
Rapport SGC 053

**TRYCKHÖJANDE UTRUSTNING FÖR
GAS VID METALLBEARBETNING**

En förstudie av konceptet GT-PAK

Mårten Wärmö
MGT Teknik AB

April 1994



Rapport SGC 053
ISSN 1102-7371
ISRN SGC-R--53--SE

Rapport SGC 053

TRYCKHÖJANDE UTRUSTNING FÖR GAS VID METALLBEARBETNING

En förstudie av konceptet GT-PAK

Mårten Wörnö
MGT Teknik AB

April 1994



SGC:s FÖRORD

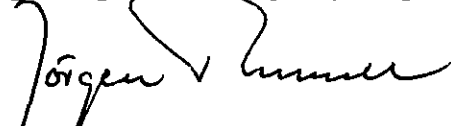
FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

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, Sydgas AB, Sydkraft AB, Göteborg Energi AB, Malmö Energi AB, Lunds Energi AB och Helsingborg Energi AB.

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB



Jörgen Thunell

TRYCKHÖJANDE UTRUSTNING FÖR GAS VID METALLBEARBETNING

En förstudie av konceptet GT-PAK

Mårten Wärnö

April 1994

SAMMANFATTNING

GT-Pak systemet är framtaget i USA för att tillfredsställa kraven på tryck och portabla enheter vid användning av naturgas som brännas till metallbearbetande operationer som skärbränning, lödning, bockning, värmning m m. Det består av två enheter, kompressor och portabla gasflaskor i olika utföranden. Kompressorerna används för att direktförsörja brännverktyg eller för att fylla på gasflaskorna med naturgas..

GT-Pak har fått stor spridning i Nordamerika och marknadssatsningar har nyligen inletts i Asien och Europa. Den avgörande orsaken för kunden att byta brännas till naturgas är vanligen pris fördelen gentemot övriga brännas. Systemet i sig är relativt enkelt och billigt och betalar sig snabbt även för små användare.

Denna undersökning har syftat till att klargöra möjligheterna till en introduktion av GT-Pak i Sverige, vad avser tillståndsfrågor, teknik och marknad. Ett provexemplar av utrustningen har importerats för den tekniska utvärderingen.

Det har inte lyckats, att inom projektets ram, få utrustningen typgodkänd för användning i Sverige, främst på grund av svårigheter att få fram den tekniska dokumentation från tillverkaren, som krävs av sprängämnesinspektionen. Genom ytterligare insatser bör det emellertid vara möjligt att få utrustningen godkänd. Vissa tekniska anpassningar är nödvändiga för tillstånd om användning i Sverige.

De utförda funktionsproven med den importerade utrustningen visar att systemet fungerar på avsett vis och håller utlovade prestanda, i vissa fall har bättre värden än utlovat erhållits. Produkten bedöms kunna finna en marknad i Sverige, framför allt hos företag som anslutna till naturgas och som har behov av portabla arbetsstationer. GT-Pak systemet är idag unikt genom att det gör en naturgasansluten kund självförsörjande på brännas till sina portabla gasflaskor. På grund av de nuvarande GT-Pak flaskornas relativt dåliga kapacitet vad gäller lagring och maximalt flöde, begränsas användningen till förbrukare som har möjlighet att fylla flaskorna ofta, direkt internt med egen kompressor.

Naturgas har visats vara konkurrenskraftigt, både kvalitets- och pris mässigt, gentemot mest använda brännaserna acetylen och gasol. Däremot är den totala marknaden idag för liten i Sverige för att motivera en introduktion av GT-Pak systemet på kommersiella villkor. Inom kort kommer emellertid nya, förbättrade GT-Pak flaskor att presenteras vilket möjliggör flaskdistribution av naturgas. En betydligt större marknad inom metallbearbetningsområdet är då möjlig att nå, samtidigt som även andra användningsområden för naturgasen kan bli aktuella. Ett beslut om att fortsätta arbetet med att introducera GT-Pak systemet i Sverige bör därför göras mot denna bakgrund.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid nr
1. INLEDNING	1
2. GT - PAK	3
3. INTERNATIONELLA ERFARENHETER	5
3.1 Teknisk utveckling	5
3.2 Marknader	5
4. TEKNISK VÄRDERING	7
4.1 Systemuppbyggnad	7
4.2 Prestanda	10
4.3 Tillstånd och säkerhetsaspekter	12
4.3.1 Gasflaskor	
4.3.2 Kompressorenheten	
4.3.3 Slang och armatur	
4.4 Laborrietest	13
4.4.1 Provobjekt	
4.4.2 Utförande	
4.4.3 Resultat	
4.5 Behov av anpassning till svenska förhållanden	16
5. KOMMERSIELL BEDÖMNING	17
5.1 Konkurrensanalys	17
5.2 Potentiell marknad	20
5.3 Resultat för kund och gasleverantör	23
5.4 Distributionskanaler	23
6. SLUTSATSER	25
6.1 Tillstånd	25
6.2 Teknik	25
6.3 Marknad och fortsatt introduktion	26

BILAGOR

1. INLEDNING

GT-Pak är ett system med kompressorer och portabla gasflaskor för tryckhöjning och förvaring av naturgas, som möjliggör användning av naturgas som bränsle vid skärbränning, lödning, böckning, värmning m m.

MGT Teknik fick genom sitt samarbetsavtal med Consumers Gas konsultbolag Congas i Kanada, information om systemet GT-Pak. Tillsammans med Malmö Energi gjordes en inledande studie, som avslutades i maj 1992, av förutsättningarna att introducera systemet på den svenska marknaden. Det konstaterades att en introduktion i Sverige av GT-Pak skulle kunna vara en naturlig förlängning på de försök som utförts tidigare i Sverige med naturgas inom skärbränningsområdet. Vidare att GT-Pak skulle kunna bredda den potentiella marknaden för naturgas eftersom systemet är konkurrenskraftigt även hos mindre förbrukare.

Ett antal hinder identifierades som måste få sin lösning före en introduktion; nämligen marknadens storlek, tillståndsfrågor och lämplig distributionskanal.

Systemet har bedömts beröra gasmarknaden i sin helhet varför fortsatta förberedelser och eliminering av hinder beslutats genomföras inom ramen för SGC:s verksamhet.

Projektet har omfattat en teknisk och ekonomisk värdering med syfte att:

- bedöma systemets användbarhet under svenska förhållanden.
- klargöra eventuella behov av tekniska anpassningar av utrustningen.
- få utrustningen typgodkänd för användning i Sverige.
- bedöma naturgasens konkurrenskraft gentemot andra bränslen.
- bedöma den potentiella marknaden för utrustningen i Sverige.
- vid bedömningen att det är lämpligt att introducera GT-Pak systemet föreslå distributionskanaler för systemet och startaktiviteter vid marknadsintroduktion.

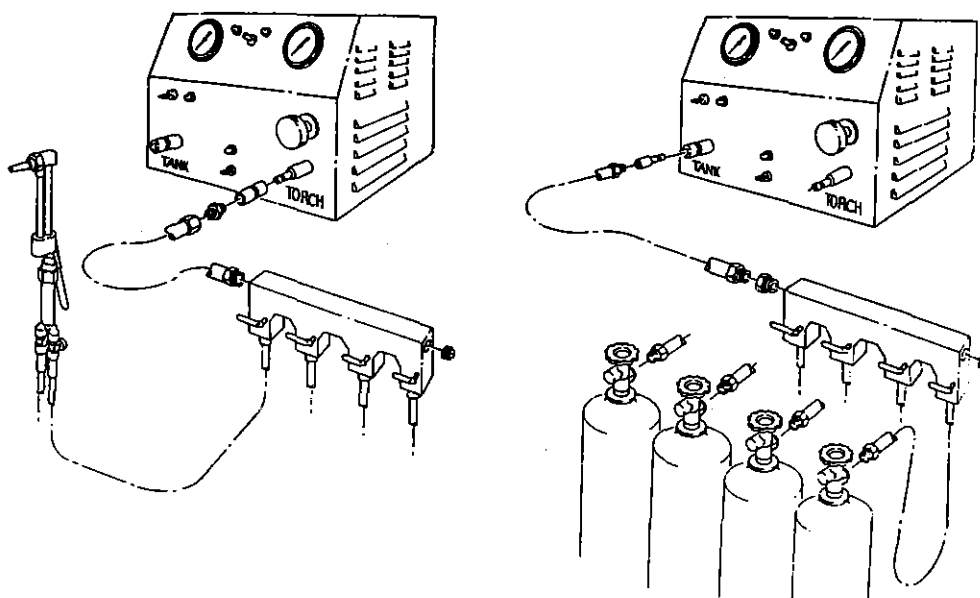
Ett testexemplar av GT-Pak utrustningen har importerats från Kanada för den tekniska utvärderingen.

Ansvarig för projektet har varit MGT Teknik medan Malmö Energi svarat för test av provexemplar och tillståndsfrågor. Föreliggande rapport är utarbetad av MGT Teknik med undantag för avsnitten 4.3, 4.4 och 4.5 med tillhörande bilagor som är skrivna av Malmö Energi.

2. GT - PAK

Naturgasens användning inom skärbränning och lödning har internationellt ansetts vara begränsad p g a att kunderna haft tillgång till gas med för låga tryck samt bristen på portabla enheter. Gasol eller acetylen är därför de dominerande bränngaserna.

GT-Pak systemet är framtaget för att tillfredställa kraven på tryck och portabla enheter med naturgas som bränngas. Det består av två enheter, kompressor och portabla gasflaskor. Se figur 2.1.



Figur 2.1. GT-Pak systemet

Kompressorenheten kan antingen användas för tryckhöjning till fasta arbetsstationer och/eller för påfyllning av portabla flaskor. Kompressorerna är konstruerade för att anslutas till ett naturgastryck om 20 mbar. Det finns ett flertal modeller i sortimentet med olika kapacitet och arbetstryck.

De påfyllningsbara flaskorna är ordinära gasflaskor av stål men innehåller ett adsorptionsmaterial som ökar fyllnadskapaciteten med en faktor tre. Normalt fylls flaskorna till 19 bars tryck. Detta tryck är valt mot bakgrund av att utrustningen inte skall behöva bli alltför tekniskt avancerad utan få ett överkomligt pris. Volymerna på flaskorna har ur förbruknings-synpunkt anpassats till befintliga syrgasflaskors volym.

Mårten Wärnö**94-04-19**

I Kanada kostar en GT-Pak kompressor idag i storleksordningen 15 000 - 50 000 kr (exkl moms) beroende på storlek, medan gasflaskorna kostar 1 000 - 5 000 kr styck.

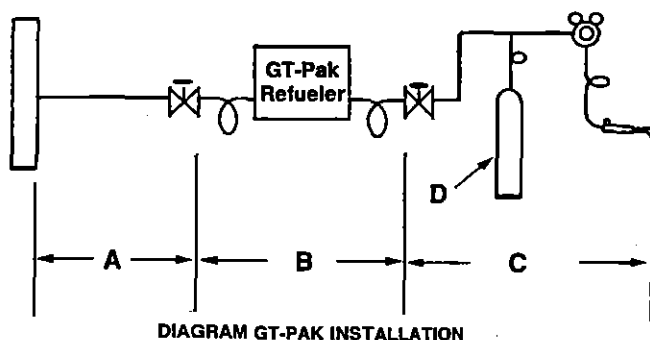
Denna studie har inte avsett att undersöka naturgasens för- eller nackdelar i ovanstående tillämpningar. Utgångspunkten har istället varit att naturgasen är likvärdig eller har vissa fördelar vad avser skärhastighet, kvalitet på snittytor, jämnare och mindre porösa lödningar, sotningsfri flamma m m jämfört med befintliga bränningsgaser. Detta har kunnat konstateras i flera undersökningar, bl a svenska.

3. INTERNATIONELLA ERFARENHETER

3.1 Teknisk utveckling

GT-Pak systemet var kommersiellt utvecklat år 1988. En intensiv utveckling pågår för att utöka det nuvarande produktsortimentet med större kompressorer och kompressorer och gasbehållare lämpade för t ex truckar och bilar. Forskningen är framförallt inriktat mot fyllnadsmaterialet i flaskorna. Man är för närvarande i slutfasen på utvecklingen av gasflaskor med avsevärt förbättrad lagringskapacitet. Dessa beräknas vara tillgängliga på marknaden under 1994. Då detta blir verklighet finns förutsättningar för att bredda distributionen av naturgas genom flaskdistribution i stor skala.

Produkten har i Nordamerika erhållit godkännande för de olika systemdelarna. Regler och specifikationer som legat till grund framgår av figur 3.1.



	A	B	C	D
USA	Fuel Gas Code NFPA 54 (Existing)	Certification Requirements AGA 2-87 (Developed in 1987)	Cutting & Welding Code NFPA 51 (Existing)	Cylinder Specification DOT 4B & 4BA (Existing)
CAN	Natural Gas Installation Code B 149.1 (Revised)	Certification Requirements CGA ? (Being Developed)	Natural Gas Installation Code B 149.1 (Section Added)	Cylinder Specification CTC ? (Being Developed)

Figur 3.1. Regler för godkännande i Nordamerika

3.2 Marknader

Den första kund i Nordamerika som började använda naturgas för skärbränning var ett stålverk, året var 1938. Naturgasen har därefter fått en stor användning inom området metallbearbetning, men huvudsakligen har detta varit hos stora kunder, som haft möjlighet att ansluta sig till ett naturgassystem tillräckligt högt tryck (över 1 bar).

Mårten Wärnö

94-04-19

GT-Pak kompressorerna lanserades på den nordamerikanska marknaden 1988 och har fram till och med 1992 sålts i ca 6200 exemplar. Av dessa har ca en tredjedel varit av typen för flaskpåfyllning

Som exempel på marknadssegment där GT-Pak systemet fått stort genomslag kan anges:

Rörinstallationsföretag
Bil- och lastbilsverkstäder, ljuddämparverkstäder, bensinstationer
Skrotupplag
Byggtreprenörer
Gas-, el-, tele-, fjärrvärme-, vatten- och reningsverk
Mekaniska verkstäder
Industrins reparationsverkstäder

Dessa marknadssegment är att betrakta som relativt små gasförbrukare men är i gengäld många till antalet och betalningsförmågan per energienhet är god. Sett ur volymsynpunkt är det segment som exempelvis varvsnäringen som är störst.

Som fördelar för kunden anges lägre energikostnad, större bekvämlighet och tillgänglighet, ökad säkerhet och ofta rent tekniska kvalitetsförbättringar på produkten.

Den avgörande fördelen för kunden i Nordamerika anses vara pridfördelen. Vid skärbränning med naturgas anges bränningskostnaden för kunden vara endast 10 % jämfört med acetylen och ca 50 % jämfört med gasol. Tas även hänsyn till kostnaderna för syrgasförbrukningen blir den totala besparingen vid övergång till naturgas ca 50 % jämfört med acetylen och ca 15 % jämfört med gasol.

För gasdistributören är fördelen ökad gasförsäljning till nya marknadssegment och att GT-Pak systemet gör att naturgasen uppfattas som ett flexibelt och attraktivt bränsle. Detta är ju inte minst intressant för svenskt vidkommande. Hitills har marknaden för försäljning av naturgas på flaska varit mycket liten i Nordamerika men i och med introduktionen av nya gasflaskor med förbättrad lagringskapacitet hoppas man kunna öka denna kraftigt.

Under 1992 har försäljning av systemet inletts i Asien och Europa. I framförallt Asien har på kort tid installerats ett stort antal GT-Pak system. I Europa har marknadssatsningen nyligen inletts.

4. TEKNISK VÄRDERING

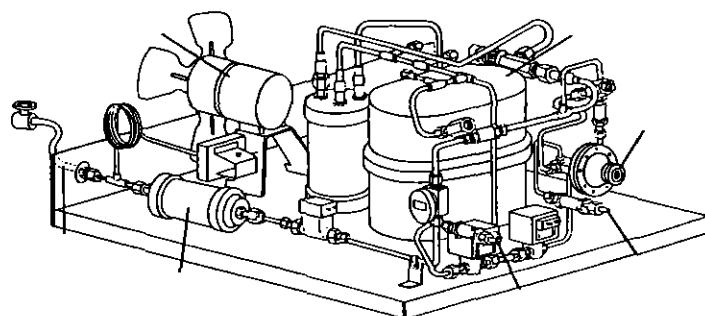
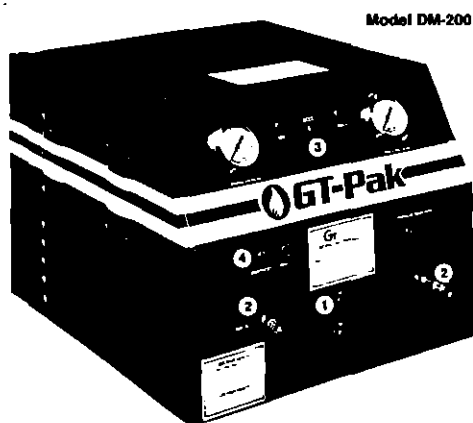
4.1 Systemuppbyggnad

GT-Pak systemet bygger på en serie kompressormodeller och påfyllningsbara gasbehållare samt ett tillbehörsprogram med erforderlig utrustning för att använda naturgas till skärbränning, lödning, hårdlödning, värmning, bockning m.m. Naturgas, och därmed GT-Pak systemet, är däremot inte lämpligt för svetsning.

Kompressorerna, som finns i fem olika modeller med olika kapacitet, höjer gstrycket från naturgasnätets lågtryckssida, för att antingen försörja brännarverktygen direkt eller för att fylla gasbehållarna med naturgas. Förutom anslutningen till gasnätet, krävs endast en jordad elektrisk stickkontakt för att använda systemet. Kompressorerna är lätta att flytta och en enhet kan vid behov växlas mellan flera anslutningspunkter. Kompressorerna kan även placeras utomhus om de skyddas mot regn och snö. Vid temperaturer under ca 5 °C behöver utrustningen kompletteras med ett värmeelement. Detta medger användning ner till -18 °C.

GT-Pak systemet erbjuder alltså en potentiell kund som är ansluten till naturgasnätet egen bränsleförsörjning till sina metallbearbetande operationer; både till fasta och rörliga arbetsstationer. Kunder utan anslutning till naturgasnätet skulle kunna utnyttja naturgasens fördelar genom att köpa naturgas på flaskor, levererade antingen av gasdistributören eller av någon lokal förmedlare med kompressorer för påfyllning (t.ex. bensinstation eller järnhandel) .

GT-Pak är utvecklat i USA specifikt för naturgas och efter amerikanska normer och förhållanden, varför vissa anpassningar troligen kommer att bli



Figur 4.1. GT-Pak kompressor DM 200.

nödvändiga för att systemet ska passa den svenska marknaden. Nedan följer en kortfattad beskrivning av uppbyggnad och funktion hos kompressorer och flaskor så som de ser ut idag. Eventuella nödvändiga anpassningar till svenska förhållanden beskrivs i avsnitt 4.4.

Tre av kompressormodellerna (TB 60, TB 90 och GB 500) är endast avsedda för direkt anslutning av brännarverktyg till fasta arbetsstationer. Via en fördelare kan upp till fyra brännare samtidigt försörjas av en kompressor. En av kompressorerna (FM 100) kan användas enbart för påfyllning av gasflaskor med naturgas, medan den femte modellen (DM 200) har möjlighet att ansluta både brännare och gasflaskor, dock ej samtidigt. Även vid flaskpåfyllning kan en fördelare användas och upp till fyra flaskor anslutas till samma kompressor. Data för de olika kompressorerna finns i figur 4.2. Ytterligare kompressormodeller för stora användarsystem finns för specialbeställning.

Modell	Användning	Elektrisk anslutning	Systemtryck bar(ö)	Utgående arbetstryck bar(ö)	Kapacitet Nm ³ /h
TB 60	Fasta arbetsstn	115 VAC/60 Hz	2,5	0 - 1,4	1,7
TB 90	Fasta arbetsstn	115 VAC/60 Hz	2,5	0 - 1,4	2,5
FM 100	Fyllning flaskor	115 VAC/60 Hz	0-19	-	1,9
DM 200	Fasta arbetsstn o	115 VAC/60 Hz	4,1	0 - 1,7	1,7
	fyllning flaskor		0-19	-	1,9
GB 500	Fasta arbetsstn	220 VAC/60 Hz	4,1	0 - 4,1	14,2

Figur 4.2. Data för GT-Pak kompressorer.

Ingångstrycket på naturgasen till GT-Pak kompressorerna skall vara 15 - 70 mbar. Faller ingångstrycket under ca 5 mbar stänger en tryckvakt av kompressorn. Ingående gas passerar också ett avfuktningfilter och en backventil före inträdet i själva kompressorsteget. Används kompressorn för direktförsörjning av brännarverktyg regleras systemtrycket efter kompressorsteget av en tryckventil som recirkulerar gas tillbaka till sugsidan.

Systemtrycket varierar mellan 2,5 - 4,1 bar(ö) beroende på modell. Vid för högt eller lågt systemtryck finns tryckvakter som slår av kompressorn. Ak-

tuellt systemtryck framgår av ett visarinstrument på kompressorns framsida. Utgående gastryck till brännarna regleras manuellt med en inbyggd regler-ventil och avläses på ett instrument på frontpanelen.

Vid flaskpåfyllning arbetas systemtrycket upp till ca 19 bar(ö), varefter en högtrycksvakt slår av kompressorn. Flaskorna behöver inte vara tömda när påfyllningen påbörjas och flaskor av olika storlek och med olika tryck kan fyllas samtidigt när en fördelare används. Den automatiska avstängningen vid uppnått fyllnadstryck gör att påfyllningen inte kräver någon övervakning utan kan ske t.ex. på natten. Vid kompressionen av gas i flaskorna värms denna upp och avstängningen vid uppnått maximalt tryck sker vid förhöjd temperatur. Efter avsvälning kan följaktligen ytterligare gas fyllas på. Detta görs automatiskt av FM 100 kompressorn medan "toppfyllning" med DM 200 modellen måste startas manuellt.

De påfyllningsbara gasflaskorna som ingår i GT-Pak systemet är ordinära tryckflaskor av stål som finns i fyra olika storlekar, dimensionerade för att förbrukningsmässigt passa ihop med storleken på befintliga syrgasflaskor, flaskkärror m.m. I flaskorna finns ett adsorptionsmedel, bestående av aktivt kol, som ökar fyllningskapaciteten ca 3 ggr vid det normala fyllningstrycket 19 bar(ö). Fyllnadsmaterialets livslängd är oberoende av antalet fyllningar och anges till lika med flaskornas totala livslängd, vilken beräknas till ca 20 år. Storlek, vikt gaskapacitet m.m. för gasflaskorna framgår av figur 4.3.

Modell	Volym l	Vikt kg	Fyllnings- tryck bar(ö)	Gas- kapacitet Nm ³	Fyllnings- tid min.	Tömmnings- kapacitet Nm ³ /h
NG 4	2,3	4,6	19,0	0,11	5	max 0,03
NG 14	7,8	11,7	19,0	0,40	15	max 0,11
NG 45	24,9	31,3	19,0	1,27	50	max 0,35
NG 130	71,7	75,6	19,0	3,68	165	max 1,01

Figur 4.3. Data för GT-Pak gasflaskor.

GT-Pak systemet rymmer också ett stort tillbehörsprogram som innehåller all den utrustning i form av brännarverktyg, munstycken, slangar, regulatorer m.m. som behövs för att använda GT-Pak i alla applikationer. Normalt sett innebär ett byte av bränslegas till naturgas att endast brännarnas munstycken behöver bytas ut. Tillbehörsprogrammet har munstycken för naturgas

som är kompatibla med de mest använda brännarfabrikaten.



Figur 4.4. GT-Pak gasflaska.

4.2 Prestanda

GT-Pak kompressorernas viktigaste data framgår av figur 4.2. Prestandamässigt är det framförallt utgående arbetstryck och flödeskapacitet vid direktförsörjning av brännare samt fyllningstiden vid flaskpåfyllning som är av intresse hos kompressorerna.

Utgående arbetstryck hos kompressorerna får anses vara fullt tillräckligt för aktuella användningsområden. Tryckhöjningen är även tillräcklig för att kompressorerna ska kunna användas som bas i ett mindre internt högtrycksnät (detta är dock knappast aktuellt i Sverige, se bl a avsnitt 5.2).

Gasförbrukningen vid skärbränning med naturgas varierar ungefär mellan 0,5 och 1 Nm³/h, beroende på skärhastighet, plåttjocklek, brännarmunstycke m m. Kapaciteten hos de mindre GT-Pak kompressorerna (TB-60 och DM-200) kan i denna jämförelse anses vara begränsad till samtidig försörjning av högst två brännarverktyg. TB-90 och GB-500 modellerna har däremot kapacitet att ansluta flera brännare.

Vid flaskpåfyllning med FM-100 och DM-200 kompressorerna kan som tidigare nämnts upp till fyra flaskor fyllas samtidigt. Fyllningstiden för en tom flaska framgår av figur 4.3. Vid samtidig fyllning av flera flaskor adderas tiderna för aktuellt antal och typ av flaskor. Fyra tomma flaskor av den största typen (NG-130) får t ex en fyllningstid på ca 11 timmar. En sådan fyllning hinns alltså med nattetid.

Figur 4.3 visar även gaskapaciteten för de olika flasktyperna. De fyra fyllda flaskorna i exemplet ovan rymmer tillsammans ca $14,7 \text{ Nm}^3$ naturgas, vilket ger en effektiv användningstid av 15 - 30 timmar om förbrukningen som tidigare antages till $0,5 - 1 \text{ Nm}^3/\text{h}$. Ca 10-15% av den ursprungliga fyllnadsvolymen blir dock kvar som en outnyttjad rest i flaskorna då trycket blir för lågt för att tillåta skärbränning.

Vid jämförelse med gaskapaciteten hos gasol- respektive acetylenflaskor av samma volym kommer dock naturgasflaskorna till korta. En gasolflaska (P11) innehåller energimässigt ca 10 ggr mer och en acetylenflaska (A21) ca 4 ggr mer en naturgasflaska av motsvarande storlek (NG45).

Den maximala flödeskapaciteten från GT-Pak flaskorna är, pga fyllningsmaterialets egenskaper, dock begränsad så att endast den största flaskstorleken har tillräcklig kapacitet att försörja ett skärbränningsverktyg. De mindre flaskorna används vanligen endast till lödningsarbeten t ex kylskåpsreparationer eller guldsmedsarbeten.

Med nästa generation gasflaskor hoppas tillverkaren kunna tredubbla den nuvarande lagringskapaciteten, vilket skulle göra GT-Pak flaskorna kapacitetsmässigt jämförbara med dagens acetylenflaskor.

4.3 Tillstånd och säkerhetsaspekter

Sprängämnesinspektionen, SÄI är föreskrivande myndighet för system avsedda för naturgas. För system med driftryck under fyra bar ö är "Naturgasdistributionsnorm 90", NGDN -90 tillämplig. För system med driftryck över fyra bar skall "Naturgassystemnormen", NGSN samt Lagen om brandfarliga varor, LBE tillämpas. NGSN gäller dock för ledning med dimension över DN 50 varför SÄI tillfrågades om tillämpliga regler. Kraven redovisas nedan.

Föreskrivande myndighet avseende tryckkärssäkerhet är Arbetskyddsstyrelsen (ASS). De säkerhetstekniska kraven på gasflaskor regleras i föreskriften "Gasflaskor", AFS 1992:5.

4.3.1 Gasflaskorna

Gasflaska får avlämnas för att tas i bruk endast om den är typgodkänd av ASS. Gasflaskan skall ha genomgått typprovning med godtagbart resultat av laboratorium som fått ackreditering enligt lagen om teknisk provning och om mätning (SFS 1989:164) *eller av annan provningsorgan som på motsvarande sätt godtagits enligt sin nationella lagstiftning*. Provningsregler skall ha utförts enligt provningsregler som ger tillräcklig och representativ information om flasktypens säkerhet. Utöver typgodkännandet föreligger krav på återkommande kontroll och revisionsbesiktning.

Denna skall utföras av riksprovplats men får utföras som egenkontroll av företag efter särskilt tillstånd från ASS. Kontrollintervall är 5 år.

Laboratoriet har mottagit konstruktionsskisser, materialspecifikationer och provningsdokumentation, materialintyg saknas men går troligen att erhålla från tillverkaren. I övrigt bör dokumentationen uppfylla ASS:s krav men då fullständig dokumentation över kompressorn saknas (se nedan) bedöms det ej som meningsfullt att ansöka om typgodkännande för gasflaskorna.

4.3.2 Kompressorenheten

Kompressorenheten skall uppfylla krav för naturgassystem med driftryck > 4 bar. Detta innebär bl a krav på dokumentation över ingående komponenter, ritningar och materialspecifikationer med materialintyg på samtliga ingående tryck- och kraftbärande delar.

För utomhusbruk fordras att anläggningen tål temperaturer ned till -30°C , tillverkaren rekommenderar lägst -15°C varför detta inte torde vara aktuellt.

Det har inte varit möjligt, att inom projektets ram erhålla konstruktionsritningar och materialspecifikationer över kompressorn från G-Tec/Congas. SÄI ställer också krav på klassningsplan enligt SS 4210820. Klassning av explosionsfarliga områden. Bl a skall område kring öppningsbart filter vara klassat. I klassningsplan skall ingå områdesbeskrivning/skiss samt intyg av behörig elektriker att anläggningen uppfyller svenska krav på elsäkerhet (STEV-FS 1988:1 Statens Energiverks starkströmsföreskrifter).

4.3.3 Slang och armatur

Slang och armatur för lågtryckssidan (< 4 bar) skall uppfylla kraven i NGDN 90 vilket innebär att slang skall uppfylla DIN 3383 el motsvarande, slangen med anslutningar skall provtryckas med 1,5 x drifttrycket och materialet i slangen skall vara beständigt mot naturgasens beståndsdelar. För armaturen gäller att utöver provtryckning med 1,5 ggr drifttrycket med godkänt resultat krävs ritningar samt materialspecifikationer för tryck- och kraftbärande delar. Ovanstående gäller även slang och armatur för högtryckssidan men här skall SÄI:s utlåtande inhämtas. Då flaskor och kompressor ska levereras med svensk gäng-standard kan godkänd slang och övrig armatur tas från annat håll.

Ventil till gasflaska för brandfarlig gas skall enligt SIND FS 1981:2 vara typgodkänd. Typgodkännande lämnas av Statens Anläggningsprovning (SA).

4.4 Laborrietest

Beskrivning av provobjektet

Det provade GT-Pak systemet består av en kompressor DM 200 avsedd för såväl flaskfyllning som för direkt skärbränning och lödning och 4 gasflaskor med adsorbent.

Utöver den provade kompressorn finns ytterligare fyra modeller; TB 60, TB 90, FM 100 och GB 500. Tre modeller är avsedda för direkt anslutning av bränn/lödverktyg och en för enbart flaskfyllning.

Lotta Hedeén**94-04-19**

Laboratoriet har mottagit följande material och dokumentation:

Kompressor DM 200
Transformator 1 st för 220/110 V 50/60 Hz
Flaskor modell NG14 2 st
Flaskor modell NG45 2 st

Manifold TB4 grenuttag för fyra flaskor
Manifold FD4 grenuttag för fyra svets slangar
Slangar för flaskfyllning och installation
Slangställ för brännarhandtag (bränn gas/syrgas) ·
Manometrar
Skärbrännarhandtag med munstycke VNX-1
Skärbrännarhandtag, större med munstrycken HNX-00, 2 och 3
Lödbrännare med munstrycke nr 2 TEN
Värmarhandtag med munstrycke MFN 10.

Dokumentation:

Bruks- och installationsanvisning på engelska
Elschema
Flödesschema
Översiktsskiss över kompressorenheten
Tekniska specifikationer över flaskorna
Provningssdokumentation över flaskorna

Utförande

Provningen genomfördes i tre steg enligt följande:

1. Yttre kontroll
2. Test av komponenters funktion och inställningsvärden
3. Funktionsprovning inkl kapacitetsprov enligt a) och b) nedan

a) Provning i "torch mode" d v s kompressorn används med direkt anslutna brännare med ett systemtryck 2,5 - 4,2 bar varvid följande noterades:

Gasförbrukning
Gastryck vid mätaren
Systemtryck
Brännartryck
Syrgastryck

Lotta Hedeén

94-04-19

Lödning, skärbränning och värmning provades med olika brännare och varierande plåttjocklekar. I två fall anslöts två brännare samtidigt. Effekten varierade mellan 0,7 kW (lödning) och 23 kW (två skärbrännare anslutna samtidigt).

b) Provning i "tank mode" d v s kompressorenheten används för tankning av G-Tecs gasflaskor med absorbent. Systemtryck 190 kPa (19 bar) samt tömning av flaskorna varvid följande noterades:

Fyllningstid
Gasförbrukning
Gastryck vid mätaren
Systemtryck
Max tryck i flaskorna
Lägsta tryck till vilket flaskorna kan tömmas

Resultat (se även bil 4.2)

Den yttre kontrollen, inklusive täthetsprovning utföll med godkänt resultat. Funktionsprov och inställningsvärden var utan anmärkning. Ingående komponenter se bil 4.1.

DM 200 har kapacitet att försörja två brännarhandtag med en sammanlagd förbrukning på $2,16 \text{ Nm}^3/\text{h}$ med ett brännartryck på ca 70 kPa dock tenderar systemtrycket att sjunka vid ett flöde på ca $2,00 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Fyra flaskor med absorbent, två större, NG 45 (24,8 l) och två mindre, NG 14 (7,8 l) fylldes samtidigt till 1850 kPa ö (18,5 bar ö) och tre ggr sin volym på 135 min. En NG 45 räcker ca 25 min med det största brännarhandtaget vid skärning av 12 mm plåt.

Provningen visar något snabbare fyllningstider utom i den sista efterfyllningen, avvikelserna i det senare kan bero på hög temperatur i kompressorn. Den faktiska fyllningstiden för enstaka flaskor blir dock längre då temperaturökningen p g a kompressionen blir så stor att nedsvälning med följande efterfyllning måste ske. Den återvinningsbara gasmängden visar sig vara något mindre än den av G-Tec specificerade. Kompressorn uppfyller de föreslagna funktionerna ifråga om flödeskapacitet, temperaturen stiger dock så mycket att efterfyllning av flaskorna måste göras, ev mer än en gång, för att full kapacitet skall uppnås.

4.5 Behov av anpassning till svenska förhållande

Eltekniska krav

För att maskinen ska kunna installeras i Sverige krävs en anpassning till 220-240 V 50 Hz växelspanning. Under provningen har detta lösts genom att en transformator har använts men om GT-Pac ska kunna användas kommersiellt är en mer permanent lösning nödvändig. Detta bör innebära en viss minskning av kapaciteten då motorn och därmed kompressorn kommer att arbeta med lägre varvtal. Apparaten skall installeras fast med allpolig brytare.

Anslutningar

Svenska normer tillåter ej NPT-gånga i anslutningar p g a förväxlingsrisk (internt i maskinen är det tillåtet) varför dessa måste bytas ut mot andra, t ex 1/4" R. Anslutningsnipplar på slangställ för gasskärning samt flask-ventilernas utloppsgångor måste vara svensk standard (SMS 2238).

All märkning skall vara på svenska och manometerskalor skall vara i bar och/eller kPa.

5. KOMMERSIELL BEDÖMNING

5.1 Konkurrensanalys

En förutsättning för en introduktion av GT-Pak systemet är att produkten som sådan och naturgasen kan konkurrera med kundernas nuvarande teknik och bränsle. Denna studie har koncentrerats till att analysera situationen för kunder som använder gasol eller acetylen på flaskor för skärbränning, lödning, bockning eller värmning. Att denna kundkategori valts betyder inte att systemet inte kan få en marknad även hos kunder som t.ex. får gasol-leverans i tank. Vi har gjort bedömningen att om produkten är konkurrenskraftig i den småskaliga användningen så är den det också i den s k stor-skaliga.

Vi har studerat kostnaderna för användning av gasol respektive acetylen vid olika förbrukningar. Båda bränslena köps av grossister inom respektive tät-ort. I regel är det kunden själv som hämtar varan d v s hämtar fylld flaska och lämnar samtidigt den tomma.

Bränslekostnaden för gasol vid flaskleverans varierar från ca 1,15 - 1,60 kr/kWh beroende på flaskstorlek. Acetylenpriset varierar betydligt mer med storleken på gastuben som bränngasen levereras i, från ca 4,20 kr/kWh för flaskor med 40 l volym till ca 11,80 kr/kWh för gasflaskor med volymen 5 l. Kostnad för transport och hyra av flaskor tillkommer. Stora förbrukare av acetylen kan förhandla till sig lägre priser, ned till ca 2,50 kr/kWh. Samtliga här angivna priser är från jan-93 och exklusive moms.

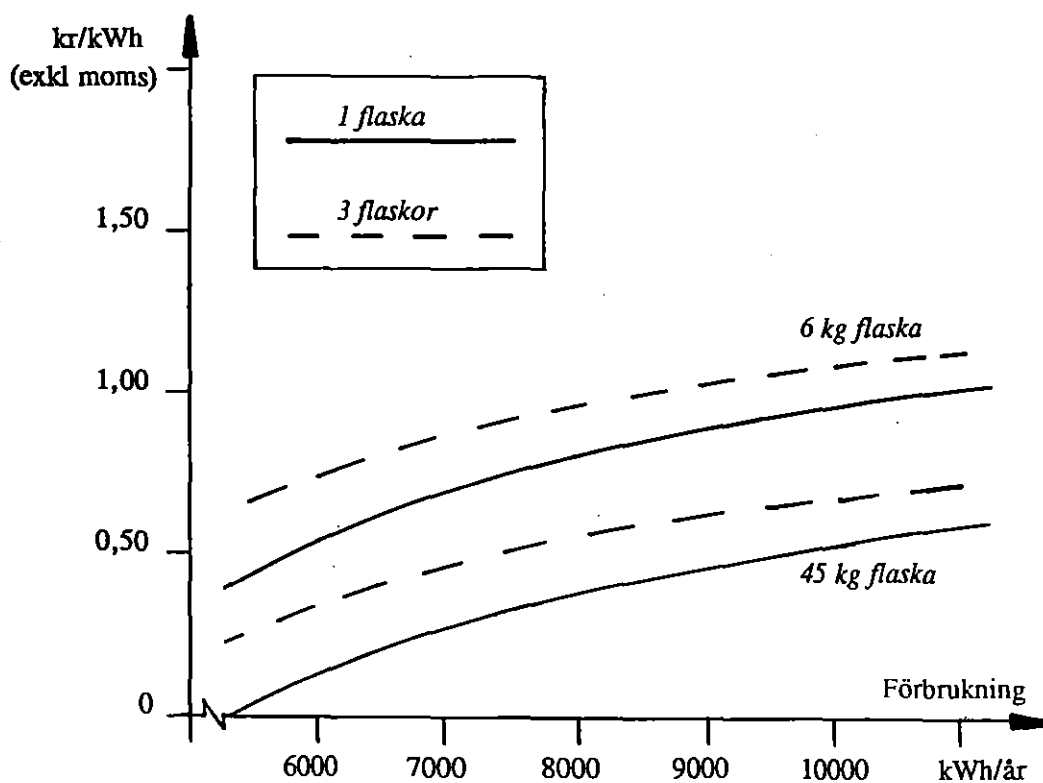
För att bedöma konkurrenssituationen för GT-Pak systemet vid skärbränning har kalkyler över det högst betalbara naturgaspriset upprättats med utgångspunkt från det alternativa bränslet.

Beräkningarna är utförda med ovan angivna priser på gasol och acetylen som underlag och med de olika alternativ på flaskstorlekar för gasol och acetylen som idag finns på marknaden. Övriga förutsättningar som har använts vid kalkylerna är:

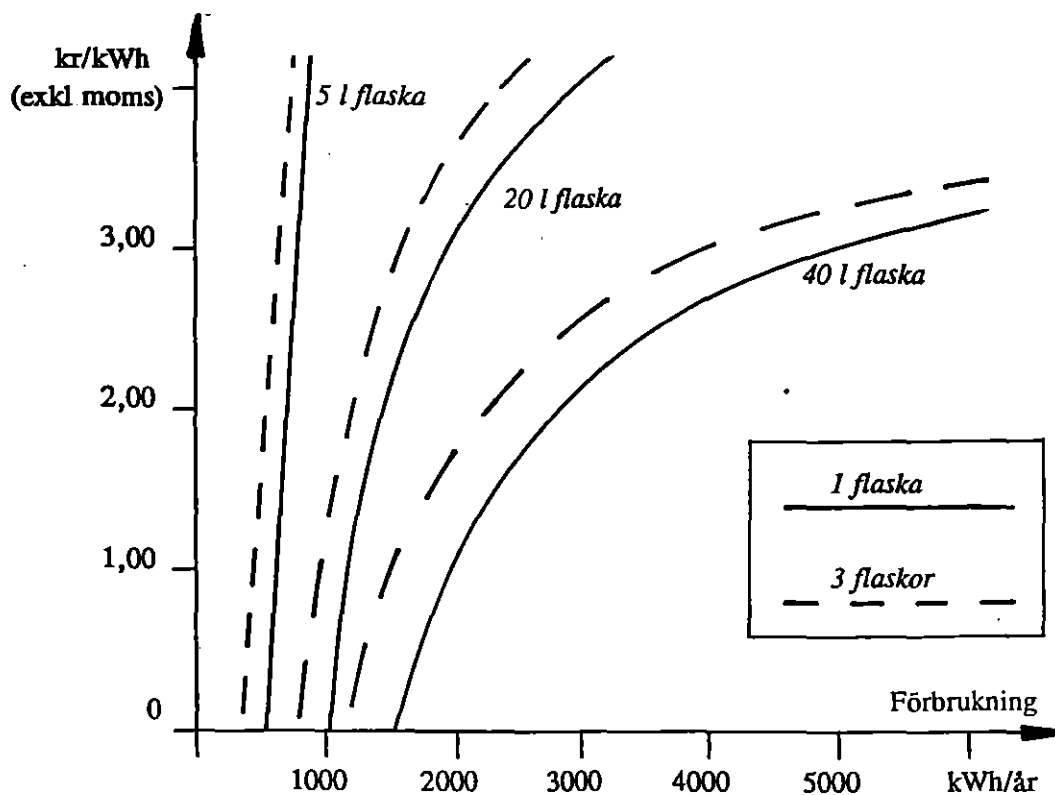
- kunden har naturgas installerat.
- investeringskostnaden för GT-Pak systemet är 50.000 kr.
- avskrivningstiden för investeringen är 10 år.
- realräntan är 6 %.

- hyrkostnaden för acetylen- och gasolflaskor är 620 kr/flaska och år.
- energiförbrukningen liksom syrgasförbrukningen är lika för de tre bränn-gaserna vid skärbränning.
- någon merkostnad för transporter i gasol- och acetylenalternativen är inte medtaget (kunden måste ändå hämta syrgastuber).

Beräkningarna redovisas nedan i diagramform där högst betalbart naturgaspris har avsatts mot förbrukningen av acetylen respektive gasol vid olika alternativ på flaskornas storlek och antal.



Figur 5.1. Högst betalbart pris för naturgas vid gasolersättning.



Figur 5.2. Högst betalbart pris för naturgas vid acetylenersättning.

Slutsatser som kan dras ur diagrammen är bl a följande:

- naturgas är konkurrenskraftigt mot acetylen även vid små förbrukningar.
- naturgas är inte konkurrenskraftigt mot gasol vid förbrukningar understigande ca 6000 kWh/år.
- det uttagbara gaspriset för naturgas vid acetylenersättning är högre än det som används till värmekunder.
- om naturgas kan säljas för 500 kr/MWh, så är pay-off tiden för GT-Pak investeringen, för en kund som förbrukar 5000 kWh acetylen fördelat på tre 20 l flaskor, ca 1,7 år.

Antagandet om bränn- och syrgasåtgången i beräkningarna ovan kräver vissa kommentarer. Åtgången av syrgas vid skärbränning är till stor del avgörande för ekonomin eftersom syrgasförbrukningen volymmässigt är 5 -15 ggr större än bränningsgasförbrukningen vid skärbränning. Med ett syrgaspris på ca 2 kr/Nm³ inses att syrgasens andel av totala kostnaden ofta överstiger 80%.

Syrgas- respektive bränningsförbrukningen är till stor del beroende av vilket material som skall skäras, tjockleken, typ av munstycke, typ av brännings m m.

Antagandet att energi- och syrgasförbrukningen är lika för acetylen och naturgas vid skärbränning är gjort mot bakgrund av uppgifter från tillverkaren av GT-Pak. I deras datablad uppges att både syrgas- och energiförbrukningen är något lägre för naturgas än för acetylen vid skärning av tunna plåtar (< 15 mm), medan förhållandet är omvänt för tjockare plåtar. Skärhastigheten blir något högre med acetylen överlag. Mätningarna är utförda av ett oberoende testinstitut.

I en svensk undersökning där en liknande jämförelse mellan naturgas och acetylen är gjord, fås delvis helt andra resultat. Mätningarna genomfördes vid maskinskränning med tyngdpunkt på tjockare plåtar. För de tunnaste plåtarna, blev resultatet att energiförbrukningen var något högre för naturgas medan syrgasförbrukningen var 2-3 ggr större än för acetylen. I tjocka plåtar var både bränn- och syrgasförbrukningen lika eller högre för acetylen. Vid mätningen skar man snabbare med naturgas än med acetylen. Av rapporten framgår också att man vid försöken hade problem att mäta små syrgasflöden.

Vid beräkningarna har vi alltså använt och förenklat G-TECs uppgifter om bränn- och syrgasförbrukningen, då vi inte har några skäl att betvivla dessa. Det förefaller också troligt att dessa mätningar är utförda under förutsättningar som stämmer väl överens med typisk användning av GT-Pak systemet. De stora skillnaderna i fabrikantens uppgifter och den svenska undersökningen ger dock vid handen att saken borde undersökas noggrannare, t ex genom ännu ett jämförande test.

5.2 Potentiell marknad

Internationellt har GT-Pak systemet till största del installerats hos kunder som redan är anslutna till naturgas. Man har även goda erfarenheter av att använda GT-Pak som "dörröppnare", d v s GT-Pak systemet har varit den avgörande orsaken till att företag har blivit naturgaskunder.

Internationellt är distributionssystemen i en tätort vitt förgrenade och de flesta fastigheter är anslutna till naturgas, ofta till ett 20 mbars nät. GT-Pak är konstruerad för anslutning till detta tryck. Det svenska naturgassystemet skiljer sig markant från detta om vi undantar tidigare stadgassystem. Distributionstrycket är 4 eller 0,1 bar. Kunder anslutna till 4 barssystem, med behov av fasta arbetsstationer för t ex skärbränning, borde

Mårten Wärnö

94-04-19

då kunna försörjas direkt från nätet, d v s GT-Pak erfordras inte av tryckhöjningsskäl. GT-Pak har dock en funktion om man av olika skäl, t ex kostnads- eller säkerhetsskäl, vill undvika att dra 4 bars system inomhus. För 0,1 bars kunder gäller att en tryckhöjning erfordras när naturgasen skall användas för t ex skärbränning.

På vissa företag finns idag interna rörnät som försörjs av paket med acetylenflaskor. I de flesta fall går det inte att direkt konvertera dessa till naturgas beroende på att rörnäten inte uppfyller naturgasdistributionsnormen.

Har företaget behov av portabla enheter måste en tryckhöjning ske till ett tryck högre än 4 bar för att lagringsvolymen i gastuberna skall bli tillräcklig. GT-Pak systemet är idag unikt genom att det ger kunden möjligheten att bli självförsörjande på bränngas till sina portabla flaskor.

Inkluderas även tidigare stadsgassystem i Malmö och Göteborg samt Stockholms nuvarande stadsgassystem nås en betydligt större marknad som har behov av tryckhöjning och i vissa fall portabla enheter. Vilka egenskaper och kvaliteter naturgas/luft respektive stadsgas har för skärbränning etc har dock inte närmare studerats. Enligt tillverkaren av GT-Pak är det möjligt att använda systemet för tryckhöjning av exempelvis stadsgas, men några myndighetsgodkännanden har inte prövats för denna hantering.

Det kan således konstateras att marknadspotentialen finns inom följande fyra marknadssegment:

1. Företag som är anslutna till naturgas (ev stadsgas) och som har behov av portabla enheter.
2. Företag som inte är anslutna till naturgas och som har behov av portabla enheter.
3. Företag som är anslutna till naturgas (ev stadsgas) med distributionstryck lägre än 4 bar (eller som inte kan anlägga 4 bars ledningssystem inomhus) och som har behov av tryckhöjning för fasta arbetsstationer.
4. Företag inte anslutna till naturgas och som endast kan anslutas med lägre tryck än 4 bar (eller som inte kan anlägga 4 bars ledningssystem inomhus) och som har behov av tryckhöjning för fasta arbetsstationer.

Av segmenten ovan är det nr 1 som torde vara av störst betydelse.

Mårten Wärnö

94-04-19

Bedömning av antalet potentiella kunder

Utgående från ovan beskrivna marknadssegment har en bedömning gjorts beträffande antalet potentiella kunder inom naturgasens distributionsområde enligt uppställningen nedan.

Småförbrukare

Rörinstallatörer
Skrotupplag
Bilverkstäder
Byggentreprenörer
Kommunteknik
Företagsinterna verkstäder
Laboratorier
Små mekaniska verkstäder

Större förbrukare

Mekaniska verkstäder
Reparationsvarv

En grov bedömning av antalet naturgasanslutna småförbrukare visar på ca 150 st medan antalet större förbrukare troligen understiger 30 st. För bägge kategorierna bedöms att det totala antalet potentiella kunder inom hela naturgasens distributionsområde är 10 gånger större.

Följande slutsatser kan dras enligt ovanstående:

- den potentiella marknaden för GT-Pak är antalsmässigt begränsad om vi enbart studerar anslutna naturgaskunder.
- den potentiella marknaden är 10 gånger större om även icke anslutna kunder inkluderas.
- ett rimligt antagande är att det totala antalet ej anslutna kunder ej heller kan anslutas beroende på geografisk belägenhet i förhållande till distributionsnätet. Flaskgasdistribution är då alternativet.

Bedömning av gasvolym

Erfarenheterna från Nordamerika efter GT-Pak introduktionen visar att det antalsmässigt är småförbrukarna som dominerar försäljningen av systemet, medan ett fåtal storförbrukare står för de stora försäljningsvolymerna av gas.

Utgående ifrån antagandet att genomsnittsförbrukningen hos varje kund är 5.000 kWh/år skulle den potentiella marknaden för de naturgasanslutna småförbrukarna volymmässigt utgöra 750 MWh. För de större förbrukarna är det svårt att göra motsvarande volymantagande. Baseras bedömningen av den potentiella marknaden enbart på småförbrukarna enligt ovan, blir motivet för en GT-Pak introduktion högst tveksamt även om ett relativt högt gaspris

Mårten Wärnö

94-04-19

skulle kunna erhållas. Adderas ett litet antal stora förbrukare, t ex ett tiotal större mekaniska verkstäder à 100 MWh, förändras dock bilden något till det bättre.

En annat sätt att nå den totala marknaden enligt ovan skulle kunna vara att leverans till kunder sker på likartat sätt som för acetylen och gasol, nämligen genom flaskleverans. Fyllningsdepå bör då etableras inom varje tätort. Huvudman för flaskfyllningen kan då vara exempelvis bensinstation, järnaffär, rörinstallationsföretag etc. Fördelarna med GT-Pak kommer då inte helt till sin rätt, men kanske kan ändå prisnivån vara attraktiv för kunderna.

5.3 Resultat för kund och leverantör

En introduktion av GT-Pak i Sverige skulle ge gasdistributörerna en möjlighet att öka gasförsäljningen. En förutsättning för detta är dock att ett antal större acetylenförbrukare kan övertygas om att konvertera till naturgas via GT-Pak. Ett relativt högt pris borde kunna erhållas för gasen, speciellt om även naturgasens kvalitativa egenskaper beaktas. Ett annat viktigt resultat av en introduktion är att visa på naturgasens möjligheter till annan användning än som bränsle i pannor, vilket kan motivera även de relativt blygsamma gasolymer som småförbrukarna ger upphov till. Det kan inte uteslutas att GT-Pak systemet på detta sätt kan fungera som en "dörröppnare" till potentiella naturgaskunder.

För kunden innebär GT-Pak systemet framförallt en möjlighet att reducera sina kostnader för bränngasen. Andra fördelar ur kundens synvinkel är en enklare hantering och möjlighet till självförsörjning av gas. Även säkerhetsaspekten talar till naturgasens fördel. Ett hinder för konvertering kan vara att kunden använder acetylen även till svetsning och inte är intresserad av hantering av ytterligare en gassort. Gassvetsningen har dock minskat i betydelse på senare år. Denna minskning kan förväntas fortsätta bli som följd av nya svetstekniker.

5.4 Distributionskanaler

Mot bakgrund av de ovan redovisade uppskattningarna av antalet potentiella kunder till GT-Pak systemet och den nuvarande situationen på naturgasmaknaden i Sverige, förefaller det inte troligt att det går att finna en agent som på kommersiell basis är villig att sköta en återförsäljning i landet.

Alternativet är då att gasbranschen själv står för distribution och service av GT-Pak produkterna. Fördelar med ett sådant förfarande kan bl a vara att man kan erbjuda kunderna en helhetslösning (gas + apparat) och därigenom bättre möjligheter att få ut ett bra gaspris, t ex genom leasingavtal m m.

SLUTSATSER

6.1 Tillstånd

Intentionen, att inom projektets ram, få den importerade GT-Pak utrustningen typgodkänd i Sverige har inte lyckats. Huvudsakligen på grund av att det visat sig svårt att få fram tillräckligt med dokumentation på ingående komponenter i kompressorenheten från tillverkaren. Det är förmodligen inte omöjligt att ta fram dessa uppgifter men det kräver en åtskilligt större arbetsinsats än vad som stått till buds inom projektet.

Av de kontakter som hafts med Sprängämnesinspektionen framgår dock att minst följande anpassningar måste göras av apparaten för ett godkännande i Sverige:

- ett öppningsbart filter inuti apparaten måste flyttas ut utanför enheten.
- utgående slanganslutningar på kompressorenheten måste bytas ut mot i Sverige godkänt gängsystem.
- märkning skall ändras till svenska och manometerskalor ändras till bar/kPa.
- levereras med transformator för 220 V/50 Hz anslutning.

För gasflaskorna bedöms att den erhållna dokumentationen är tillräcklig för ett typgodkännande av ASS. Att lämna in flaskorna för granskning beräknas dock kosta 10-20.000 kr varför detta har lämnats utanför projektet. För att flaskorna skall kunna användas tillsammans med i Sverige typgodkänd slang och armatur, krävs det att flaskorna kan levereras med flaskventiler med utloppsgångar av svensk standard.

Tillkommer inte ytterligare krav på ombyggnad eller anpassning av systemet vid en eventuell fortsatt tillståndsprovning, är de nödvändiga anpassningarna inte mer omfattande än att de troligtvis kan göras på fabrik. Skulle inte detta vara möjligt, utan modifieringarna måste göras i Sverige, finns risk för åtskillig fördyring av produkten.

6.2 Teknik

De utförda funktionsproven med den importerade utrustningen visar att systemet fungerar på avsett sätt och håller utlovade prestanda. Kompressorenheten har, trots en befarad kapacitetsminskning, p g a att den elektriska

anslutningen gjorts via en transformator (se avsnitt 4.5), vid utprovningen gett en högre maximal flödeskapacitet vid direktförsörjning av brännarverktyg än utlovat. Även vid flaskpåfyllning har angivna fyllningstider kunnat verifieras.

GT-Pak systemets svaghet ligger i gasflaskornas kapacitet vad gäller lagrings- och maximal flödeskapacitet. Tills dess nästa generation gasflaskor finns framme på marknaden bedömer vi att GT-Pak systemet inte är ett konkurrenskraftigt alternativ till traditionell flaskhantering med bränngaserna acetylen och gasol, annat än då användare har möjlighet att fylla flaskorna ofta, d v s internt med egen kompressor.

Ytterligare en nackdel som noterats vid provningen är den uppvärmning av flaskorna som sker vid påfyllningen och som medför att flaskorna måste "toppfyllas" efter avsvälning för att de skall kunna fyllas med maximal gasmängd. Den praktiska fyllningstiden blir därmed längre än den nominella tid som angivits av tillverkaren.

Förutom de i avsnitt 6.1 tidigare beskrivna erforderliga modifieringarna av kompressorer och gasflaskor, har det vid den tekniska utvärderingen inte framkommit några omständigheter som talar emot en användning av utrustningen i Sverige.

6.3 Marknad och fortsatt introduktion

Naturgas har visats vara klart konkurrenskraftig, både kvalitets- och pris- mässigt, gentemot de idag mest använda bränngasernas acetylen och gasol vid skärbränning, lödning, bockning, bränning m m.

Det svenska distributionsområdet för naturgas är idag för litet och för glest förgrenat för att motivera en introduktion av GT-Pak systemet på rent kommersiella villkor, med det relativt begränsade antal potentiella kunder som är anslutna eller har möjlighet till anslutning till naturgasnätet.

Inom en nära framtid kommer dock GT-Pak systemet, via en ny förbättrad gasflaska, att öka den potentiella marknaden för naturgas betydligt genom att möjliggöra flaskdistribution. Användningen av naturgas kan då breddas även till andra områden än de som varit utgångspunkt för denna studie, t ex som bränsle till truckar, ogräsbekämpning, campingutrustning m m.

I detta perspektiv blir både de kommersiella och "PR-mässiga" möjligheterna för naturgasen avsevärt intressantare. Ett fortsatt arbete med att introducera GT-Pak systemet i Sverige bör därför bedömas utifrån denna utgångspunkt. Skall en introduktion bli aktuell måste detta troligen ske i gasbranschens egen regi. För gasdistributörernas del innebär detta att en avvägning måste göras om huruvida de PR-mässiga fördelarna med att kunna vidga användningsområdet och kännedomen om naturgas kan motivera en fortsatt egen satsning på att få GT-Pak systemet godkänt och en lansering påbörjad, trots en, åtminstone till en början tveksam ekonomi i satsningen.

Komponenter

bil 4.1 s 1

Benämning	antal	Fabrikat/Typ	Övrigt.
Lågtrycksvakt inlopp	1	Barksdale/DIS A3	21 - 1210 mmH ₂ O
Magnetventil (in)	1	Automatic Switch Co. ASCO/Rebuild kit no 304077	Air ,inertgas, water, fuelgas: 400 psi
Magnetventil (ut)	2	Automatic Switch Co. ASCO / Rebuild kit no 304354	Air, inertgas, water 300 PSI
Manometer	1	Marshall	0-400 PSI, 0-2800 kPa
Manometer	1	Marshall	0-30 PSI, 0-200 kPa
Filter	1	Henry / H032	Max 500 psig
Öga	1	Henry / MI30	Max 500 psig
Backventil	3	NUPRI	1 psi
Backventil	1	NUPRI	50 psi
Tryckvakt HPCO, högtrycksvakt, utlopp	1	20PS004AA030E015E M88V	
Tryckvakt HPL, tryckbegränsare system	1	20PS004AB300K250K M88V	
Tryckvakt LPC, Lågtrycksvakt utlopp	1	20PS004AB275K225K R88V	
Drifttidmätare	1	Grouzet CH48M 99761515	110 V 60Hz
Signallampor	4	Solico	28 V, 1 W
Serviciventil assev	1	812 FT-LBS	
Brännarregulator	1	G-Tec inc. UL / GH 10XT	Natural Gas 200 psig Max Listed 11x2 Compressed gas reg.
Fläkt	1	GT 8	Impedansskyddad
Oljeseparator	1	Temprite / serie 900	
Kompressor	1	Copeland Modell IRL 4-0050- 1AA, BM 264 NL720	

Prov med flamskärning ("torch mode")

1. G-tec:s lödhandtag och munstyck nr 2-TEN
2. G-tec:s värmarhandtag och munstycke MFN-10
3. G-tec:s skärbrännarhandtag och munstycke VNX-1, 12 mm plåt
4. G-tec:s skärbrännarhandtag och munstycke VNX-1, 8 mm plåt
5. G-tec:s skärbrännarhandtag större och munstycke HNX-00, 8 mm plåt
6. G-tec:s skärbrännarhandtag, större och munstycke HNX-3, 8 mm plåt
7. G-tec:s skärbrännarhandtag, större och munstycke HNX-1, 8 mm plåt
8. G-tec:s skärbrännarhandtag, större och munstycke HNX-1, 12 mm plåt
9. G-tec:s skärbrännarhandtag, större och munstycke HNX-3, 12 mm plåt
10. G-tec:s skärbrännarhandtag, större och munstycke HNX-00, 12 mm plåt
11. G-tec:s skärbrännarhandtag, och munstycke VNX-1 samt skärbrännarhandtag, större och munstycke HNX-1, 8 mm plåt (två brännare samtidigt)
12. G-tec:s skärbrännarhandtag, och munstycke VNX-1 samt skärbrännarhandtag, större och munstycke HNX-00, 8 mm plåt (två brännare samtidigt)

Prov n	System-tryck	Brännar-tryck	Syrgas-tryck	Gastryck vid mätare	Gasförbrukning
	kPa	kPa	bar	mbar	Nm ³ /h
1	450	70	2,0	20,0	0,065
2	410	66	2,5	19,0	1,800
3	500	70	2,2	19,5	0,502
4	470	68	2,5	20,0	0,857
5	450	68	2,5	19,0	1,011
6	500	69	2,5	19,5	0,837
7	470	70	2,5	19,5	0,735
8	500	70	2,0	20,0	0,735
9	450	70	2,5	20,0	0,600
10	440	68	2,5	19,5	0,947
11	430	67	2,5	18,5	1,714
12	395	66	2,5	17,5	2,160

Flaskfyllning ("Torch mode")

bil 4.2 s 2

I prov nr 1 fylldes de två större flaskorna, NG45 och de två mindre, NG14 samtidigt via en fördelarlåda, kallad FB4 fyllningen tog 135 min. och bröts av DM200:s tryckvakt vid 1850 kPaö fyllnadstryck, varvid 3,64 Nm³ gas hade passerat mätaren. Detta motsvarar 3,7 min/0,100 Nm³.

I prov nr 2 fylldes en av de större flaskorna NG45. Fyllningen bröts vid fyllnadstrycket 1850 kPaö, efter 25 min, då hade 0,745 Nm³ passerat mätaren vilket motsvarar 3,3 min /0,100 Nm³. Efter nedsvälning sjönk trycket i flaskan till 11,5 kPaö, ytterligare 0,35 Nm³ fylldes på under 15 min (3,4 min./0,100 Nm³) varefter tryckvakten bröt på nytt. Totalt således 1,09 Nm³ på 40 min.

I prov nr 3 fylldes en av de större flaskorna NG45. Fyllningen bröts vid fyllnadstrycket 1850 kPaö, efter 10 min, då hade 0,263 Nm³ passerat mätaren vilket motsvarar 3,8 min /0,100 Nm³. Efter nedsvälning sjönk trycket i flaskan till 13,1 kPaö Ytterligare 0,026 Nm³ fylldes på under 2 min (7,6 min./0,100 Nm³) varefter tryckvakten bröt på nytt. Totalt således 0,289 Nm³ på 12 min.

G-tec anger tidsåtgång för fyllning till ca 3,8 min /0,100Nm³. En NG45 skall fyllas på 50 min och en NG14 på 15 min. En NG45:s interna volym är enligt G-tec:s specifikationer 24,9 l och återvinningsbar gasmängd är 1,27 m³, för NG14 gäller intern volym 7,8 l och återvinningsbar gasmängd 0,4 m³.

Provnigen visar således något snabbare fyllningstider utom i den sista efterfyllningen, avvikelserna i det senare kan bero på hög temperatur i kompressorn. Den faktiska fyllningstiden för enstaka flaskor blir dock längre då temperaturökningen p.g.a. kompressionen blir så stor att nedsvälning med följande efterfyllning måste ske. Den återvinningsbara gasmängden visar sig vara något mindre än de av G-Tec specificerade.

1. Fyllning 4 flaskor: 2 st NG45 och 2 st NG14
2. Fyllning 1 st NG45
3. Fyllning 1 st NG14

Prov nr		1	2	3
Starttryck	kPa	0	138	206
Bryttryck	kPa	1850	1850	1850
Gasmängd	Nm ³	3,635	0,745	0,263
Fyllningstid	min.	135	25	10
Efterfyllning	Nm ³		0,350	0,026
Efterfyllningstid	min		15	2
Gasmängd totalt (G-tecs uppgift)	Nm ³	3,64 (3,34)	1,09 (1,27)	0,29 (0,4)
Tid totalt	min		40	12

Tömning

För att kontrollera funktionen hos adsorbenten tömdes flaskorn via det större brännarhandtaget och fylldes på nytt varvid den återfyllda gasmängden mättes.

1. Tömning av NG45 via brännarhandtag och munstycke VNX-1 Tid 20 min, 1400 kPa - 138 kPa.
2. Tömning av NG 14 via brännarhandtag och munstycke VNX-1 Tid 13 min, 1350 kPa - 206 kPa.

Sluttrycken vid tömningen utgörs av gränsen för att skärbränningen skall fungera effektivt (ca 200 kPa). Återstående gasmängd (outnyttjad rest) är ca 10-15% av ursprunglig fyllnadsvolym. Flaskorna skall inte värmas.

94-09-23

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
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	Asa 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 AF-Energikonsult Syd AB	100

94-09-23

RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
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	Koldioxidgödning 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 ÅF-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
031	Detektion av dräneringsrör. Testmätning med magnetisk gradiometri	Nov 92	Carl-Axel Triumpf Triumpf 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

94-09-23

RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
034	Utvärdering av propanexponerade PEM-rör	Maj 93	Hans Leijström Studsvik AB	150
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. Full- skaleförsök vid SYSAV i Malmö	Aug 93	Jan Bergström Miljökon.sulterna	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 läggingsbox.	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

94-09-23

RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
050	Korrosion i flexibla rostfria insatsrör (Finns även i engelsk upplaga)	Dec 93	Ulf Nilsson m fl LTH	150
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 Center of Gas Technolog	150
053	Tryckhöjande utrustning för gas vid metallbearbetning -- En förstudie av GT-PAK	Apr 94	Mårten Wärnö MGT Teknik AB	150



Svenskt Gastekniskt Center AB

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