrad) t o m september 1990 var medelverkningsgraden 1,01. I figur 7 redovisas verkningsgraden under denna period.



Figur 7. Månadsverkningsgrader under perioden november 1989 t o m september 1990.

Under hela försökstiden finns således endast två längre perioder utan driftstörningar.

November 1987 till mars -88 $\eta = 0,96$
November 1989 " september -90 $\eta = 1,01$.

Skillnaden i verkningsgrad kan bero på vissa åtgärder som vidtogs på pannan i samband med driftstörningar. Se vidare under kapitel 7 Drifterfarenheter.

6.3 Emissioner och kondensat

Mätningarna utfördes vid två olika tillfällena. Vid första tillfället (februari 1988) svarade Malmö Energi AB för mätningarna. Vid andra tillfället (januari 1990) genomförde Sydkraft AB mätningarna.

Resultatet visas i tabellen nedan där även resultatet av pH-mätningarna i kondensatet lagts in.

	Febr -88	Jan -90
Tillförd effekt (kW)	184	185
CO (ppm)	65	74
CO ₂ (%)	11,3	10,6
NO _x (mg/MJ tillfört bränsle)	35	40
pH i kondensat	5,8	-
CH _x (ppm fuktig gas)	-	< 1

6.4 Ljudnivå

Ljudnivåmätningarna genomfördes vid ett tillfälle (april 1988) av Malmö Miljö och hälsoskyddsförvaltning. Medelvärde från de 8 mätpunkterna med endast pulsationspannan i drift, redovisas nedan:

Ljudnivå 73 dB (A)
 88 dB Lin

Motsvarande värden för den ordinarie gaspannan är 70-76 dB (A) respektive 83-85 dB Lin, beroende på pannans last.

7 DRIFTERFARENHETER

För att få en uppfattning av tillgänglighet registrerades antalet starter och drifttid. Utrustning för detta fanns inmonterad i pannan.

Om pannan stannade under drift eller under en startsekvens, måste den återstartas manuellt. Vid varje sådant stopp/start fördes anteckningar i panncentralens loggbok. Ingen utrustning fanns som indikerade orsaken till ett pannstopp.

Även åtgärder i form av underhåll och service av pannan noterades i loggboken.

Under försöksperioden november 1987 till september 1990 inträffade ett 70-tal stopp. Vid ca 40 av dessa kunde pannan utan åtgärder återstartas. Orsaken till dessa stopp har inte kunnat klarläggas.

Vid övriga stopp har någon form av åtgärder fått vidtas vilka redovisas här.

- Byte av tändhatt, tändstift eller tändkabel
- Byte eller reparation av skarvslangen på avgassidan
- Byte av tändtransformator
- Justering av tändelektrod
- Omsvarvning av gasventilen i brännkammaren.
- Installation av joniseringselektrod i stället för tryckvakt
- Återgång till tryckvakt

Pulsationspannan har producerat ca 55 % av den totalt levererade energimängden från panncentralen. Under perioden har pannan gjort ca 100.000 starter och den totala drifttiden har uppgått till ca 5.500 timmar.

8 DISKUSSION

Pulsationsspannan har en verkningsgrad på ca 1,0. Loggboken för panncentralen visar att verkningsgraden för den konventionella gaspannan är ca 0,9. En av orsakerna till pulsationsspannans högre verkningsgrad är att den är kondenserande vilket inte den konventionella är. En annan orsak är att genomströmningsförlusterna är obefintliga eftersom gas/luft ventilen är stängd då pannan ej är i drift.

Pulsationsspannan hade många driftstörningar under försöksperioden. De flesta felen kunde hänföras till pannans tändningssystem. Detta har successivt förbättrats under försöksperioden men man har ännu inte nått så långt som man kan begära av en kommersiell panna.

Eftersom denna typ av pulsationsspanna endast har tillverkats i två exemplar går det inte att göra några ekonomiska jämförelser med en konventionell panna.

Ljudnivåerna för pulsationsspannan och den konventionella gaspannan är av samma storleksordning; ca 75 dB (A) och ca 85 dB Lin. Detta visar att farhågorna, att pulsationspannor har högre ljudnivå än konventionella pannor, åtminstone inte stämmer i denna anläggning. Det går dock inte att dra någon generell slutsats beträffande ljudnivåerna med utgångspunkt från denna anläggning.

Emissionsmätningar som genomförts visar att halterna av koldioxid och oförbränt är av samma storleksordning för pulsationsspannan och den konventionella pannan. Medan kväveoxidhalten från pulsationsspannan är lägre jämfört med den konventionella gaspannan. Den lägre NO_x-halten beror främst på att förbränningstemperaturen är lägre och att uppehållstiden är kortare i en pulsationsspanna.

9 REFERENSER

Hans Bertil Håkansson, Pulsonex AB

Driftanteckningar, Hans-Erik Olejnik, Sydkraft AB

Mätrapport, Malmö Energi AB

Mätrapport, Sydkraft AB

Bullermätning, Malmö Miljö och hälsoskyddsförvaltning

DATUM: 890120

PROVTAGNINGSPLATS: SSP

NR	RET.TID	NAMN	FORMEL	VOL %	MOL %
1	0.832	NITROGEN	N2	0.355	0.354
2	1.084	METAN	CH4	91.217	91.105
3	2.340	KOLDIOXID	CO2	0.530	0.532
4	4.663	ETAN	C2H6	5.027	5.060
5	8.658	PROPAN	C3H8	1.845	1.879
6	11.140	I-BUTAN	C4H10	0.322	0.333
7	11.632	N-BUTAN	C4H10	0.463	0.480
8	13.712	I-PENTAN	C5H12	0.118	0.124
9	14.041	N-PENTAN	C5H12	0.078	0.084
10	17.400	HEXAN	C6+	0.044	0.048

VARMEVARDE, OYRE HS (KWH/M3) : 12.0185
 (MJ/KG) : 53.6754
 VARMEVARDE, UNDRE HI (KWH/M3) : 10.8649
 (MJ/KG) : 48.5233
 WOBBE INDEX : 15.2222
 RELATIV DENSITET : .623371



MALMÖ MILJÖ- OCH
HÄLSOSKYDDSFÖRVALTNING
avdelning
Miljö- och hälsoskyddsavd.
handläggare
Christer Karlsson/PL
Tel: 040-34 20 29

dokumentnamn
MÄTRAPPORT

datum
1988-04-26

BILAGA 2

sida(or)
1(2)

beteckning/diarienum

Ljudnivåmätning i Vellinge vårdcentral, panncentral.

Uppdragsgivare

Malmö Energi AB, gasverket, genom Lars Håkansson.

Syfte

Mätningen har utförts i syfte att dokumentera ljudnivån i panncentralen vid drift med huvudgaspanna resp. pulsationspanna.

Mätdatum: 1988-04-21.

Instrumentering

Brüel & Kjaer ljudnivåmätare typ 2209 med oktavbandsfilter 1613. Kalibrering med pistonfon och kalibrator (4220/4230).

Mätpunkter

Mätning har skett i 8 punkter enligt skiss i bilaga 1. Punkternas placering har varit mitt emellan resp. panna och vägg, på ca 1,3 m höjd över golv. Ljudnivån har avlästs manuellt som A-vägd nivå, Lin och i oktavbanden 31,5 Hz - 8 kHz. . /1

Driftsförhållanden

De båda gaspannorna var i drift en i taget. Oljepannan avstängd. Framledningspumpar och cirkulationspump för varmvatten var i drift hela tiden och gav upphov till en viss bakgrunds nivå som påverkade mätresultatet något i de högsta frekvensbanden. Någon korrektion för bakgrunds nivå har dock ej gjorts.

Pulsationspannans lastförhållande är alltid det samma. För huvudgaspannan användes två driftsalternativ:

8

1. "normallast", d.v.s. vid tillfället motsvarande en framledningstemperatur på 72°C.
2. "max last" som forcerades. Mätning utfördes i detta fall endast i 3 av punkterna.

Resultat

Det fullständiga resultatet redovisas i bifogade tabellblad 1-4. I det bifogade diagrambladet har medelvärdena ritats in. I den vänstra delen på diagrambladet har den A-vägda nivån markerats samt den ovägda (Lin):

./1-4

./.

Huvudgaspanna "normallast" = 76 dB(A) 83 dB Lin.
 Huvudgaspanna "max last" = 70 dB(A) 85 dB Lin.
 Pulsationspanna = 73 dB(A) 88 dB Lin.

Att huvudgaspanna bullrar mindre, uttryckt i dB(A), är kanske förvånande, men det beror på att ljudet ändrar karaktär till ett mer lågfrekvent ljud, vilket A-filtret i ljudnivåmätaren inte är så känsligt för.

Kurvorna till höger i diagrambladet visar frekvensspektra för de tre situationerna. Pulsationsspannan har ett mycket lågfrekvent ljud. De s.k. N-kurvorna, eller NR-kurvorna (NR=Noise Rating) visar hur ljudtrycksnivån varierar för olika frekvenser vid samma hörselintryck hos en person.

Huvudgaspannan med normallast motsvarar N 73
 Huvudgaspannan med maxlast motsvarar N 66
 Pulsationsspannan motsvarar N 70

Andra aspekter än hörselintrycket är vilka tekniska möjligheter som finns att dämpa det avgivna bullret till omgivningen. Förenklat uttryckt kan man säga att lågfrekvent ljud är svårare att dämpa än högfrekvent, vilket bör beaktas ifråga om pulsationsspannan.



Christer Karlsson

MÄTPOS/KÄLLA	dB(A)	LIN	OKTAVBAND (Hz)										
			32	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	32k
1.	77	86	66	63	75	78	77	75	69	67	59		
2.	80	86	62	64	78	80	77	76	69	67	60		
3.	78	84	61	62	74	80	76	74	67	66	58		
4.	76	82	59	61	69	75	75	73	66	64	54		
5.	76	82	60	61	70	76	74	72	65	63	54		
6.	74	81	59	61	69	74	72	71	64	62	52		
7.	74	81	59	59	70	74	72	71	64	62	52		
8.	74	81	54	61	68	73	72	71	63	62	53		
MEDEL	76	83	60	62	72	76	74	73	66	64	55		
MIN	74	81	54	59	68	73	72	71	63	62	52		
MAX	80	86	66	64	78	80	77	76	69	67	60		

Malmst miljö- och hälsosk-förvaltning

Ljudnivåmätning i Vellinge i vårdcentral PC
Nivå från ljudgaspanna "normallast", 72°C framledn. temp

TABELLBLAD NR 1
MÄTDAG 88-04-21
SIGN *OK*

MÄTPOS/KÄLLA	dB(A)	LIN	OKTAVBAND (Hz)										
			32	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	32k
2.	73	86	73	74	74	72	70	69	64	64	57		
4.	70	85	69	69	65	67	67	65	62	60	51		
7.	67	84	69	68	65	67	65	62	59	58	49		
MEDEL	70	85	70	70	68	69	67	65	61	61	52		
MIN	67	84	69	68	65	67	65	62	59	58	49		
MAX	73	86	73	74	74	72	70	69	64	64	57		

Målnings- och hälsokontrollförvaltning

Ljudnivåmätning i Vellinge
Värdecentral / PC
Nivå från huvudgaspanna
"maxlast"

TABELLBLAD NR 2
MÄTDAG 88-04-21
SIGN *De*

MÄTPOS/KÄLLA	dB(A)	LIN	OKTAVBAND (Hz)										
			32	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	32k
1.	71	86	79	84	84	72	65	55	52	50	44		
2.	72	95	80	95	83	71	68	55	52	50	44		
3.	72	88	71	85	84	75	68	55	52	51	44		
4.	72	92	77	92	84	74	67	54	52	50	44		
5.	76	91	73	86	84	80	71	59	54	52	45		
6.	75	90	68	83	82	81	71	58	53	52	44		
7.	74	90	71	86	82	77	68	57	53	52	44		
8.	71	83	62	75	79	75	68	54	52	52	44		
MEDEL	73	88	73	86	83	76	68	56	53	51	44		
MIN	71	83	62	75	79	71	65	54	52	50	44		
MAX	76	95	80	95	84	81	71	59	54	52	45		

Malmå miljö- och hälsokontrollförvaltning

Ljudnivåmätning i Vellingå
Vårdecentral DC
Nivå från pulsationsspannan

TABELLBLAD NR 3
MÄTDAG 88-04-21
SIGN *Ple*

MÄTPOS/KÄLLA	dB(A)	LIN	OKTAVBAND (Hz)											
			32	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	32k	
1.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	54	-	53	50	51	47	51	45	46	47	39			
3.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
4.	54	71	53	50	51	49	51	46	45	47	40			
5.	54	69	52	50	51	49	52	46	46	49	41			
6.	57	70	49	51	52	51	55	49	48	50	42			
7.	57	-	50	50	52	51	53	49	48	50	43			
8.	56	-	51	52	55	51	52	47	48	51	43			

Malmö miljö- och hälsosk. - Arbetsledning

Ljudnivåmätning i Vellinge
Vändcentral PZ.
Bakgrundsnivå (från pumpar)

TABELLBLAD NR 4
MÄTDAG 88-04-21
SIGN *[Signature]*

Malmö miljö-
och hälsosk-
förvaltning

Ljudnivåmätning i Vellinge
vårdcentral PC

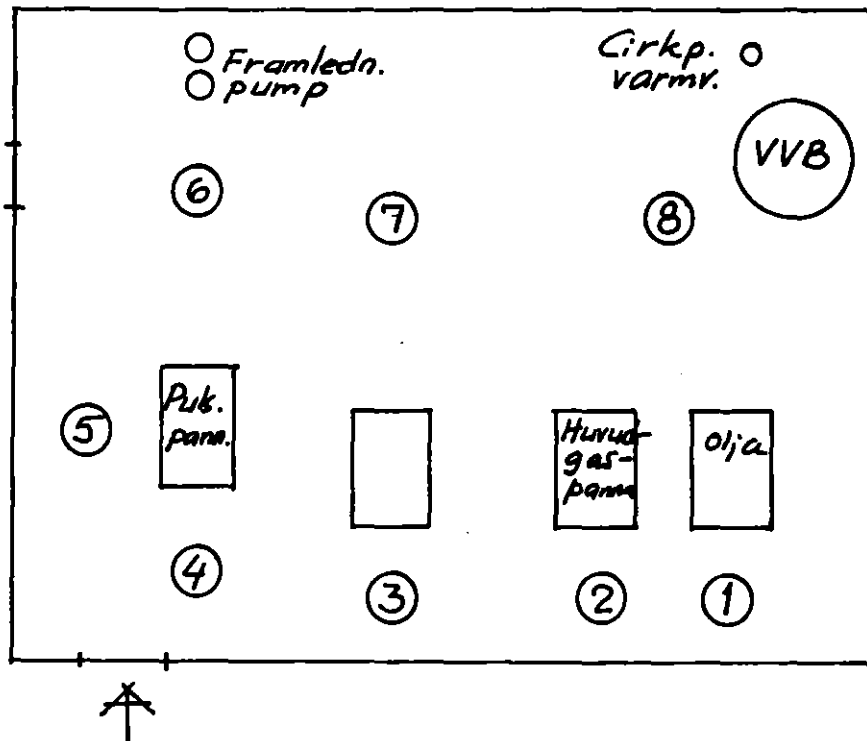
Skiss över mätpunkter

Bilaga 1.

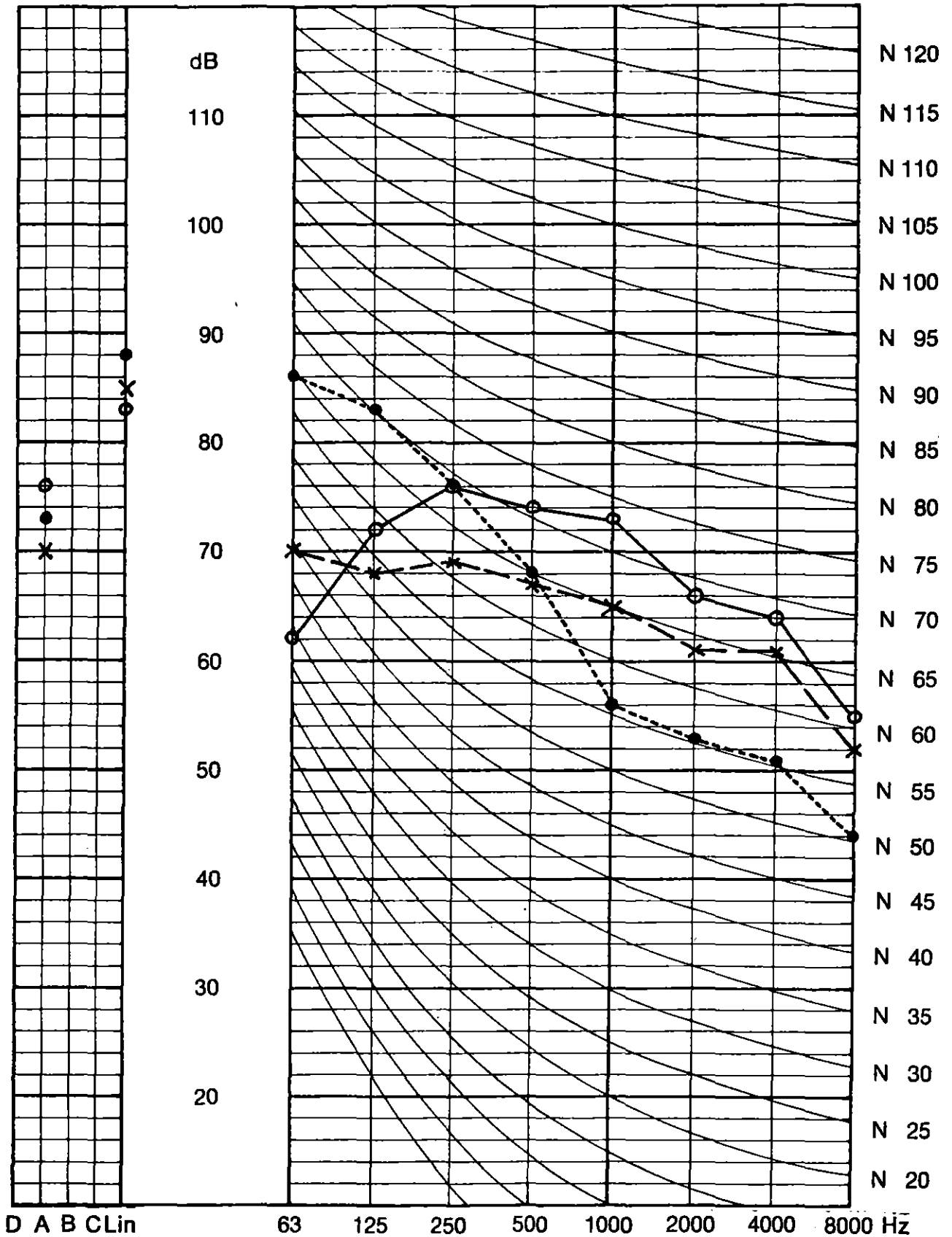
Mätdatum:

88-04-21

Sign: *OK*



○—○ = huvudgaspanna, "normallast"
 x—x = " " , maxlast ●-----● = pulsationspanna



PULSATIONSPANNA						
ÅR	MÅNAD	Drifttid (h)	Antal starter	Gasförbrukning (Nm ³)	Levererad energi (MWh)	Verkningsgrad
1987	November	125,5	3067	2202	22,49	0,95
	December	352,6	9933	6285	63,98	0,94
1988	Januari	328,2	6795	5828	59,28	0,94
	Februari	393,1	7165	6305	70,38	1,03
	Mars	354,9	7364	6231	63,47	0,94
	April	260,5	3596	5672	46,37	0,76
	Maj	38,8	149	687	7,02	0,95
	Juni	9,4	344	176	2,95	1,55
	Juli	4,8	130	77	0,77	0,93
	Augusti	54,2	1748	974	9,62	0,91
	September	3	119	54	1,34	2,30
	Oktober	7,9	212	142	1,46	0,95
	November	16,7	267	306	3,07	0,93
	December	0,6	22	10	0,11	1,02
1989	Januari	0	4	1	0,01	0,93
	Februari	346,7	3840	6331	61,07	0,89
	Mars	424,2	5799	7713	74,54	0,89
	April	74,4	783	1341	13,24	0,91
	Maj	0,7	21	16	0,26	1,50
	Juni	3,6	121	65	1,11	1,58
	Juli	0,1	12	5	0,05	0,93
	Augusti	33	1349	573	5,78	0,93
	September	0,3	24	3	0,16	4,94
	Oktober	1,2	132	26	0,25	0,89
	November	431,1	1698	8236	79,57	0,89
	December	364,8	7877	6231	66,53	0,99
1990	Januari	335,2	7309	5842	62,90	1,00
	Februari	204,9	5515	3588	38,58	1,00
	Mars	220	5645	3903	41,98	1,00
	April	424,4	4751	7491	80,66	1,00
	Maj	211,2	6301	3667	40,22	1,02
	Juni	94,3	3693	1611	18,08	1,04
	Juli	98,6	2858	1669	18,82	1,04
	Augusti	101,8	3528	1721	18,84	1,01
	September	142,8	4792	2412	26,37	1,01
	Totalt	5463,5	106963	97394	1001,33	

92-11-05

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
003	Katalog över gastekniska FUD-projekt i Sverige. Utgåva 3	Apr 91	Svenskt Gastekniskt Center AB	100
004	Krav på material vid kringfyllnad av PE-gasledningar	Apr 91	Jan Molin VBB VIAK	50
005	Teknikstatus och marknadsläge för gasbaserad mikrokraftvärme	Apr 91	Per-Arne Persson SGC	150
006	Keramisk fiberbrännare - Utvärdering av en demo-anläggning	Sep 92	R Brodin, P Carlsson Sydkraft Konsult AB920212	100
007	Gas-IR teknik inom industrin. Användnings- områden, översiktlig marknadsanalys	Aug 91	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	100
008	Catalogue of gas technology RD&D projects in Sweden (På engelska)	Jul 91	Swedish Gas Technology Center	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 Institut. 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

92-11-05

RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
017	Analys och förslag till handlingsprogram för området industriell vätskevärmning	Dec 91	Rolf Christensen AF-Energikonsult Syd AB	100
018	Skärning med acetylen och naturgas. En jämförelse.	Apr 92	Åsa Marbe Sydkraft Konsult AB	100
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 Projektering AB	150
022	Katalog över gastekniska FUD-projekt i Sverige. Utgåva 4	Aug 92	Svenskt Gastekniskt Center AB	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 AB	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



Svenskt Gastekniskt Center AB

Box 50525, 202 50 MALMÖ

Telefon: 040-700 40

Telefax: 040-30 50 82