

Naturgasanvändning inom gjuteriindustrin

891010

**NATURGASANVÄNDNING INOM
GJUTERIINDUSTRI**

Mats Holmgren

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sida

	TILLKOMST	1
	BAKGRUND OCH SYFTE	2
	SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER	2
1	BRANSCHÖVERSIKT	4
1.1	Produktionsstatistik	5
1.2	Geografisk spridning	6
1.3	Gjuteriernas energiförbrukning (1988)	7
2	NATURGASUTBYGGNADEN I EUROPA OCH SVERIGE	9
2.1	Det europeiska naturgasnätet	9
2.2	Naturgasutbyggnaden i Sverige	12
3	POTENTIALEN FÖR NATURGASANVÄNDNING I GJUTERIER	15
4	NATURGASENS EGENSKAPER OCH MILJÖ-PÅVERKAN	17
4.1	Tekniska data	17
4.2	Föroreningar vid förbränning av naturgas	18
5	BRÄNNARE (Produkt och leverantörsförteckning se bilaga 7)	24
5.1	Atmosfärisk brännare	24
5.2	Fläktbrännare	25
5.3	Kombinationsbrännare	27
5.4	Höghastighetsbrännare	27
5.5	Låg NO _x -brännare	27
5.6	Rekuperativa brännare	28
5.7	Rekuperativa brännare i kombination med strålningsrör	30
5.8	Regenerativa brännare	32
6	TEKNISKA TILLÄMPNINGAR I PROCESSEN (Produkt- och leverantörsförteckning se bilaga 7)	34
6.1	Chargetorkning/förvärmning (Se även 6.3.1)	34
6.2	Skänktorkning/Skänkförvärmning	36
6.3	Smältning/Varmhållning/Avgjutning	37

	Sida
6.3.1 Induktionsugnar med oxy-fuelbrännare (Se även 6.1)	38
6.3.2 Kokslös kupolugn	39
6.3.3 Kupolugn med naturgasspets	41
6.3.4 Roterande ugn	41
6.3.5 Ljusbågsugn med oxy-fuelbrännare	43
6.3.6 Förvärmning av konverter	43
6.3.7 Bränsleeldad smält- och varmhållnings- ugn för metall	45
6.4 Form- och kärntillverkning	47
6.4.1 Skalformning	48
6.4.2 Kärntillverkning i oljesand	49
6.4.3 Varmlådeförfarandet	49
6.4.4 Explosionsformning	50
6.4.5 Blacktorkning	51
6.4.6 Förvärmning av sand	51
6.4.7 Torkning av formar	51
6.4.8 Återvinning av kemiskt bundna massor	51
6.4.9 Värmning av permanenta formar vid kokill- och pressgjutning	51
6.5 Efterbehandling och värmebehandling	52
6.5.1 Skärning med gas	52
6.5.2 Värmebehandling	53
6.5.3 Torkning av målat gjutgods	54
7 LOKALUPPVÄRMNING	55
7.1 Konvertering till naturgas	55
7.2 Decentraliserat gasdistributions- system	57
7.3 Hetvattenpanna	58
7.4 Varmluftspanna	59
7.5 Strålningsvärme (IR-strålare)	59
7.6 Aerotemperar	62
7.7 Tappvarmvatten	62
8 INSTALLATION AV NATURGAS VID ETT GJUTERI	63
8.1 Allmänt	63
8.2 Driftsättning av en gasinstallation	63
8.3 Installation	65
8.4 Brännarinstallation	67
9 ERFARENHETER FRÅN NATURGASANVÄNDARE	68
9.1 Erfarenheter från finska gjuterier	69
9.2 Erfarenheter från ett danskt gjuteri	71
9.3 Erfarenheter från engelska gjuterier	72
9.4 Erfarenheter från amerikanska gjuterier	74

	Sida
9.5 Erfarenheter från ett italienskt gjuteri	75
9.6 Erfarenheter från tyska gjuterier	75
9.7 Svenska naturgasanvändare	76
9.8 Svenska gjuterier	77
10 GASOL - ETT ALTERNATIV	78
10.1 Allmänna data	78
10.2 Pris, naturgas - gasol	79
10.3 Förtida inkoppling av "naturgas" (gasol - luftblandning)	80
11 PRIS OCH LEVERANSVILLKOR	81
11.1 Prissättningsprinciper	81
11.2 Kontraktsvillkor	82
11.3 Användaraspekter	83
12 LAGAR, FÖRESKRIFTER OCH NORMER (Adresser till myndigheter m m se bilaga 8)	85
12.1 Planmässiga bestämmelser (systemtryck över 4 bar ö)	86
12.2 Planmässiga bestämmelser (systemtryck under 4 bar ö)	86
12.3 Bestämmelser rörande teknisk utformning	87
12.4 Arbetsmiljökrav	89
12.5 Emissionskrav	89
12.6 Räddningstjänsten	90

SVENSKA GJUTERIFÖRENINGEN

BILAGA 1 GJUTERIER INDELADE EFTER SYDKRAFTS OCH
VATTENFALLS REGIONER

BILAGA 2 KOKSLÖS KUPOLUGN

BILAGA 3 KONVERTERING TILL GAS

BILAGA 4 OMRÄKNINGSFAKTORER

BILAGA 5 BEGREPPSBESTÄMNINGAR - NOMENKLATUR

BILAGA 6 NATURGASKONTRAKT

BILAGA 7 PRODUKT - OCH LEVERANTÖRSFÖRTECKNING

BILAGA 8 ADRESSER

BILAGA 9 REFERENSER

TILLKOMST

Projektet har utförts med anslag från Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU), Swedegas och Svenska Gjuteriföreningens helkollektiva ram. Rapporten bygger på litteraturstudier och samtal med inhemska och utländska naturgasanvändare, leverantörer och institut. För de läsare som vill fördjupa sig finns i bilaga 9 referenser till respektive avsnitt.

Författare till rapporten är Mats Holmgren, Svenska Gjuteriföreningen.

En för projektet tillsatt arbetsgrupp har följt arbetet och diskuterat framkomna resultat. Arbetsgruppen har haft följande sammansättning:

Harry Eriksson
Volvo Komponenter AB
SKÖVDE

Mats Johansson
Swedegas
STOCKHOLM

Hans Nilsson
Johnson Metall AB
ÖREBRO

Leif Persson
Johnson Metall AB
ÖREBRO

Conny Gustavsson
Svenska Gjuteriföreningen
JÖNKÖPING

Mats Holmgren
Svenska Gjuteriföreningen
JÖNKÖPING

BAKGRUND OCH SYFTE

Gjuteriindustrin är mycket energiintensiv. Energikostnader på över 10 % av saluvärdet är vanligt. Projekt som sänker energikostnaden har därför hög prioritet inom branschen.

Naturgasen kan med "rätt" prissättning användas i betydande omfattning både för processer och uppvärmningsändamål. Osäkerheten är dock stor beträffande tillgängliga utrustningar, installationens omfattning och pris. Det är därför angeläget att göra en samlad bedömning av naturgasens möjligheter samt för- och nackdelar inom gjuteribranschen.

SAMMANFATTNING OCH SLUTSATSER

Det svenska naturgasnätet är idag (1989) utbyggt från Trelleborg i söder till Göteborg i norr. Swedegas bedömer att Mälarregionen/Bergslagen nås 1993/1994.

Gjuteribranschen bör på sikt ha goda möjligheter att konvertera till naturgas. I stort sett alla processer är möjliga. Det ekonomiska incitamentet måste dock vara mycket kraftigt vid flera processer. Bl a följande faktorer gör att konverterings- takten blir långsam framförallt på processidan.

- Branschen har under flera år med relativt låga elpriser investerat i kapitalintensiv elbaserad utrustning.
- El har i flera fall metallurgiska, produktiv- itets- och miljöfördelar.
- Flera gjuterier har bundit sig i fjärrvärme.

Mycket har dock hänt internationellt på bränsle- sidan. Systemen har blivit effektivare och många negativa egenskaper har kunnat minimeras.

Bland naturgasens fördelar kan nämnas:

- Miljövänligare än olja
- Mindre explosionsbenäget än gasol
- Leveranssäkert
- Minskade underhållskostnader vid övergång från olja

Dagens utveckling med ökande elpriser i förhållande till bränslepriserna gör systemen med bränsle eller kombinationer av el och bränsle ekonomiskt intressanta i många fall. Problemet är att de flesta bra bränslebaserade systemen och lösningarna finns utomlands. På svenska gjuterier och bland svenska tillverkare finns ingen större erfarenhet av bra bränslebaserade system.

Priset på naturgas till industrikunder förhandlas individuellt enligt alternativ kostnadsprissättning. Det innebär att kundens kostnader för alternativbränsleanvändningen, dvs för bränsle, drift, underhåll och kapital ställs mot kostnaderna för naturgasanvändningen. Utifrån denna kalkyl förhandlar man om ett naturgaspris med målsättningen att kunden ska få en attraktiv totalkostnad jämfört med kostnaden för den alternativa bränsleanvändningen.

De alternativa bränslena, t ex gasol, bör vara med vid förhandlingarna om naturgaspriset. Även när man slutit ett naturgasavtal bör man överväga att behålla ett alternativt bränsle. Mycket talar för ett flexibelt system i framtiden där man alltid kan använda det för dagen billigaste bränslet.

Av de gjuterier som finns längs naturgasledningen har ännu ingen anslutit sig. Ett gjuteri kommer att göra en förtida inkoppling med gasol-luft under hösten 1989. Anledningen till att inte fler gjuterier har anslutit sig är bl a att konverteringskostnaden varit för hög. Vid en framtida nyinvestering kommer dock flera av gjuterierna att överväga naturgas.

Sammanfattningsvis kan sägas att naturgas bör lätt komma in där man idag använder bränslebaserade system, dvs vid lokaluppvärmning, skänkvärmning, värmebehandling, torkning m m. Naturgasens möjligheter att ersätta el vid processer blir dock betydligt svårare. El anses generellt sett ha många fördelar. Flexibilitet, god reglerbarhet, produktivitetsfördelar och miljömässiga fördelar gör att det krävs mycket fördelaktiga naturgaspriser och mycket höga elpriser för att gjutaren skall byta ut sina elbaserade system.

1 BRANSCHÖVERSIKT

Gjuteribranschen är uppdelad på tre delbranscher, järn-, stål- och metallgjuterier. Branschen är heterogen vad gäller företagsstorlek och tillverkningsmetoder, tabell 1.1

Idag sysselsätts ca 7000 personer. Svenskt gjutgods exporteras i relativt ringa omfattning, ca 10 %, som halvfabrikat. Huvuddelen, 60-70 %, av allt i Sverige tillverkat gjutgods går däremot på export som komponenter i färdiga produkter.

Tabell 1.1 Gjuterier, antal och produktionsandel i olika storleksgrupper efter produktionsstorlek

Produktion ton	Järn		Stål		Metall	
	Antal gjuterier	Prod. andel % vikt	Antal gjuterier	Prod. andel % vikt	Antal gjuterier	Prod. andel % vikt
<500	10	1	3	5	145	30
500-2999	32	14	5	35	20	47
3000-9999	13	30	2	60	4	27
≥10 000	6	55				
Summa	63	100	10	100	169	100
					Totalt 242 gjuterier	

1.1 Produktionsstatistik

Gjutgodsproduktionen för järn-, stål- och metallgjuterier var 1988 280 000 ton, 13 700 ton respektive 46 000 ton, vilket representerar ett saluvärde på över 4 miljarder kronor.

Gjuteriernas kunder återfinns i huvudsak inom verkstadsindustrin, med tyngdpunkterna i bilindustrin och maskinindustrin. Stora kvantiteter gjutgods förbrukas även av byggnadsindustrin och stålindustrin, men dessa kundgrupper minskar i betydelse. Därmed blir gjuterierna i allt högre grad beroende av den svenska verkstadsindustrins utveckling.

Konkurrensen med andra tillverkningsmetoder och alternativa material är ständigt intensiv. Det råder en stark tendens till övergång från tunga konstruktioner till lättare. Gråjärn och olegerat stål påverkas negativt av detta, medan bl a aluminium och segjärn gynnas. I metodkonkurrensen gentemot exempelvis svetsning och smide gynnas gjutningen i dag av verkstadsindustrins strävan att reducera sitt materialflöde genom minskning av antalet komponenter i produkterna. Allmänt sett kommer gjutningen att försvara sin ställning som en av de viktigaste metoderna att framställa produktkomponenter.

1.2 Geografisk spridning

Svensk gjuteriindustri är lokaliserad i huvudsak i Syd- och Mellansverige med koncentration i Mälardalen och Småland (Bild 1.1)

Sveriges gjuterier med mer än 5 anställda finns redovisade i bilaga 1.

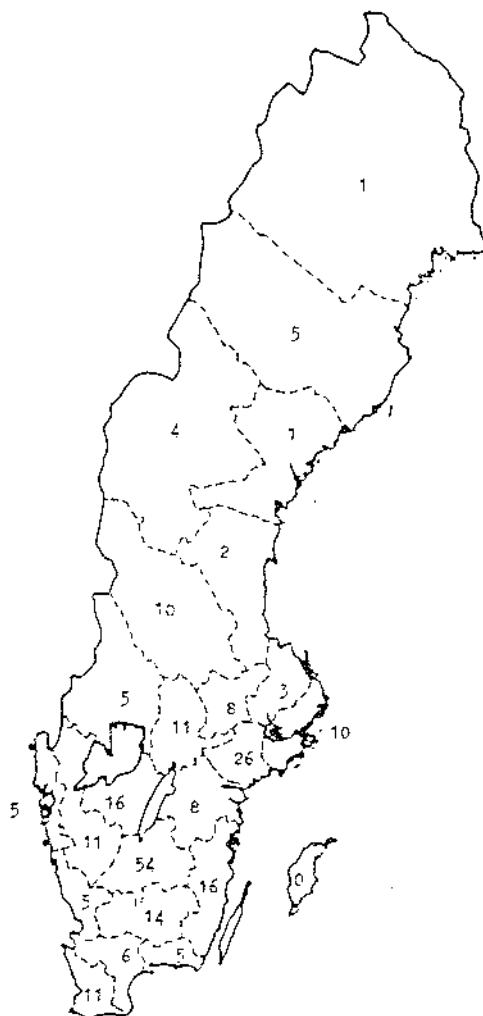


Bild 1.1 Antal gjuterier länsvis uppdelade

1.3 Gjuteriernas energiförbrukning (1988)

Av industrins energianvändning på 141 TWh använder gjuteriindustrin ca 1,1 TWh. Inkluderar man verkstadsdelen i företagen är energianvändningen ca 1,5 TWh. (Bild 1.2)

Energiförbrukningen per ton godkänt gods är 3,3 MWh sett som ett branschsnitt.

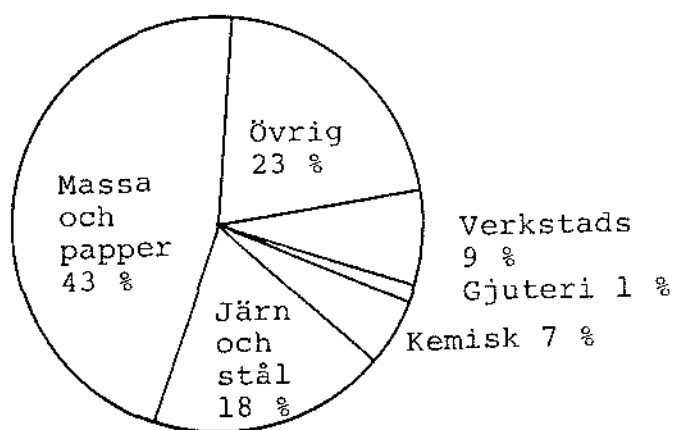


Bild 1.2 De enskilda branschernas andel av industrins totala energianvändning 1985

Energiförbrukning mätt per producerad enhet har stadigt minskat under senare tid. Oftast har denna minskning erhållits vid konvertering från olja till el och i samband härmed har stora energibesparingar noterats. Även kvalitetshöjande produktionsförändringar samt högre automatiseringsgrad och högre förädlingsgrad är orsaker till en ökande andel el, tabell 1.2.

Tabell 1.2 Energianvändningen i % vid järn- och stålgjuterier samt metallgjuterier för åren 1972, 1982, 1985 och prognos 1990

Energi- slag	Järn- och stål- gjuterier			Metallgjuterier			Järn o. stålgj.	Metall- gj.
	1972	1982	1985	1972	1982	1985	Prognos 1990	Prognos 1990
El	30	48	57	21	45	51	60	55
Olja	37	30	22	72	44	38	19	29
Kol/koks	26	13	12	1	-	-	10	-
Gasol	6	6	6	5	9	10	5	10
Fjärrvärme	-	2	2	-	1	1	<3	<3
Fasta bränslen	1	1	1	1	1	-	<2	<2
Naturgas	-	-	-	-	-	-	<1	41

Fotnot: Den totala energiförbrukningen förväntas minska marginellt fram till år 1990

Eltjänst användningen inom branschen är följaktligen i mycket hög grad produktionsrelaterad.

Bränsleanvändningen kan dock fortfarande vara betydande och skillnaderna i energianvändning beror i huvudsak av olika ugnstyper och olika automatiseringsgrad.

Inom gjuterierna åtgår mest energi för smältning av gods. Det är följaktligen ugnar som är den särklassigt största energianvändaren. Tabell 1.3.

Tabell 1.3 Energianvändning fördelat på olika processteg (Obs! skattade värden)

Process	Järn- och stålgjute- rier	Metall- gjuterier
Smältning, varmhållning	65	75
Formning, avgjutning	5	5
Rensning	2	1
Yt- och värmebehandling	1	1
VVS och belysning	25	15
Övrigt	2	3
Totalt	100 %	100 %

2 NATURGASUTBYGGNADEN I EUROPA OCH SVERIGE

2.1 Det europeiska naturgasnätet

I Europa har naturgas funnits i större skala i 25 år och svarar idag för ca 1/5 av den totala energianvändningen (bild 2.1).

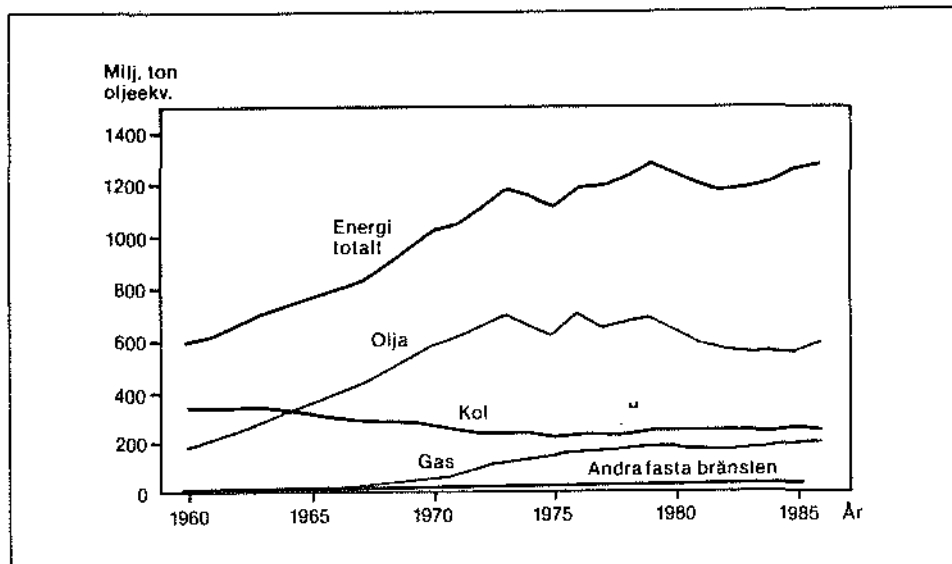


Bild 2.1 Energibehov i Europa 1960-1985

Naturgasen är den energiform som haft den kraftigaste tillväxten under 70-80-talet. Utvecklingen påskyndades av önskemålet att diversifiera energiförsörjningen i spåren på den första oljekrisen. Utvecklingen påskyndades också av att man kunde utnyttja den infrastruktur som fanns i den gamla statsgasindustrin och i det centraleuropeiska koksugns-gassystemet.

Ett väl förgrenat naturgasnät täcker idag stora delar av Europa, (bild 2.2).

Volymmässigt är förbrukningen koncentrerad till Benelux, Storbritannien, Frankrike, Italien och Västtyskland. Marknader som Österrike, Danmark, Finland, Sverige, Irland och Spanien är dock i stark utveckling

Industrisektorn svarar för ca 35 % av Västeuropas totala naturgasanvändning (bild 2.3).

- Produktionsanläggningar till havs
- Rörledningar
- Skeppsrutier

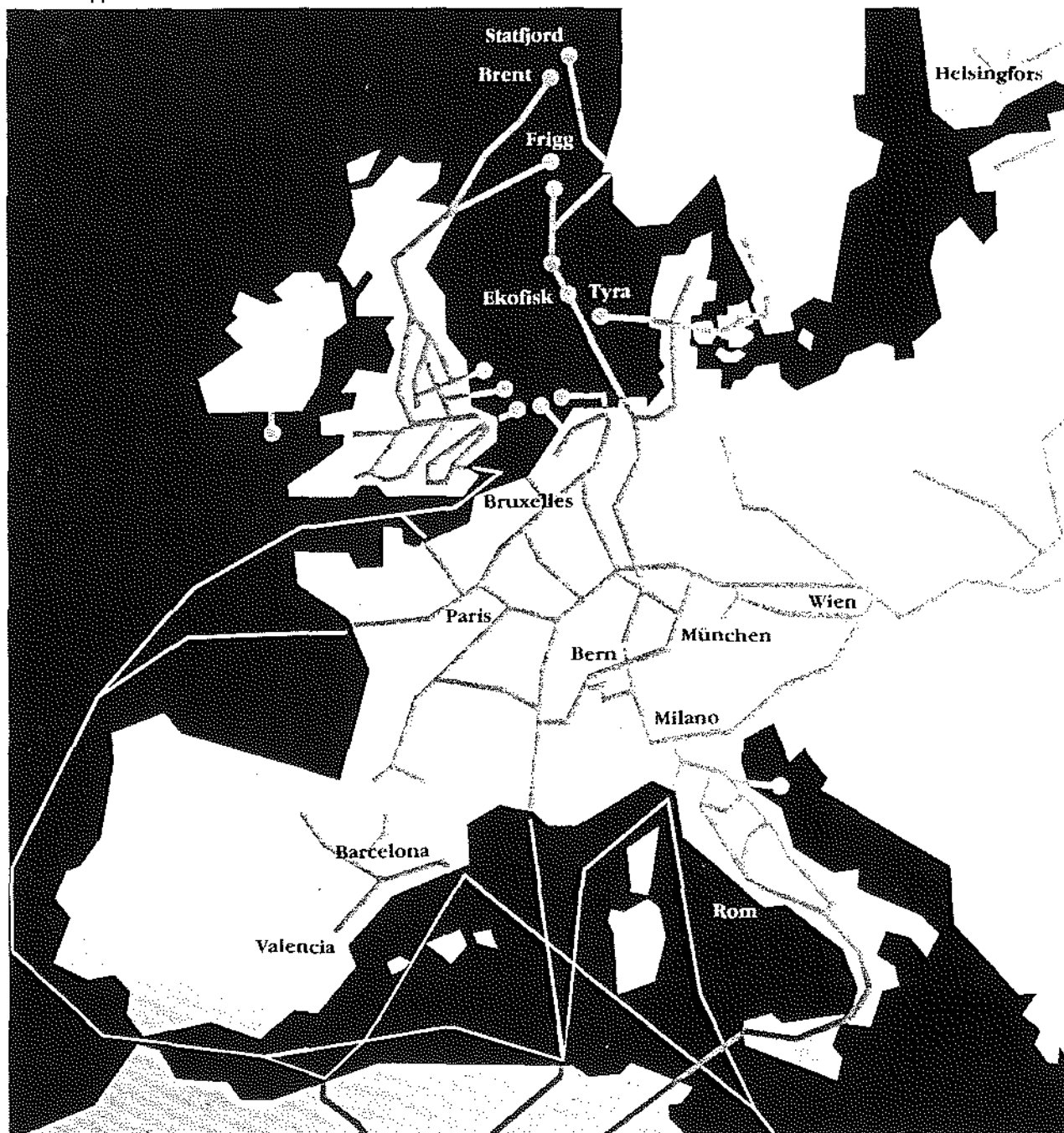


Bild 2.2 Det europeiska naturgasnätet

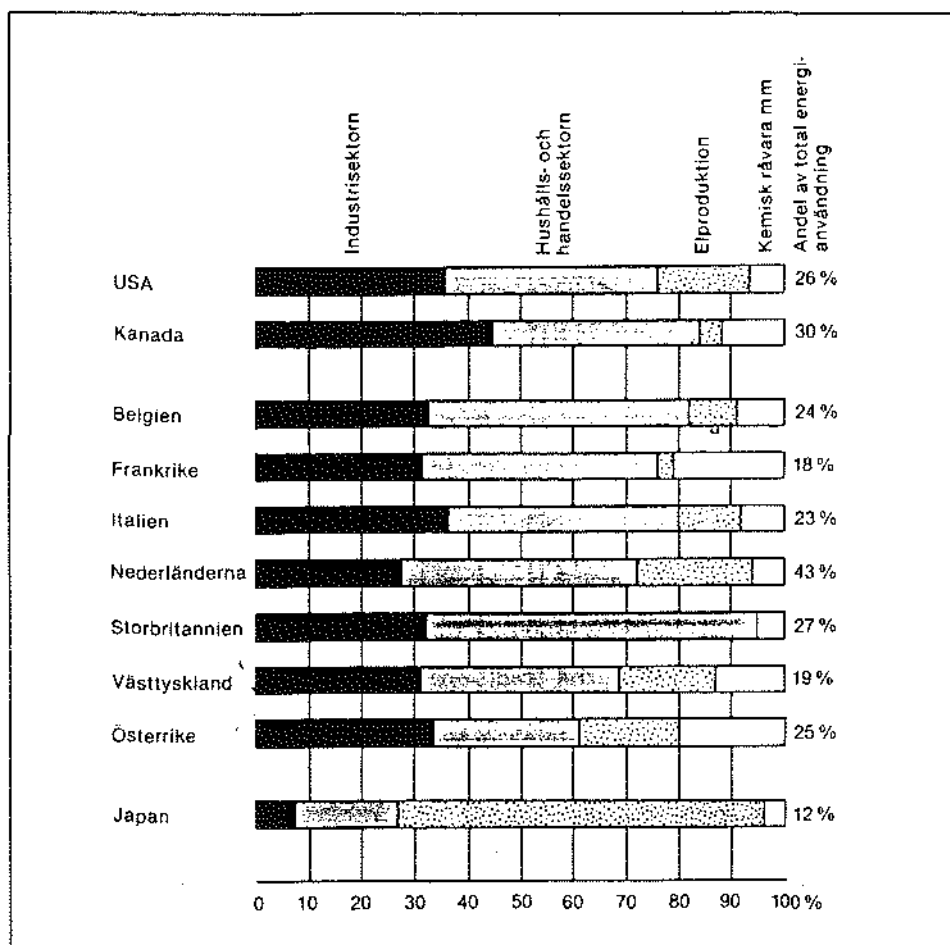


Bild 2.3 Naturgasens andel (%) av totala energianvändningen i några länder och dess fördelning på skilda användningsområden

Bland de nordiska länderna var Finland först med att använda naturgas. Redan 1974 kom de första leveranserna från Sovjetunionen. Naturgasen har till största delen använts inom industrin (63 %) och resten har gått främst till kommunala kraftvärmeverk. Av industrianvändningen har hittills 90 % gått till skogsindustrin. Storleksordningen 4-5 gjuterier i Finland använder naturgas. Finska gjuterier hade hunnit binda sig i el och fjärrvärme, vilket försvårat introduktion av naturgas.

Danmark har använt naturgas sedan 1980 och marknaden är fortfarande under uppbyggnad. Av den danska förbrukningen 1985 gick endast 22 % till industrin och 78 % till övriga användare. Den största användaren inom industrin är järn- och stålindustrin. Vid början av 1989 fanns endast ett danskt gjuteri anslutet till naturgas (Vald Birn Jernstøberi A/S, Holstebro).

I Norge finns för närvarande inget utbyggt naturgasnät.

2.2 Naturgasutbyggnaden i Sverige

Under 1988 levererades 367 Mm^{3x)} (4 TWh) dansk naturgas till marknaden i Sydsverige, från Trelleborg till Halmstad. Stamledningsutbyggnaden till Göteborg är klar och leveranserna startades under april 1988. Den vidare utbyggnaden kommer att ske öster om Vättern. Byggandet sker från två håll: Upplandskusten till Linköping och Göteborg till Jönköping. Nätet byggs ut i grenar till stora presumtiva gaskunder som stålindustrin i Bergslagen, Kraftvärme i Stockholms-trakten, Eskilstuna, Linköping m m. Startpunkt blir Upplandskusten där en ny pipeline för rysk gas via Finland ska dyka upp ur Östersjön. Själva investeringsbeslutet kan tas först när de nya energiskatterna och avtal om gasköp är klara. I slutet av 1990-talet bedömer Swedegas rören från Göteborg till Upplandskusten ihopbyggda.

Användningen av naturgas på den svenska marknaden beräknas på 90-talet kunna nå ca 2 600 Mm³ (ca 28 TWh) på årsbasis med en ungefärlig fördelning med 700 Mm³ i Sydsverige, 400 Mm³ i Väst-sverige och 1500 Mm³ i Mellansverige. Sammantaget motsvarar det ungefär 7 % av Sveriges nuvarande primärenergiförbrukning. I början av 2000-talet beräknas naturgasanvändningen komma att öka till 5 miljarder m³ (54 TWh) per år. Det motsvarar 15 % av Sveriges nuvarande primärförbrukning.

Swedegas har importavtal på 1000 Mm³ (ca 11 TWh) dansk naturgas per år. Förhandlingar pågår med Danmark, Norge och Sovjet om import för att täcka marknadsbehoven på 90-talet och början av 2000-talet.

x) Mm³ = miljoner m³

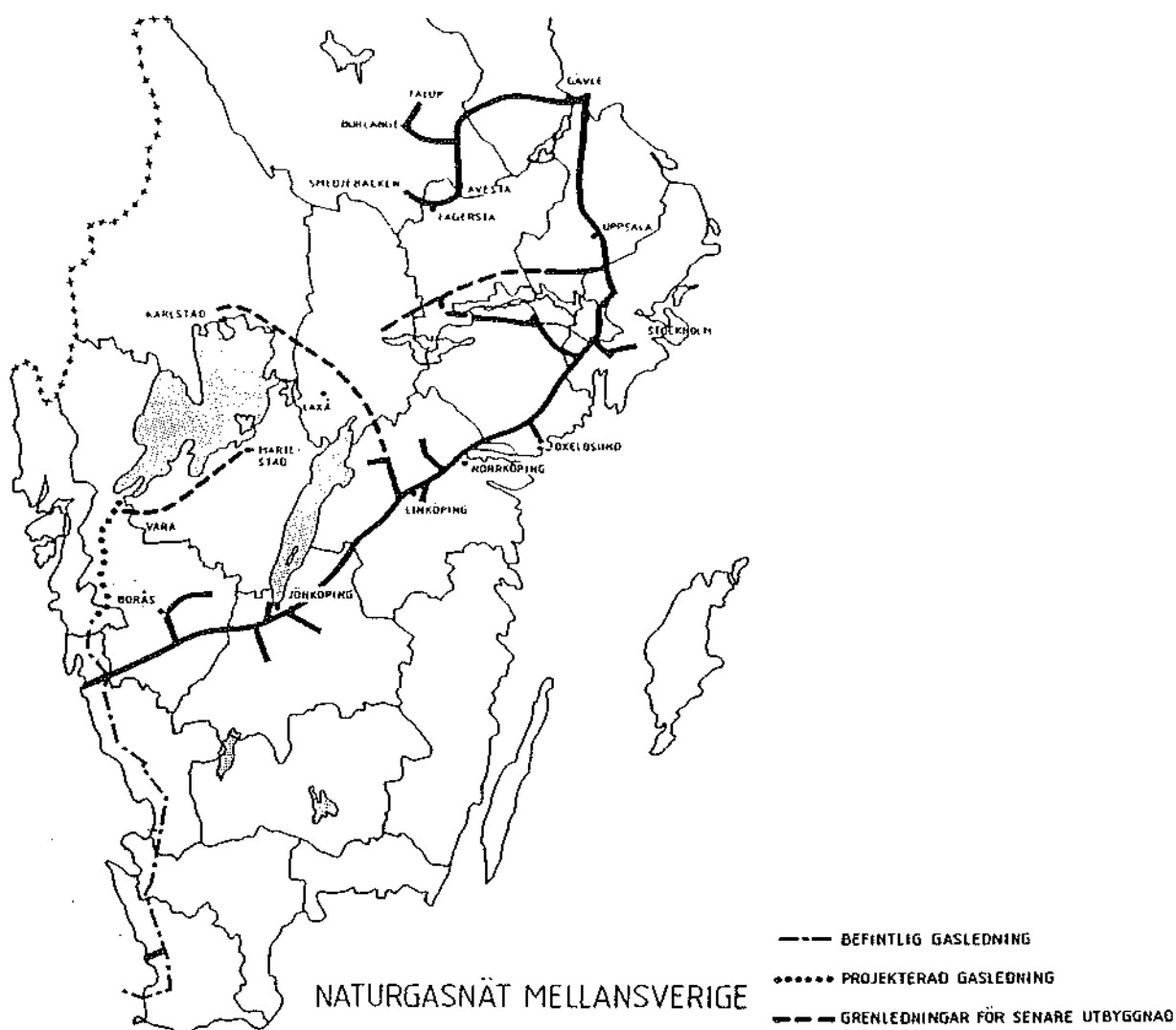


Bild 2.4 Naturgasnätet i Sverige och eventuella framtida sträckningar

Swedegas svarar idag för tillförseln av naturgas till Sverige. Man äger importledningen från Danmark och motsvarande stamledningsnät i Sverige och ansvarar för drift och underhåll av detta. Sydgas disponerar en del av högtrycksnätet i Skåne motsvarande Sydgas egna maximala behov av naturgas. Sydgas äger de grenledningar och M/R-stationer som ingår i de södra delarna av högtrycksnätet.

Distributionen till slutanvändare sker antingen via ett regionsbolag och en distributör eller direkt via en distributör. I Swedegas affärsidé ingår även direktförsäljning till större industri-kunder.

Av bild 2.5 framgår ägarförhållanden samt naturgasens väg genom de olika organisationerna från import till slutanvändare under våren 1988.

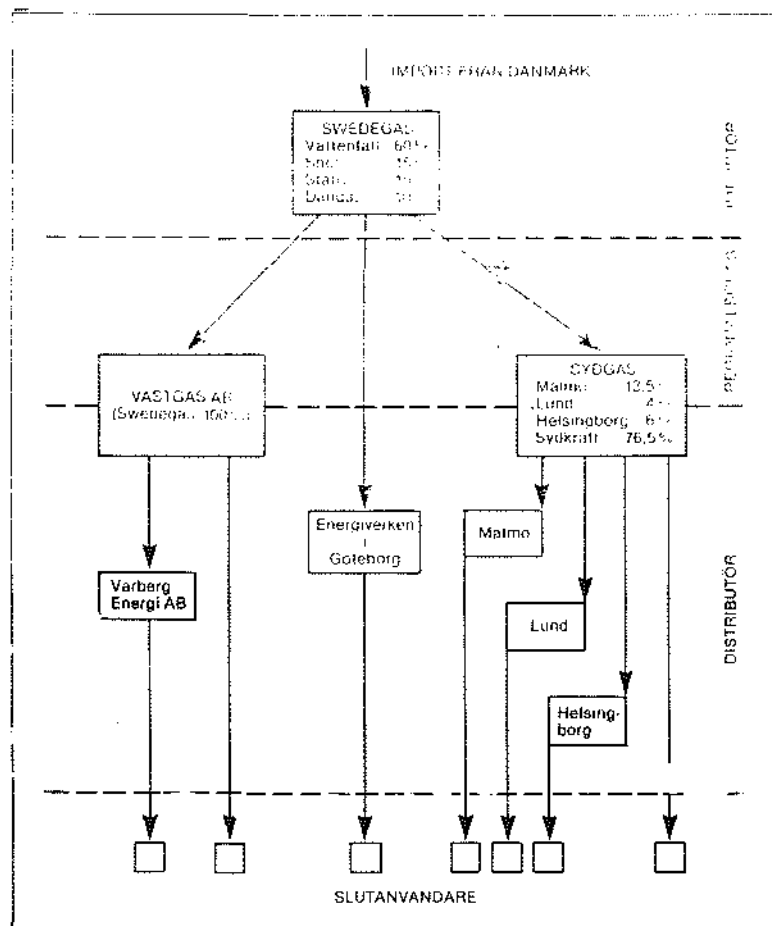


Bild 2.5 Naturgasens väg från import till slutanvändare (våren 1988)

3 POTENTIALEN FÖR NATURGASANVÄNDNING I GJUTERIER

Branschen bör på sikt ha goda möjligheter att konvertera till naturgas. I stort sett alla processer är möjliga.

Det ekonomiska incitamentet måste dock finnas. Flera faktorer gör dock att konverteringstakten blir långsam på processidan. Branschen har under flera år med relativt låga elpriser investerat i elbaserad utrustning. Många av investeringarna är tunga och el har i flera fall metallurgiska, produktivitets- och miljöfördelar. På uppvärmningssidan kan naturgasen komma in relativt lätt. Flera gjuterier har dock bundit sig i fjärrvärme.

Den tekniska potentialen för övergång till naturgas i de vanligaste gjuterprocesserna finns redovisade i tabell 3.1. Den ekonomiska potentialen är dock betydligt lägre.

Som vi ser av tabell 3.1 dominerar smältning, varmhållning och lokaluppvärmning energianvändningen. För ett enskilt gjuteri kan dock fördelningen vara annorlunda.

Tabell 3.1 Den tekniska potentialen för naturgas-
användning inom gjuteribranschen

Process	Energiförbrukning och teknisk potential för naturgas GWh	Teknisk potential i % av total energianvändning 1,5 TWh	Aktuella energislag
Skrottorkning - förvärmning	<15	<1 %	el, olja, gas
Skänktorkning - förvärmning	<15	<1 %	el, olja, gas, fast bränsle
Smältning	750	50 %	el, olja, gas, koks
Oxy-fuel spets vid smältning	<15	<1 %	olja, gas
Varmhållning	150	10 %	el, olja, gas
Avgjutning	<15	<1 %	el, olja, gas
Form- och kärntillverkning	<15	<1 %	el, gas, (olja)
Form- och kärntorkning	<15	<1 %	el, gas, olja
Blacktorkning	<15	<1 %	el, gas, olja
Urbränning av kärnor	<15	<1 %	el, gas, olja
Verktygsvärming (press- och kokillgjutning)	<15	<1 %	el, gas, olja
Skärning	<15	<1 %	gas
Värmebehandling	30	2 %	el, gas, olja
Torkning efter målning	<15	<1 %	el, gas, olja
Lokaluppvärmning	375	25 %	el, gas, olja, fast bränsle, fjärrvärme, spillvärme
Elmotorer, Belysning m m	(30) 1500 GWh = 1,5 TWh	(2 %)	el

4 NATURGASENS EGENSKAPER OCH MILJÖPÅVERKAN

4.1 Tekniska data

Kemiskt sett är naturgas till helt övervägande del metan (CH_4), som är den enklaste kolväteföreningen. Naturgas förekommer i porösa bergarter i jordskorpan antingen tillsammans med olja eller helt för sig själv.

Energimässigt motsvarar 1000 m^3 naturgas vid normalt tryck och temperatur ungefär 1 m^3 olja. Naturgas är lättare än luft, vilket är en viktig egenskap från bl a säkerhetssynpunkt. Viktiga data på den danska naturgasen redovisas i tabell 4.1 och bilaga 4. Observera att den ryska och norska gasen har annan sammansättning och värmevärde.

Tabell 4.1 Specifikation av den danska naturgasen

Kemisk sammansättning:	
Metan	91,1 volymprocent
Etan	4,7 "
Propan	1,7 "
Butan och tyngre kolväten	1,4 "
Koldioxid	0,5 "
Kvävgas	0,6 "
Övre värmevärde	43 $\text{MJ}/\text{Nm}^3 = 12,0 \text{ kWh}/\text{Nm}^3$
Undre värmevärde	39 $\text{MJ}/\text{Nm}^3 = 10,8 \text{ kWh}/\text{Nm}^3$
Densitet	0,807 kg/Nm^3
Wobbeindex (X)	$d = 0,624$ $W_0 = 15,2 \text{ kWh}/\text{Nm}^3$
Flambarhetsområde (0)	$L_u = 4,9$ volymprocent $L_0 = 13,7$ "

(X) Vanligen anges gasens densitet i förhållande till luftens vid (0°C , 101,3 kPa). Den relativa densiteten fås då till ($d = \rho/1,29$).

Wobbeindex (W) är ett mått på den brännareffekt som erhålls vid ett givet tryckfall över ett brännarmunstycke. Wobbeindex är en funktion av både värmevärdet och gasens relativa densitet enligt sambandet

$$W_0 = \frac{H_0}{\sqrt{d}} \quad \text{resp} \quad W_u = \frac{H_u}{\sqrt{d}}$$

(0) Flambarhetsområdet för en gas anger vid vilken koncentration gasluftblandningen brinner självständigt. Under den nedre flampunkten (L_u) är gaskoncentrationen för låg. Över den övre flampunkten är gaskoncentration för hög för självständig förbränning.

(X) Begreppsbestämningar och nomenklatur se bilaga 5

4.2 Föroreningar vid förbränning av naturgas

Det finns inget renare fossilt bränsle att tillgå än naturgasen. Svavel- och metallförekomster är små jämfört med kol, olja eller ved. Korrosionsproblemen försvinner och livslängden på produktionsutrustning och uppvärmningsutrustning ökar.

Mängden bildad koldioxid vid samma energiomsättning blir för naturgasförbränning ca 40 % mindre än vid kolförbränning och 25-30 % mindre än vid oljeförbränning. Detta beror på naturgasens relativt låga C/H-förhållande, tabell 4.2.

Tabell 4.2 Jämförelse mellan naturgas och andra bränslen vad avser föroreningsinnehåll (ur Naturgas Hälsa Miljö från Vattenfall)

Referensbränslen		Naturgas	Kol	Eo 1	Eo 5	Torv	Ved
Förorening							
Kväveoxider	mg/MJ	60	130		100		
Svavelhalt,	mg/MJ	<1,0 ¹⁾	310	70	240	120 ²⁾	20 ²⁾
Arsenik As,	µg/MJ	<0,00003	150	0,5	2	100	5
Beryllium Be,	"	-	40	0,2	0,2	5	-
Kadmium Cd,	"	<0,04	10	0,2	0,7	10	10
Kobolt Co,	"	<0,0001	150	0,5	11	100	7
Krom Cr,	"	<0,003	400	0,6	1,2	250	50
Koppar Cu,	"	<0,0003	400	2,5	8,5	500	100
Kviksilver Hg,	"	<0,004	4	0,09	0,06	5	1
Mangan Mn,	"	<0,001	2000	0,5	0,5	4500	5000
Nickel Ni,	"	<0,001	400	1,0	400	300	30
Bly Pb,	"	<0,006	500	3,0	25	250	200
Selen Se,	"	<0,0005	60	0,2	2,5	50	10
Torium Th,	"	-	120	-	-	-	-
Uran U,	"	-	50	-	-	-	-
Vanadin V,	"	<0,0003	900	2	1300	450	100
Zink Zn,	"	<0,003	1000	2	20	900	1200
Stoft	mg/MJ	<0,015	10		5		
Värdena är uträknade med följande undre värmevärde, MJ/kg		49	26	41,2	40,5	22 ³⁾	19 ³⁾
		(39MJ/Nm ³)					

1) Inklusive luktämne (åtminstone under de första åren kommer svavelhalten i naturgasen från Danmark att vara högst 0,2 mg/MJ inklusive luktämne)

2) mg/MJ av brännbart

3) torr askfri substans

Streck innebär att uppgift saknas.

Kväveoxider NO_x

Kväveoxider bildas i samband med förbränningen genom en endoterm reaktion mellan luftens kväve och syre. De bildade oxiderna består främst av NO och en mindre mängd NO₂. Man har även uppmätt N₂O. I något fall har dess andel av den totala NO_x-halten uppmätts till 20-30 %.

Kväveoxidbildningens storlek är främst beroende av tre parametrar koncentrerade till själva flamm. Dessa tre är flamtemperatur, uppehållstid och syrets partialtryck. En ökning av var och en av dem ger en ökning av NO_x-bildningen.

Jämfört med andra bränslen ger naturgaseldning normalt lägre halter av NO_x vid motsvarande förhållanden och storlekar på pannor. Vid högtemperaturprocesser över 1200°C t ex i ugnar där NO_x-bildningen alltid är stor på grund av den höga temperaturen kan den dock för naturgas till och med vara större än för andra bränslen eftersom flammans lägre strålningsvärme måste kompenseras med högre ugnstemperatur, tabell 4.3.

Åtgärderna för att minska emissionen är likartade för samtliga bränslen, nämligen någon eller några av följande metoder:

- minskat luftöverskott
- sänkt förbränningstemperatur
- rökgasrecirkulation
- stegvis förbränning
- vatten- eller ånginjektion
- speciell brännarutformning
- speciell utformning av förbränningsrummet
- rökgasrening

Utvecklingsarbete pågår för att ta fram brännare med allt lägre NO_x-emission. På marknaden finns några låg-NO_x-brännare bl a Rekumat-SJ, se bilaga 7.

Tabell 4.3 NO_x-emission från pannor och ugnar

Typ av naturgas installation	Tillförd effekt	NO _x (beräknat som NO ₂) mg/MJ
Pannor	> 50 MW	200konventionell brännare
		120låg- NO _x -brännare
	1-50 MW	60 konventionell brännare
		50 låg- NO _x -brännare
	0,01-1	30
Metallurgiska ugnar	1MW	20-50
	> 8 MW	120-150

Sot och stoft

Stoftet i rökgaserna bildas vid ofullständig förbränning av tyngre kolväten och reduktion av kolmonoxid till elementärt kol.

Luftunderskott och snabb kylning av flamman ökar dock risken för att stoft bildas. Den bildade stoftmängden påverkas också av brännarkonstruktionen och eldstadens utseende. Även driftsättet påverkar bildningen t ex dålig blandning av bränsle och luft vid dellast.

Åtgärderna för att minska stoftbildningen står i ett direkt motsatsförhållande till åtgärderna för att minska NO_x-bildningen. Att sänka förbrännings-temperaturen och förkorta uppehållstiden vid höga temperaturer ökar risken för stoftbildning. Arbetet med att minska NO_x-bildningen måste således hela tiden ske mot bakgrund av risken för ökad stoftbildning och kanske viktigare ökade mängder oförbränt.

Den vid naturgasförbränning bildade mängden stoft är avsevärt lägre än den mängd som normalt bildas vid förbränning av tjockolja. Se tabell 4.2.

Vid förbränning av naturgas i industriella ugnar med hög temperatur innehåller avgaserna knappast något sot.

Vid högtemperaturprocessen i metallurgiska ugnar är det arten av uppvärmt gods som i stor utsträckning bestämmer stofthalten. Metaller oxiderar och bildade oxider lämnar sedan ugnen tillsammans med avgaserna, liksom damm från ugnens eldfasta infodring.

Kolmonoxid och organiska föreningar

Dessa ämnen förekommer i avgaserna från all förbränning utom vid rena vätgaslägor. De organiska föreningarna består bl a av PAH (polyaromatiska kolväten) men även andra kolväten räknas hit. Exakt hur dessa föreningar bildas under förbränningen är inte klarlagt. Höga halter av dem tyder på ofullständig förbränning.

För att uppnå en så fullständig förbränning som möjligt bör följande villkor vara uppfyllda:

1. Hög förbränningstemperatur (över 900°C)
2. Lång uppehållstid
3. Hög syrekonzentration

Dessa krav går stick i stäv med de krav som gäller för att uppnå låga NO_x -emissioner. Man kan därför säga att det är mängden oförbränt i rökgaserna som sätter gränsen för hur långt NO_x -bekämpningen med förbränningstekniska metoder kan drivas. I praktiken utgör luftfaktorn, förbränningsrummets utformning och pannlasten de parametrar som reglerar bildningen av kolmonoxid och organiska föreningar.

Luftfaktorn

Bild 4.1 och 4.2 visar hur CO-halten varierar med olika luftfaktortal. Anledningen till att CO-halten stiger vid stora luftöverskott är att förbränningstemperaturen blir för låg då alltför mycket luft skall värmas.

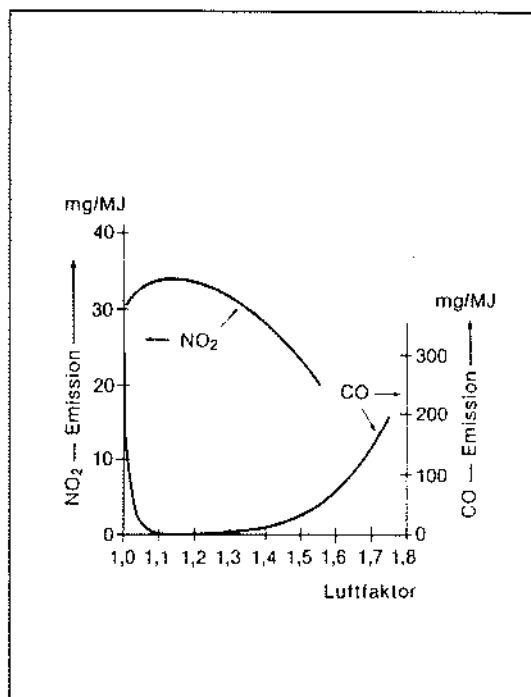


Bild 4.1 CO- och NO_2 -emission som funktion av luftfaktorn för panna på 230 kW

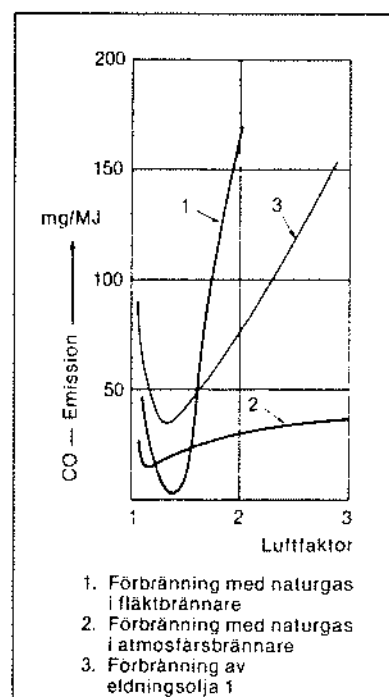


Bild 4.2 CO-emission som funktion av luftfaktorn

Lasten på panna

Pannor uppvisar den lägsta emissionen vid maxlast. Både överlast och dellast resulterar ofta i ökade CO-halter.

För olika pannstorlekar bedöms den genomsnittliga CO-emissionen nå värden enligt tabell 4.4.

En undersökning inom metallindustrin visar, att avgaser från de vanligast förekommande ugnarna, inte innehåller några mätbara mängder av koloxid vid eldning med naturgas. Arbetstemperaturen i dessa ugnar har legat mellan 1230 och 1250°C.

Tabell 4.4 Utsläpp av kolmonoxid från naturgaseldade pannor
Källa: Naturgas Hälsa Miljö, Vattenfall

Panneffekt MW	Emission av CO mg/MJ
> 50	0,5
1-50	1
0,01-1	50

Hittills är bara nämnt CO-halten i avgaserna och inte andra oförbrända komponenter. Anledningen är att det inte finns emissionsdata tillgängliga som är tillförlitliga. Främst beror detta på att halterna av oförbrända kolväten vid naturgaseldning är så låga att det är mättekniskt svårt att påvisa dem. Dessutom förekommer dessa ämnen i såväl gas- och vätskefas som i fast fas vilket gör insamlingen av proven komplicerad. För att klarlägga halterna av kolväten krävs ytterligare mätningar.

De flesta i litteraturen dokumenterade mätresultat som finns rör det cancerogena ämnet benz(a)pyren, där följande halter kan antas för de tre pannstorlekarna. Se tabell 4.5.

Tabell 4.5 Utsläpp av benz(a)pyren vid förbränning av olika bränslen
Källa: Naturgas Hälsa Miljö

Panneffekt MW	Emission av benz(a)pyren			$\mu\text{g/MJ}$ Flis
	Naturgas	Olja	Kol	
> 50	0,005	0,01	0,1	0,1
1-50	0,002	0,005	1	10
0,01-1	0,06	0,1	10	100

Tabellen visar inga exakta värden. Skillnaden mellan olika mätningar kan vara upp till en tiopotens. Det inbördes förhållandet mellan olika bränslen är däremot trovärdigt.

Sambandet mellan CO-halten och halten oförbrända kolväten i avgaserna är inte helt klarlagt. I de flesta fall gäller dock att ökad mängd CO resulterar i ökade mängder oförbränt och PAH. I högtemperaturugnar torde PAH-halten vara obetydlig.

Den totala mängden oförbränt vid naturgaseldning är så låg att den i jämförelse med andra emissionskällor är försumbar.

Buller

Förbränningsljudet vid gaseldning kan vara högre än vid olje- och fastbränsleeldning beroende på dess explosiva förlopp. Även höga transporthastigheter i gasledningar kan bidra till en ökad ljudnivå jämfört med annan förbränning. Det bör således påpekas, att ytterligare bullerdämpning i vissa fall kan bli nödvändig vid naturgasinstallation.

Man bör även beakta bullerfrågan vid val av brännare.

5 BRÄNNARE (Produkt och leverantörsförteckning se bilaga 7)

En brännares uppgift är att blanda bränsle och luft i rätt förhållande samt att forma och stabilisera flammen.

Olika applikationer ställer helt olika krav på hur förbränningsförloppet genomförs. Brännare till pannor skall klara av att ge fullständig förbränning med ett luftöverskott som är så litet som möjligt över ett reglerområde av t ex 1:4 (25-100 % effekt). På processbrännaren kan emellertid en rad andra krav ställas som flammform, flamtemperatur, flamstrålning, ugnsatmosfär (reducerande eller oxiderande) och reglerområde t ex 1:30.

För att kunna påverka energiutbytet i en anläggning är det nödvändigt att förstå hur värmeöverföringen från eldningen överförs till godset i ugnen. I ugnsrum där ugnstemperaturen är över 900°C överförs 80-85 % av värmen genom strålning. Strålningen erhålles från flammen och från de gaser, som fyller ugnsrummet. Vid oljeeldning och eldning med fasta bränslen i pulverform avger flammen oftast värme genom partikelstrålning samt strålning från gasens CO₂ och vatteninnehåll. Vid gaseldning saknas ofta denna partikelstrålning. Man skulle därför vänta sig att värmeupptagningen i ugnsrummet skulle sjunka kraftigt vid övergång till gaseldning. Erfarenhetsmässigt är dock detta inte alltid fallet. I ugnen är den sammanlagda ytan på de varma ugnsväggarna mycket stor i förhållande till ytan av flammen. Återstrålningen från de heta väggarna svarar därför för en stor del av värmeöverföringen.

En förändring av flammans emissivitet har därför begränsad inverkan.

5.1 Atmosfärisk brännare

Principen för atmosfäriska brännare är att gasen strömmar genom ett ejektormunstycke och suger med sig en viss mängd luft. Den luft som suges med av gasströmmen som primärluft utgör en del, resterande del, sekundärluften, tillförs via själva lågan, bild 5.1.

Eftersom olika gaskvaliteter kräver olika mängder luft för att uppnå en god förbränning finns det möjligheter att förändra egenskaperna hos en atmosfärsbrännare.

En möjlighet är att flytta dysan för att öka eller minska primärluften. Ett annat sätt är att ha olika dysstorlekar för olika gaskvaliteter.

För större anläggningar och för pannor som kräver effektregering finns det modulerande atmosfärsbrännare. Moduleringen går till så att man varierar dystrycket. När trycket sänks får man en lägre utströmningshastighet genom dysan och därmed också en mindre primärluftmängd. På detta sätt kan man få en tillfredsställande förbränning inom 40 till 100 % av maximal effekt.

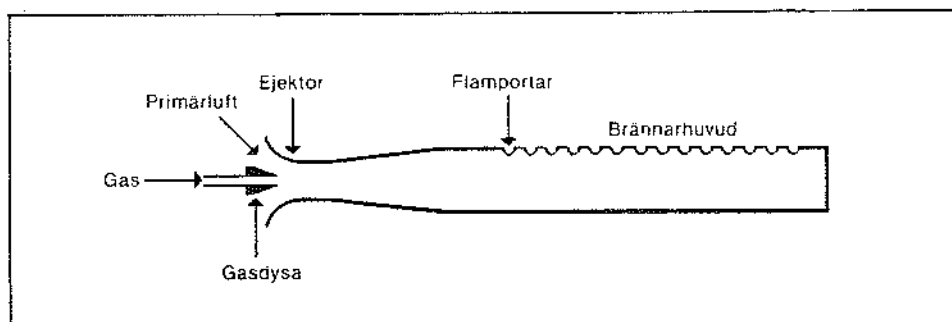


Bild 5.1 Atmosfärsbrännarens huvuddelar

5.2 Fläktbrännare

Fläktbrännaren kan användas i fler typer av pannor än atmosfärsbrännare. Fabrikanterna upplyser om vilka pannor deras brännare passar till.

Kännetecknande för en väl konstruerad fläktgasbrännare är att förbränningsluftfläkten ger ett högt förbränningslufttryck samt att tryckfallet i brännarnosen är stort och konstant. Fläktbrännare har flamhållare som dels stabiliserar lågan och dels ser till att man får en god blandning av gas och luft. I bild 5.2 ges exempel på fläktbrännare med styrskenor. Istället för styrskenor kan man ha en hålplatta som delar upp brännarhuvudet i en mängd små brännare, bild 5.3. Med denna konstruktion är det lättare att få en bra stabilisering och ett stort reglerområde. Gasen och luften blandas före flamhållaren.

Beroende på typ av installation och värmebehov ställer marknaden krav på olika regleringsmöjligheter av brännareffekten.

Några olika typer är:

- 1-stegsbrännare
- 2-stegsbrännare
- Modulerande brännare

1-stegsbrännaren används för sina effekter under 350 kW när någorlunda konstant effektbehov föreligger. Små villabrännare är nästan alltid av denna typ.

2-stegsbrännaren används för större installationer med varierande belastning. Maxlasten väljs så att den svarar mot anläggningens största effektbehov. Låglasten väljs så att maximal drifttid erhålles.

Modulerande brännare används för anläggningar med varierande effektuttag och där konstanta temperaturer och tryck önskas. Brännaren är i princip konstruerad som 1- och 2-stegsbrännare men är kompletterade med

- utrustning för steglös reglering av gas och luftmängd
- kapacitetsregulator för styrning av brännareffekten.

På marknaden finns ett urval av modulerande brännare från ca 90 kW och uppåt.

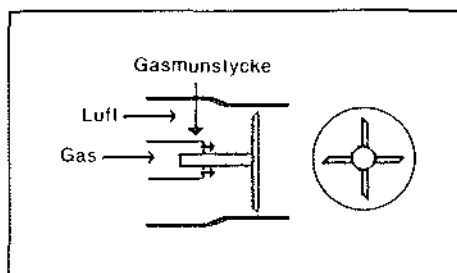


Bild 5.2 Styrskenor hos gasbrännare för flammhållning och turbulering

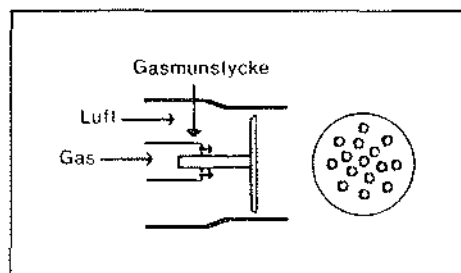


Bild 5.3 Gasbrännare med hålplatta i brännarnosen ger större reglerområde

5.3 Kombinationsbrännare

Brännaren är utrustad med både gas och oljemunstycken, vanligen gasmunstycken ringformigt anordnade runt den centralt placerade oljelansen.

Fördelar som ökad tillgänglighet, möjlighet att utnyttja avbrytbara leveranser och/eller bättre förhandlingsposition vid nykontraktering av gasleveranser kan fås.

5.4 Höghastighetsbrännare

Brännardelen i en rekuperativ eller regenerativ brännare är en medel- eller höghastighetsbrännare 50-150 m/s. Brännartypen används ofta i ugnar. Den erhållna kraftiga turbulensen ökar konvektionen och bidrar samtidigt till en jämn temperatur. Större delen av förbränningen sker i en förbränningskammare (tunnel). De varma förbränningsgaserna strömmar ut ur kammaren genom en öppning vars geometri styr utströmningshastigheten, bild 5.4

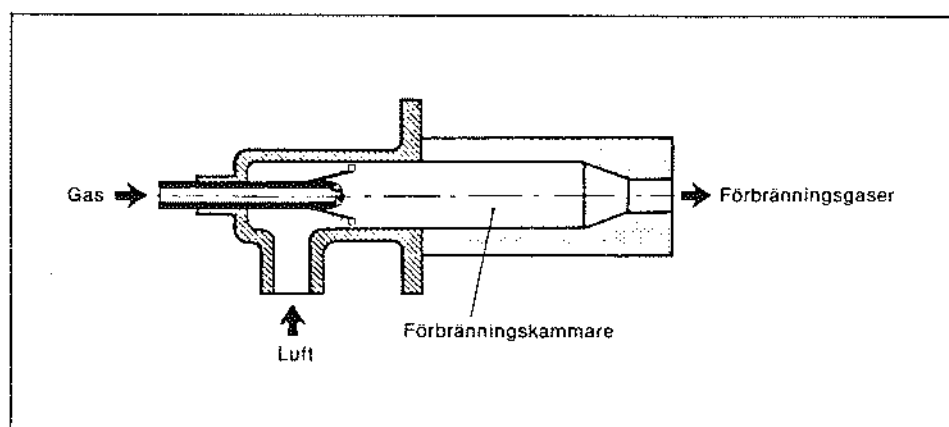


Bild 5.4 Principutformning av höghastighetsbrännare

5.5 Låg NO_x-brännare

Vid denna brännartyp tillförs luften i två steg, primärluft och sekundärluft. På så sätt åstadkoms två faser i förbränningsprocessen, dels en med understökiometrisk förbränning dels en med luftöverskott. I praktiskt utförande innebär detta att primärluften tillförs som tidigare men i mindre mängd, och förblandas med gasen före förbränning. Sekundärluften tillförs via koncentriskt placerade luftportar runt brännaren.

Rekumat SJ-brännaren uppges ha NO_x-halter under 200 ppm även vid höga temperaturökningsförhållanden. Detta måste betecknas som bra.

Referens: Edelstahlwerke Buderus AG, Wetzlar,
Västtyskland
Leverantör: Industriugnar LRS, Saltsjö Duvnäs

5.6 Rekuperativa brännare

Rekuperativa brännare har utvecklats för att öka verkningsgraden. Brännartypen används framförallt i smält- och värmeugnar.

I rekuperation återförs de heta avgaserna till brännaren för värmeväxling med den ingående förbränningsluften bild 5.5.

Verkningsgraden jämfört med en konventionell brännare blir större ju högre precesstemperaturen är. Dessutom inverkar luftfaktorn mindre på verkningsgraden, bild 5.5

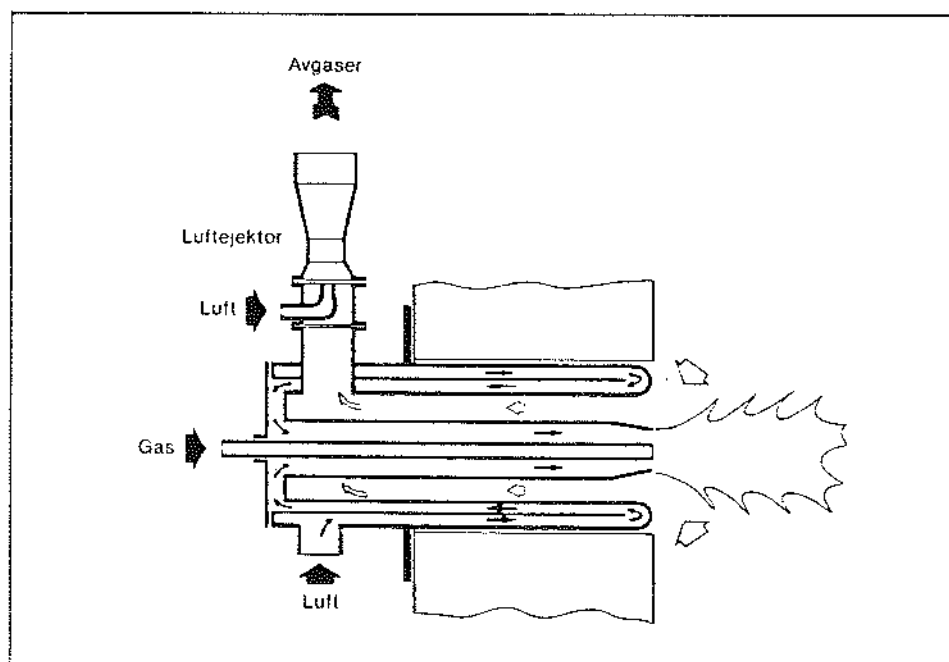


Bild 5.5 Principutformning av rekuperativ brännare

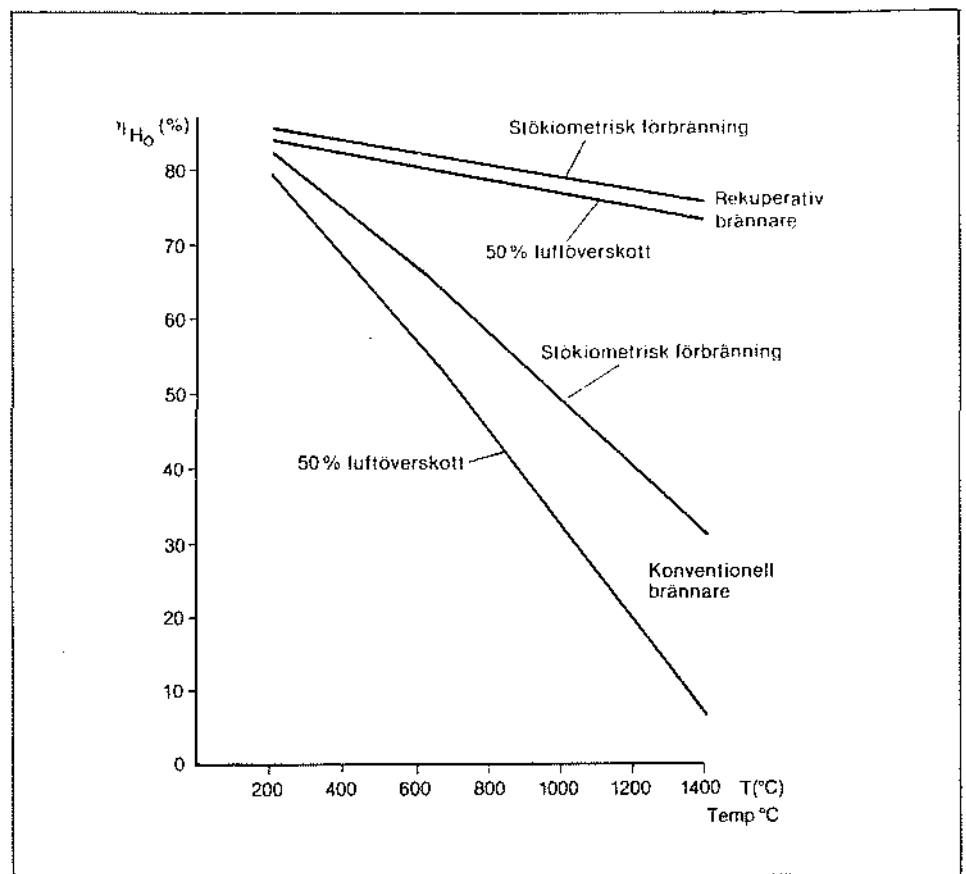


Bild 5.6 Förbränningsverkningsgraden som funktion av processtemperaturen för rekuperativ brännare jämfört med konventionell

Referens: Saab-Scania AB, Södertälje
Johnson Metall AB, Örebro

Leverantör: Industriugnar LRS, Saltsjö Duvnäs
Ugnsbolaget Tabo, Västerås

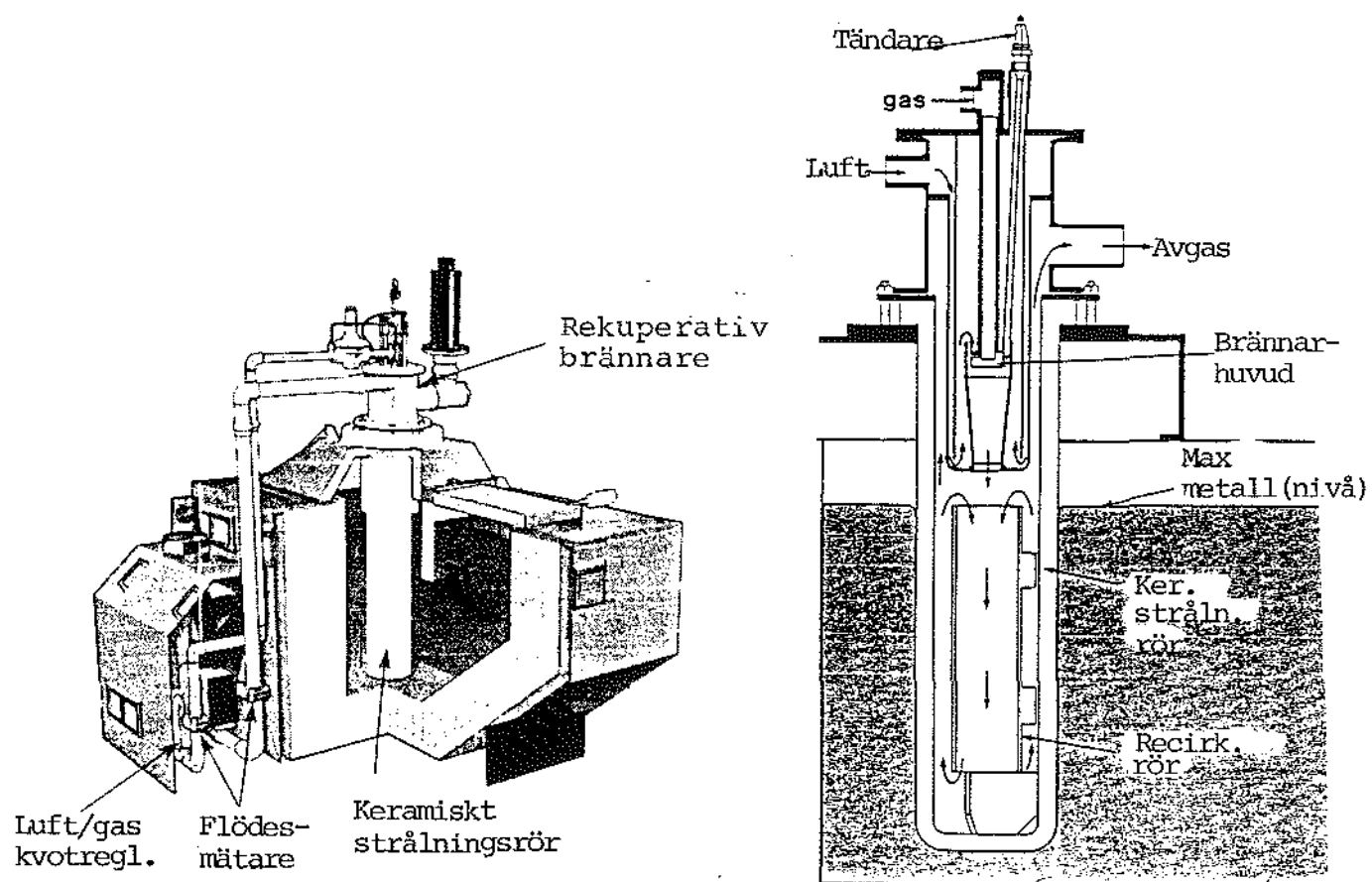
5.7 Rekuperativa brännare i kombination med strålningsrör

I ett strålningsrör överförs energi indirekt via lågan och förbränningsgaserna till godset. Värmeöverföringen sker i tre steg.

1. Strålning och konvektion på insidan av mantelröret
2. Ledning genom mantelrörets vägg
3. Strålning från mantelröret till ugnen/godset

Strålningsröret tillämpas i värmebehandlingsprocesser där speciella krav ställs på ugnsatmosfären och där direkt eldning är uteslutet. Röret har även fått användning vid smältning av metaller. Temperaturgradienten i smältan minskar, vilket ger betydande energibesparingar.

Utvecklingen sker idag mot högre yteffekt och arbetstemperatur för att förbättra konkurrensförhållandet gentemot elektrisk värmning. Detta kräver också en långt driven energiåtervinning med rekuperativa brännare och strålningsbrännare i keramiskt material. Arbetstemperaturen för strålningsrör utfört av stållegeringar är ca 1100°C och med keramiska material kan idag 1400-1500°C uppnås. Det finns idag rekuperativa brännare i låg NO_x-utförande med tvåstegs-förbränning, vilka kan användas i strålningsrör, bild 5.7.



Bidl 5. Metallsältugn med strålningsrör

5.8 Regenerativa brännare

Ett regenerativt brännarsystem består av två brännare och två värmeåtervinnande magasin, vanligen fyllda med kulor av aluminiumoxid. Brännarna eldas växelvis i cykler, se bild 5.8. Under en cykel värmer avgaserna från brännare 1 först chargin (materialen som skall värmas/smältas) och passerar därefter ut genom brännare 2:s magasin och värmer detta. Samtidigt värms förbränningsluften till brännare 1 av sitt magasin. Efter en viss tid (ca 60 sek) reverseras systemet och körs i motsatt riktning. En ugn kan vara utrustad med ett eller flera brännarpar. Den regenerativa brännaren kan förvärma förbränningsluften till högre temperatur jämfört med den rekuperativa. Den rekuperativa brännaren kan vara känslig för beläggning på de värmeväxlande ytorna. Värmemagasinen i de regenerativa brännarna är relativt enkla att rengöra. Installation av ett regenerativt brännarsystem medför emellertid ett större ingrepp i ugnen och investeringskostnaden för en viss brännarstorlek är högre än för en rekuperativ brännare.

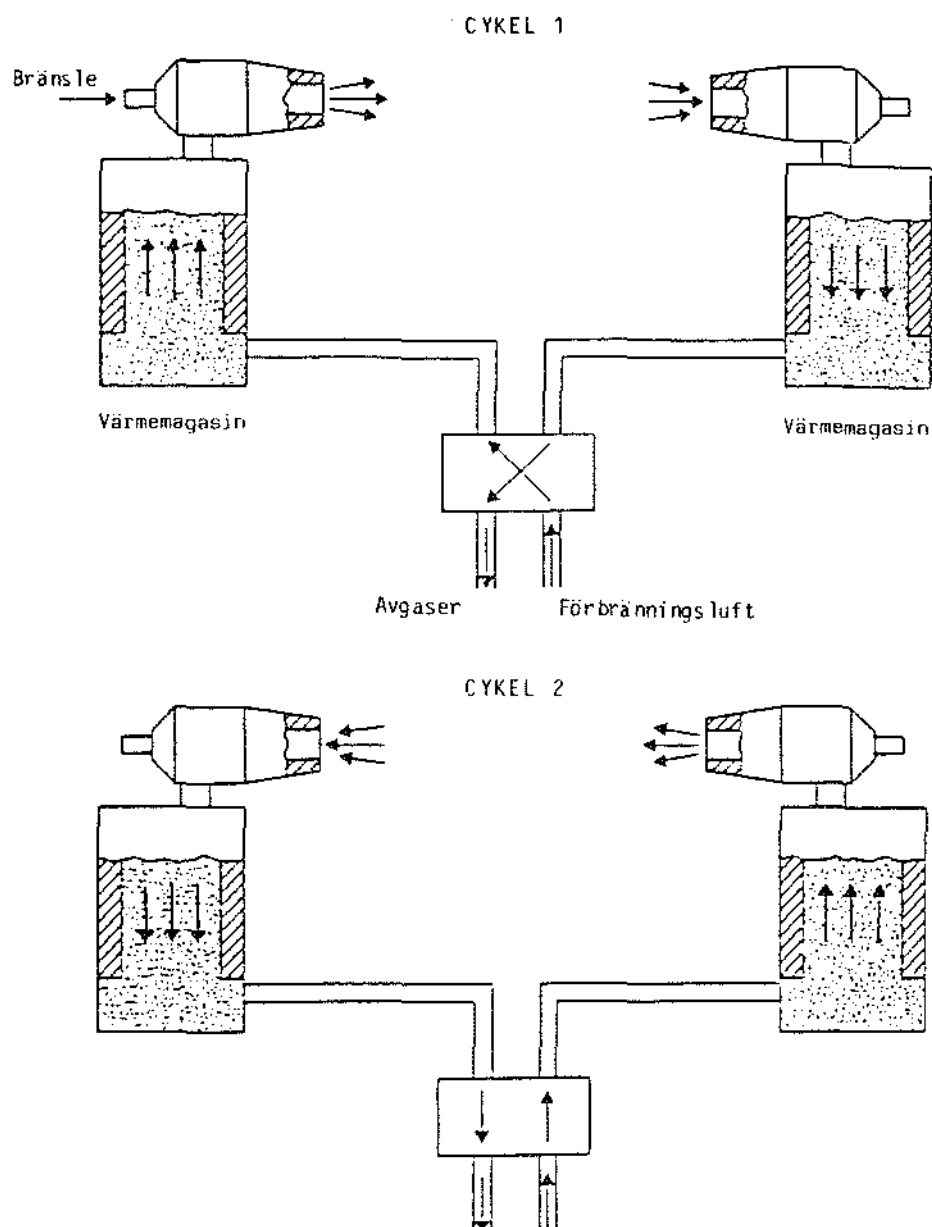


Bild 5.8 Regenerativt brännarsystem

Referens: Alcan Enfield Alloys Ltd, Bradford,
 England (Al-smältugn)
 Aluminium Corp Ltd, Dolgarrong, Wales
 (Al-smältugn)
 British Steel, Llanwern, England
 (Värmebehandlingsugn)

Leverantör: Scand Heat, Västra Frölunda
 (Hot Work o. Stordy)
 UTAB, Västerås

6 TEKNISKA TILLÄMPNINGAR I PROCESSEN

(Produkt- och leverantörsförteckning se bilaga 7)

Att göra en entydig genomgång av gjuteriprocessen är svår då smältsätt, gjutmetoder och efterbehandling varierar stort i järn, stål och metallgjuterierna och mellan olika företag.

Processen har här grovt indelats i:

Smältning - Varmhållning

Formning - Kärntillverkning

Efterbehandling

För varje processteg ges exempel på möjligheter att använda naturgas. Processteget smältning behandlas ingående då den stora potentialen finns där.

6.1 Chargetorkning/förvärmning (Se även 6.3.1)

Torkning av skrot vid elugnar sker då man bedömer skrotet innehålla fukt, is eller snö. Explosionsrisken elimineras vanligen genom att förvara skrotet i uppvärmt utrymme några dagar innan chagering. Några gjuterier använder någon form av spillvärme t ex avgaserna från ugnen. Bränsleeldade och elbaserade system förekommer också.

En konvertering till naturgas kan ske relativt lätt där man använder bränslebaserade system.

Referens: Ovako Steel Arvika Gjuteri AB, Arvika
C-Rör, Oxelösund

Leverantör: ABB, Stockholm
Gerhard Svane AB, Enskede

Chargeförvärmning används i mycket begränsad omfattning i svenska gjuterier. Med stigande elpriser relativt bränslepriserna har dock systemen en framtid. Internationellt är systemen betydligt vanligare.

Fördelar med ett förvärmningssystem är:

- Säkra, torra charger
- Ökad smältkapacitet
- Renare charge till elugnen
- Lägre kostnad per ton smälta (vid rätt naturgaspris)

En rad olika förvärmningssystem finns på marknaden. Bild 6.1 visar ett system för satsvis chagering.

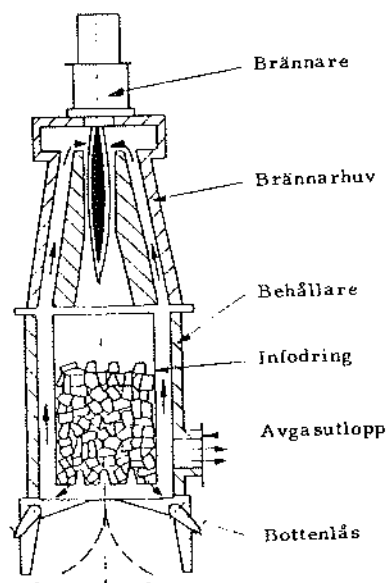


Bild 6.1 Förvärmning i behållare för
satsvis charging

Referens: General Motors Central Foundry.
Defiance, Oh, USA
Ford Motor, Windsor, Ont, Kanada
Stelrad Group Ltd, Hull, England

Leverantör: ABB, Stockholm
Gerhard Svane AB, Enskede

6.2 Skänktorkning/Skänkförvärmning

För torkning och värmning av skänkar dominerar de bränslebaserade systemen, främst gasol. Enstaka gjuterier arbetar med el. I övrigt förekommer olja, ved och varm smälta som tappas tillbaka i ugnen efter det att skänken är uppvärmd. Normalt uppvisar de bränslebaserade systemen betydligt lägre verkningsgrad än de elbaserade systemen. Med rekuperativa brännare kan dock verkningsgraden höjas, bild 6.2. De elbaserade systemen är begränsade i flexibilitet och relativt dyra och därför mycket ovanliga. Konvertering till naturgas kan här ske relativt enkelt och i stort sett på alla gjuterier.

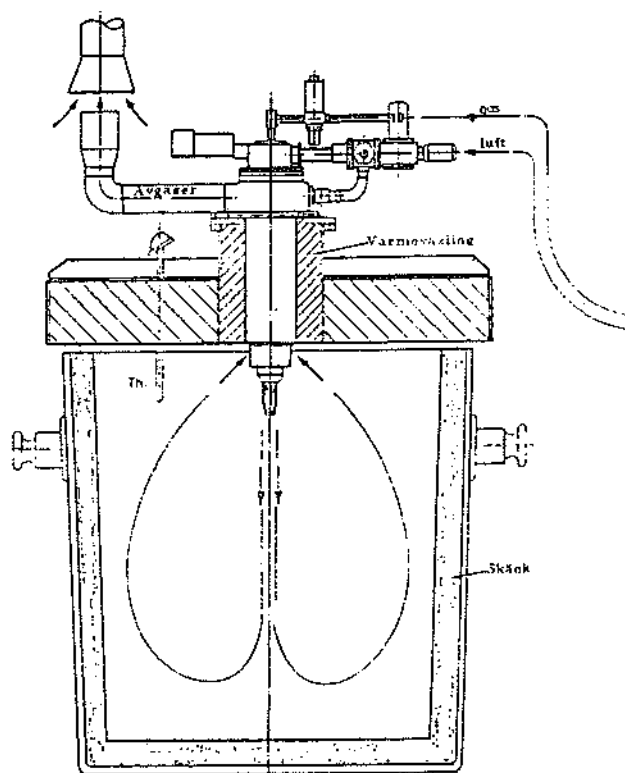


Bild 6.2 Rekuperativ brännare för skänkvärmning och smältning.

Dessa brännare utnyttjar avgasvärmnet till förvärmning av förbränningsluften. Brännaren är enkelt anpassningsbar för skänkvärmning. Energibesparingspotentialen för denna typ av brännare är mycket stor. Bränslebesparingar på 40 % kan uppvisas.

Referens: Kohlsua Gjuteri AB, Kolsva

Leverantör: Industriugnar LRS AB, Saltsjö Duvnäs
Industri-Teknik Bengt Frid AB, Brösarp

6.3 Smältning/Varmhållning/Avgjutning

I svenska järngjuterier dominerar antalsmässigt induktionsugnar för smältning. Hög verkningsgrad och god flexibilitet är två viktiga fördelar. Kupolugnar står fortfarande tonnagemässigt för en betydande del av järngjutgodset. Våra bilgjuterier Volvo och Saab smälter stora delar av sitt bilgjutgods i kupolugnar. För större tonnage i samma gjutjärns kvalitet har kupolugnar visat sig ha fördelar.

Varmhållnings- och avgjutningsugnar har blivit allt vanligare vid järngjuterierna. Här finns dock bara elbaserade ugnar. För de gjuterier som dag kör kupolugnar kan den kokslösa kupolugnen vara ett alternativ i framtiden. Ugnen måste dock utvecklas vidare och driftskostnader sänkas.

Den roterande ugnen kan möjligen komma till användning vid några mindre gjuterier, på grund av den relativt låga investeringskostnaden. För större gjuterier är ugnen mera tveksam.

Gjuterier som smälter i induktionsugnar kan använda oxy-fuel som tillsatsvärme.

I svenska stålgjuterier dominerar induktionsugnar. Ljusbågsugnar finns på 3 svenska stålgjuterier. Hög smälttemperatur och metallurgiska aspekter gör bränsleeldade ugnar olämpliga. Oxy-fuel som tillsatsvärme i induktions- eller ljusbågsugnar är en väletablerad teknik och kan förväntas få ökad användning i framtiden.

För metallegeringar (Al, Cu, Zn, Mg-legeringar) erbjuds idag ett flertal ugnstyper för smältning och varmhållning. Vanligast är elektriska motståndsgagnar men även induktions- och bränsleeldade ugnar förekommer. Konverteringen till naturgas kan ske relativt enkelt där man har olje- eller gaseldade ugnar. Goda möjligheter finns att effektivisera ugnen bl a genom

- Förbättring av ugnsisolering och brännarsystem
- Värmeåtervinning genom förvärmning av förbränningsluft (Rekuperativa och regenerativa brännare)
- Värmeåtervinning genom förvärmning av chargen med rökgaser.

Flera nya ugnskoncept bygger på dessa effektiviseringsåtgärder.

6.3.1 Induktionsugnar med oxy-fuelbrännare (se även 6.1)

En metod att öka smältkapaciteten hos induktionsugnar är utnyttjande av oxy-fuelbrännartekniken. Detta innebär att chargen ges ett energitillskott genom förbränning av bränsle med ren syrgas.

En oxy-fuelbrännare monteras vid ugnens topp. Under nedsmältningen riktas brännarlåga mot det chargerade materialet (bild 6.3).

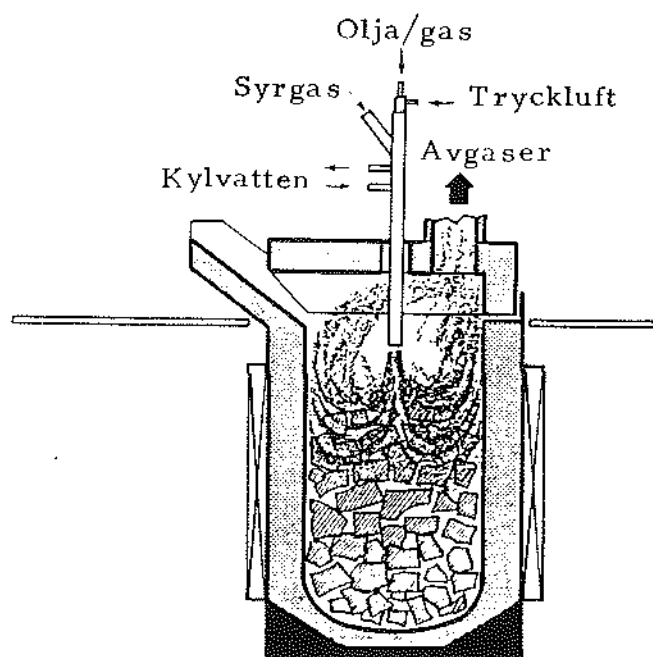


Bild 6.3 HF-ugn med OFB och lock för ljud-dämpning och minskade strålningsförluster

Prov vid ett svenskt gjuteri visar att smältkapaciteten för aducerjärn ökar 32 % och för gråjärn 21 %. Då oxy-fuel enbart används för smältning bedöms sammanlagda energiförbrukningen el + oxy-fuel vara 15 % lägre än utgångsläget och då även förvärmningseffekten medtas blir totala energiförbrukningen approximativt samma. Miljö-nackdelar som buller och stoftemission bör beaktas.

Referens: Holbaeck Jernstøberi, Danmark

Leverantör: AGA AB, Lidingö

6.3.2 Kokslös kupolugn

Allmänt

Ugnstypen används framförallt i länder med billig gas och brist på bra koks t ex Iran, Mexico, Egypten och Östeuropa. Något exemplar finns också i England, Västtyskland och Kanada.

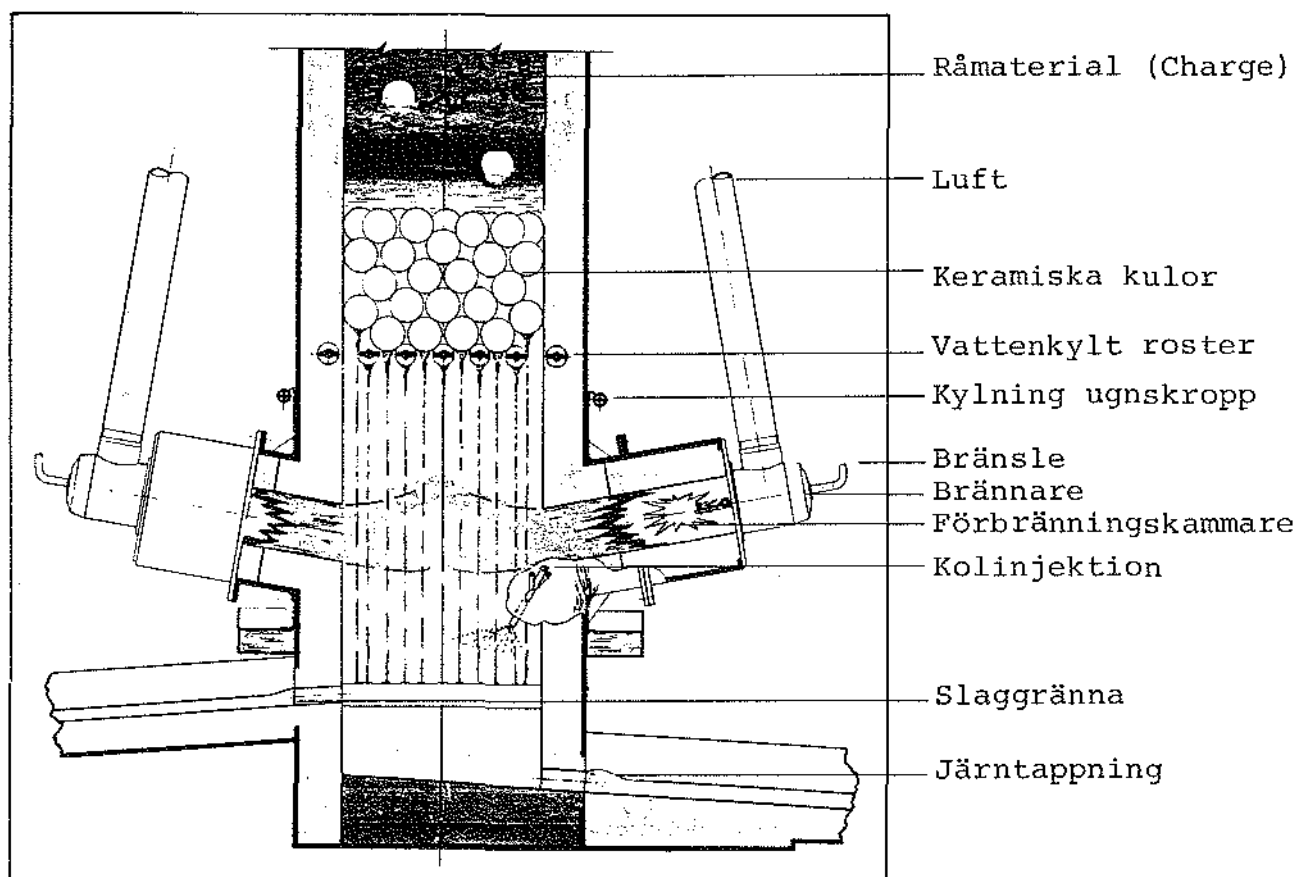


Bild 6.4 Kokslös kupolugn (Taft-ugnen)

Princip

Den kokslösa kupolugnen enligt Taft-konceptet skiljer sig från den konventionella kupolugnen genom att koks ersatts med ett lager keramiska kulor (diam. 125-150 mm). Kulorna fungerar som värmeväxlare och vilar på ett vattenkylt galler. Under gallret sitter ett antal brännare. Rök-gaserna stiger upp genom ugnsschaktet och värmer upp de keramiska kulorna och chargen. När järnet når smälttemperatur droppar det ner genom kulorna. Koltillsats sker i schaktet under brännarna. För de gjuterier som överhettar i elugn sker normalt koltillsatsen där. Princip se bild 6.4.

Gasförbrukningen uppges vara ca $85 \text{ Nm}^3/\text{ton}$ smält järn vid 1450°C . Vid duplexkörning (överhettning i elugn uppges gasförbrukningen till $60 \text{ Nm}^3/\text{ton}$ smält järn vid 1350°C)

Bland ugnens fördelar nämns:

- Segjärn kan tillverkas utan avsvavling
- Mindre frekvent reparation av infodring
- Slaggmängden lägre (något motstridiga uppgifter i litteraturen)
- Gjuteriet slipper kokshantering

Bland ugnens nackdelar nämns:

- Smältkapaciteten för samma ugnsstorlek ca 10-20 % lägre än för en konventionell kupolugn
- Temperaturflexibiliteten lägre 1450-1460°C max.
- Högt pris på keramiska kulor. Förbrukningen är ca 30 kg/ton smält järn. Kostnaden ca 5-6 kr/kg.
- Underhållsbehovet större (spec gasreglering, kolstoftdosering, brännare och vattenkyld roster).

Ugnen marknadsförs i Europa som 2000-talets kupolugn. Med fler anläggningar i Västeuropa kan möjligen ugnen få sitt genombrott.

Referens: Hayes Shell Cast Ltd, Stourbridge, England
VEB MAN Karl Marx, Krauschwitz, Östtyskland

Leverantör: Düker GmbH, Laufach, Västtyskland
KGT Giessereitechnik GmbH, Düsseldorf,
Västtyskland

I bilaga 2 ges en mer ingående analys av ugnen och ytterligare referenser.

6.3.3 Kupolugn med naturgasspets

I slutet av 60-talet och i början av 70-talet gjordes omfattande prov med tillsats av naturgas i kupolugnar.

En av de mer grundliga undersökningarna blev genomförd i Tyskland (33). Man fann att koksen kunde ersättas till 40 % med naturgas med bibehållen järntemperatur på 1480°C.

Smältkapaciteten ökade 25 % och stoftutsläppen minskade från 5,1 kg/ton till 2,65 kg/ton. I gengäld skedde en kraftig oxidation av charge-material motsvarande när man kör med låg kokstillsats.

När koksen ersattes till mer än 40 % föll järntemperaturen drastiskt.

Tekniken är dock något tveksam ekonomiskt sett. Alternativet att använda dubbla formrader med blästerluft - "divided blast" ger motsvarande besparing.

Förvärmning av förbränningsluften i en rekuperator som eldas med naturgas används av några gjuterier. Energiekonomiskt är det dock bättre att använda de heta avgaserna för att förvärma förbränningsluften.

Referens: Fiat, Cresentino, Italien

6.3.4 Roterande ugn

Den roterande ugnen har tidigare använts på ett antal svenska gjuterier, bild 6.5. Den enda kvarvarande ugnen på ett svenskt gjuteri finns på Söderköpings Gjuteri & Mek AB. Internationellt är ugnen relativt vanlig. Ugnstypen har utvecklats vidare under 70- och 80-talet. Ugnen används både som smält- och varmhållningsugn för järn- och metallegeringar.

Det som talar för ugnen är:

- Låg investeringskostnad
- Lägre emissionsnivå än från kupolugn

Det som talar mot ugnen är:

- Låg verkningsgrad
- Hög bullernivå

Möjligheten finns dock att effektivisera ugnen med oxy-fuelbrännare. Jämfört med konventionell roterande ugn uppges man få:

- Bränslebesparing
- Minskning av smälttid
- Minskning av oxidation (kol och kiselförluster)
- Högre temperaturer
- Minskning av ljudnivå

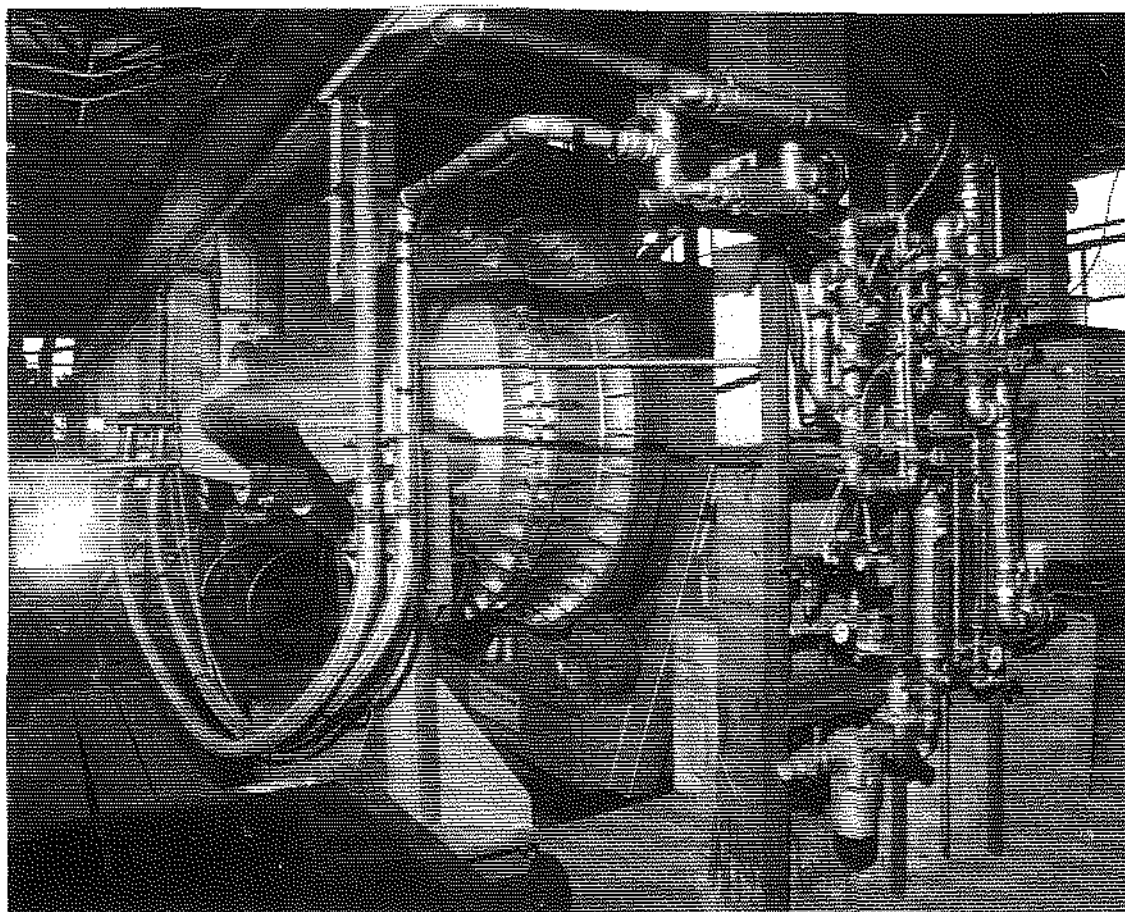


Bild 6.5 Roterande ugn med oxy-fuelbrännare

Referens: Osterwalder AG, Lyss, Schweiz
Söderköping Gjuteri & Mek., Söderköping

Leverantör: Sogemi, Italien
Striko, Västtyskland
Fulmina, Västtyskland

6.3.5 Ljusbågsugn med oxy-fuelbrännare

Oxy-fuelbrännare används på ljusbågsugnar av samma skäl som för induktionsugnar, bild 6.6., dvs

- öka smältkapaciteten
- minska effektuttaget under strömbegränsningsperioder

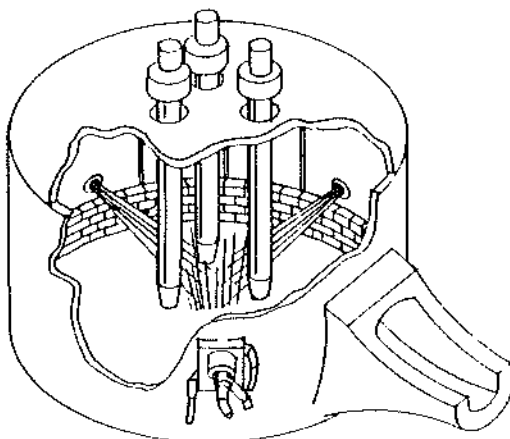


Bild 6.6 Ljusbågsugn med oxy-fuelbrännare

Referens: AB Ljungby Stålgjuteri, Ljungby

Leverantör: AGA AB, Lidingö
Thermecon Inc, USA

6.3.6 Förvärmning av konverter

Med konverter kan stålgjuterierna få en renare smälta och på så sätt tillverka högkvalitativa stålqualiteter.

Ingen av de svenska stålgjuterierna har ännu investerat i konverter.

Naturgas kan användas till förvärmning av konverter, bild 6.7.

Förvärmning med gasbrännare förekommer även vid ränna från avgjutningsugnar och kupolugnar.

Referens: Lokomo Stålgjuteri, Tammerfors

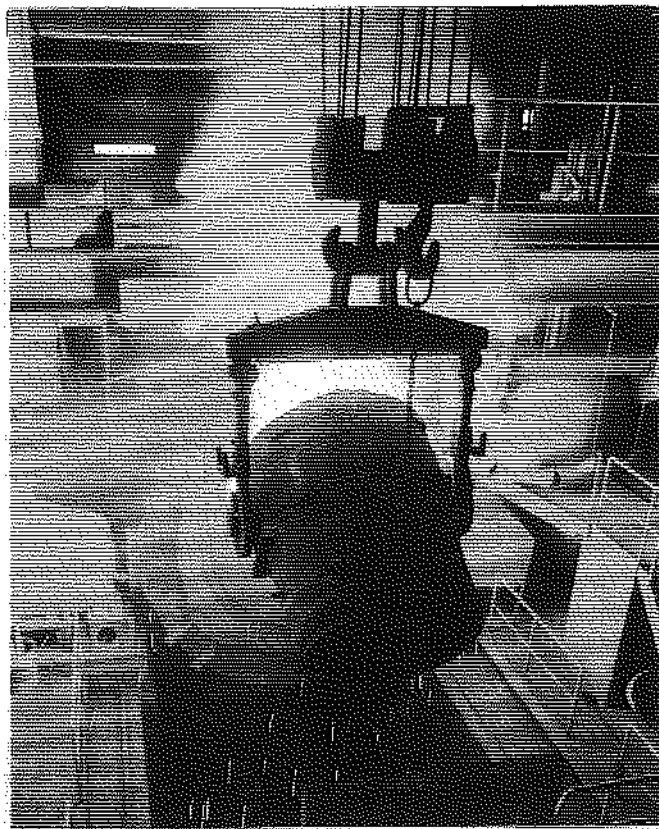


Bild 6.7 Överföring av smälta i konverter

6.3.7 Bränsleeldad smält- och varmhållningsugn för metall

Bränsleeldade ugnar för smältning och varmhållning av metall är byggda för direkt alternativt indirekt eldning.

Konvertering till naturgas kan ske relativt enkelt. En konverteringsstudie bör dock utföras för varje objekt. Förändringar av energitillförsel kommer att påverka värmeöverföringen i ugnen. Vid konvertering av direkteldade ugnar från olja till naturgas kan man förutse en minskning av flamstrålningen och en ökning av gasstrålningen. Hur detta påverkar totalbilden beror på ugnskonstruktionen. Goda möjligheter finns att förbättra den konvektiva värmeöverföringen och temperaturjämnheten i ugnen genom att använda höghastighetsbrännare. Dessutom kan processfördelar uppnås vilket ökar kvaliteten och minskar kassationen. Det rena bränslet gör även att underhållskostnaden minskar i de flesta fallen.

Vid en konverteringsstudie bör man ha som målsättning att minska energiförbrukningen. Åtgärder enligt nedan bör övervägas:

- Ugnsisolering
- Ugnsbeläggning för ökad värmeöverföring
- Optimera brännarregleringen
- Förvärmning av förbränningsluften (rekuperativa eller regenerativa brännare)
- Avgaspanna för lokaluppvärmning

Flera nya ugnskoncept bygger på ovan nämnda effektiviseringsåtgärder. Ett koncept som är väl etablerat i Europa för större aluminiumgjuterier är Strikos flamugn som utnyttjar de heta avgaserna för att förvärma chargen, bild 6.8.

Vilket ugnskoncept som är ekonomiskt optimalt styrs självklart av varje gjuteris specifika förhållanden. Man bör även observera att effektiviseringsåtgärder som rekuperator m m ökar investerings- och underhållskostnader. I kap 4 ges principen för olika brännartyper.

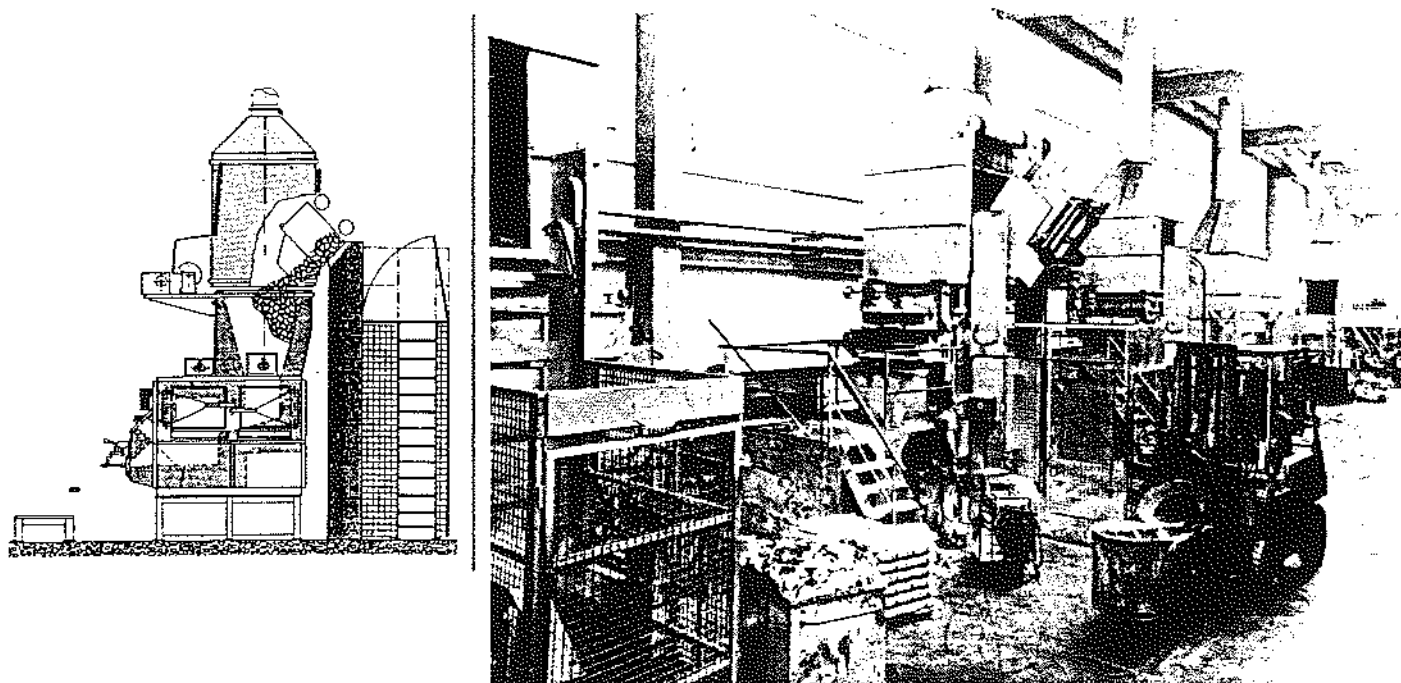


Bild 6.8 Flamugn från Striko

Referens: Ford Motor CO Ltd, Belfast (Strikougn)
 Hemefa, Höganäs (konv gaseldad ugn)
 Stilexo, Skillingaryd (Strikougn)

Leverantör: Bühler Miag, Malmö (Strikougn)
 G & L Beijer Industri AB, Malmö

6.4 Form- och kärntillverkning

Vid sandgjutning används flera olika typer av formmaterial. De vanligaste framgår av bild 6.9.

Värmetillförsel krävs i vissa processer. Bland annat vid tillverkning i skalsand (bild 6.10) och varmlådeförfarandet. Blacktorkning och vissa andra torkprocesser kräver också värmetillförsel. Tendensen är dock den att man går från varma till kalla metoder för att uppnå produktivitets- och energifördelar.

Förutom sandgjutning förekommer gjutning i keramisk form då speciella krav ställs på dimensionsnoggrannhet och ytfinhet.

Gjutning i permanent form används framför allt på metallsidan.

Aktuella energimedier vid form- och kärntillverkning är gasol, olja och el.

Benämning	Bindemedel	Används i huvudsak för	Anmärkning
Råsand	Lera, vanligen bentonit	Formar	Används helt otorkad eller yttorkad
Torrsand	Lera	Formar Kärnor	Torkas i ugn
Cementsand	Cement	Formar Kärnor	
Furansand	Furan, fenol, karbamid, eller blandning härav	Formar Kärnor	Härdning med fosforsyra eller sulfonsyra
Vattenglasbunden sand	Vattenglas	Formar Kärnor	Härdning med CO ₂ eller estertillsats
Skalsand	Fenolharts	Formar Kärnor	Kräver uppvärmda modeller och gasol kärnlådor
Vakuumformningsförfarandet	Inget bindemedel används. Sanden "binds" genom inpackning under vakuum i plastfolie	Formar	Metoden används av 3 gjuterier
Varmlådeförfarandet	Furan- eller fenolharts	Kärnor	Uppvärmad kärnlåda startar en exotermisk härdningsreaktion gasol
Cold box-förfarandet	Fenolharts och isocyanat	Kärnor	En katalysator i dimform blåses genom kärnlådan och startar härdningen
Oljesand	Torkande olja s k kärnolja	Kärnor	Torkning (bakning vid 200-300°C)
Esterhärdande fenolharts t ex α-set, β-set	Alkaliskt fenolharts	Formar Kärnor	Härdare tillsätts i dimform eller vätskeform

Bild 6.9 Form- och kärnmaterial vid gjutning i sandformar

Naturgas kan relativt enkelt komma in där man redan har bränslebaserade processer t ex vid skalformning, torkning av formar och kärnor, blacktorkning m m. Man bör dock vara observant på att naturgas har lägre energitäthet än gasol och olja. Möjligheter finns att effektivisera processen vid övergång till naturgas, t ex genom isolering, brännarbyte m m.

6.4.1 Skalformning

Tillverkning av formar och kärnor i skalsand sker idag med gas eller elvärmda maskiner. Gas har visat sig ha fördelar. Energitätheten gör maskinerna snabba. Principen för skalformning är schematisk: Brättet med påmonterade modeller värms med gas till ca 300°C. När hartsklädd sand faller över metallen smälter hartsen och binder sanden. För att ge skalet ökad styrka härdas detta därefter med en strålningsugn placerad över skalet. Skalet trycks därefter loss från brättet.

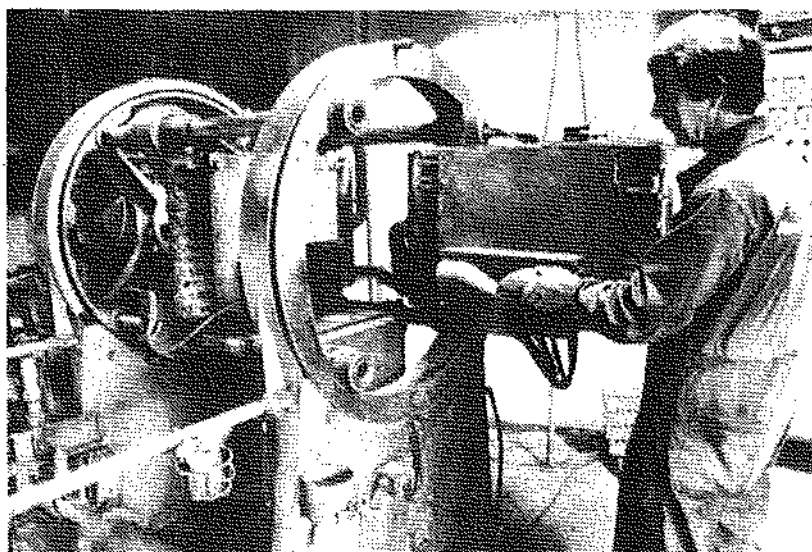


Bild 6.10 Tillverkning av skalkärnor i gasdriven kärnmaskin

Referens: Kohlsua Seriestål AB, Kolsva

Leverans: Maskin AB Karlebo, Kista

6.4.2 Kärntillverkning i oljesand

Oljesandskärnor tillverkas fortfarande på ett antal gjuterier. Metoden minskar dock i betydelse. Både el- och bränslebaserade torkugnar förekommer.

Principen för kärntillverkning i oljesand är schematisk: sand med 2 % kärnolja och 2-3 % kärnmjöl och vatten rammats till en kärna i en kärnlåda. Kärnan tas ut i ohärdat tillstånd. Härdning/torkning sker i ugn vid ca 200°C i 4 timmar.

Referens: Perfecta, Arvika

Leverantör: G & L Beijer Industri AB, Malmö
Maskin AB Karlebo, Kista

6.4.3 Varmlådeförfarandet

Vid varmlådeförfarandet värms kärnlådan med en gaslåga. Den uppvärmda kärnlådan startar en exotermisk härdningsaktion. Metoden används i begränsad omfattning.

Referens: Saab-Scania AB, Södertälje
Volvo Komponenter AB, Skövde

Leverantör: Maskin AB Karlebo, Kista
G & L Beijer Industri AB, Malmö

6.4.4 Explosionsformning

+GF+s explosionsformmaskin baseras på att en naturgas-luftblandning antänds ovanför formflaskan. Den stötvåg som uppstår vid explosionen ger upphov till tätpackning av formmassan. I bild 6.11 visas formmaskinens arbetsprincip. Idag är det dock vanligare att använda tryckluft för att åstadkomma stötvågen.

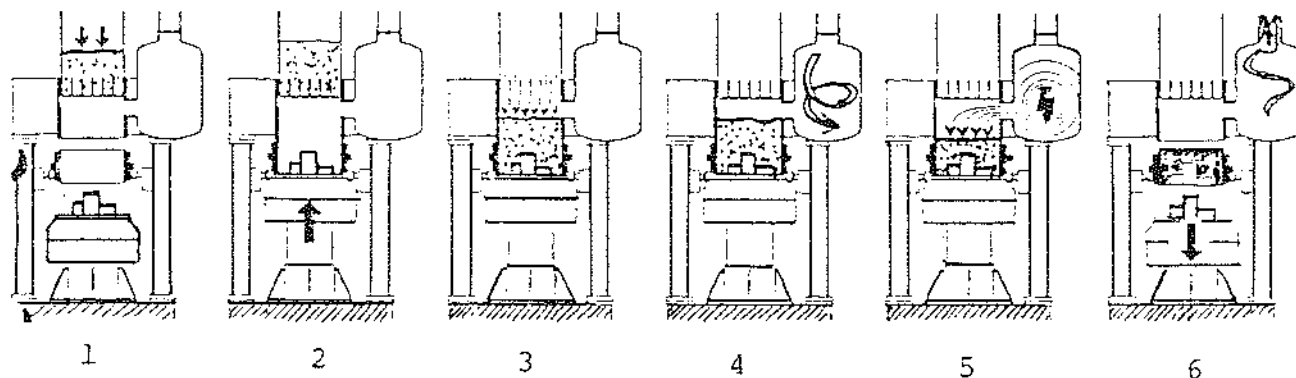


Bild 6.11 Arbetsoperationer som utförs av +GF+s explosionsformmaskin. Enligt bilden är:

- 1 Formningscykeln påbörjas
- 2 Modellbrätt och flaska lyfts upp
- 3 Påfyllning av formmassa
- 4 Formmassapåfyllningsanordningen stängs. Naturgas leds in i explosionskammaren
- 5 Gas-luftblandningen antänds
- 6 Modellbrättet dras från formen. Avgaser avlägsnas. Formningscykeln avslutas.

Referens: Älmhults Bruk AB, Älmhult

Leverans: Maskin AB Karlebo, Kista

6.4.5 Blacktorkning

Blackning av kärnor och formar sker för att undvika fastbränning av sand på godset.

Torkningen av blacket sker idag med el- (mikrovågs-) och gaseldade ugnar.

Naturgas kan relativt enkelt komma in på gjuterier som har bränsleeldade torkugnar

6.4.6 Förvärmning av sand

Vid tillverkning av kemiskt bundna massor kan det ibland vara nödvändigt att förvärma sanden. Det sker oftast hos sandleverantörer men det kan även förekomma hos gjuteriet

6.4.7 Torkning av formar

Yttorkning eller skinntorkning förekommer framförallt på råsandensformer i stålgyuterier för att undvika väteupptagning i smältan med blåsor i godset som följd. El- eller gasdriven IR-värmare är vanligast förekommande.

Även värmning av ihopslagna formar med varmluft förekommer.

Referens: AB Ljungby Stålgjuteri, Ljungby
Guldsmedhytte Bruk AB, Storå

6.4.8 Återvinning av kemiskt bundna massor

Termisk-mekanisk återvinning av kemiskt bundna massor ökar i omfattning på grund av ökande deponeringskostnader och hårdare miljökrav.

Återvinningen sker genom att ytskiktet av sanden värms med gas därefter sker en mekanisk skrubbing av sanden. (Flera olika system och principer finns)

Referens: SUNCAB, Lidköping

Leverantör: G & L Beijer Industri AB, Malmö

6.4.9 Värmning av permanenta formar vid kokill- och pressgjutning

För att minska den termiska utmattningen och minska kassationen värms formverktyget till arbetstemperatur innan det första skottet.

Gas eller elvärme förekommer. Trenden är dock att fler och fler gjuterier installerar elbaserade kyl/värmeaggregat.

6.5 Efterbehandling och värmebehandling

Med efterbehandling förstås här all hantering som sker efter urslagningen eller urplockningen ur formen. Den mest energikrävande processen här är värmebehandling. Värmebehandling förekommer framförallt på stållegeringarna. Aducerjärn värmebehandlas fram ur vitjärn. På segjärn har värmebehandlingen minskat kraftigt de senaste åren och idag tillverkas den dominerande delen "as cast". Vissa gråjärnsdetaljer typ motorblock avspänningsglödgas. För metallegeringar är det framförallt sand- och kokillgjuten aluminium som värmebehandlas.

Värmebehandlingsugnarna är olje-, gasol- eller elektriskt uppvärmda. Konverteringen till el har varit relativt stor.

På stålgjutgoods används skärning med gas i stor omfattning. Här kan naturgasen ersätta acetylen.

Vid konvertering till naturgas finns möjlighet att samtidigt effektivisera processerna genom

- Isolering
- Brännarbyte (rekuperativa alt regenerativa)
- Förbättra rutinerna
- Optimera värmebehandlingstiderna
- Ytbeläggning av ugnskroppen (ökar värmeöverföring)

6.5.1 Skärning med gas

Gasskärning förekommer framförallt på stål- och segjärnsgjutgoods. Här kan naturgas ersätta acetylen, bild 6.12.

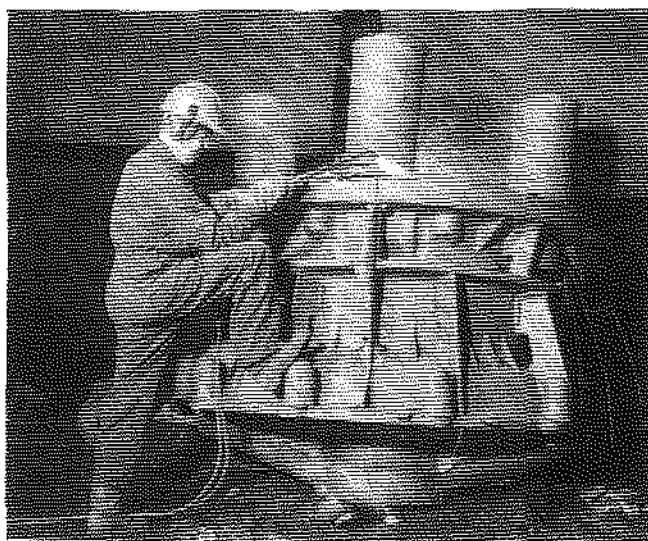


Bild 6.12 Gasskärning av matare på stålgjutgoods

Referens: Ahlström Oy, Kotka, Finland
Lokomo, Tammerfors, Finland

6.5.2 Värmebehandling

Värmebehandlingsugnarna i gjuterier är el, gas eller oljebaserade.

Bränsleeldade ugnar kan konverteras till naturgas. Det ekonomiska incitamentet för att göra en konvertering från el till gas är dock litet med de energipriser som råder idag.

En mycket noggrann analys av varje ugn bör göras innan konvertering företas. Rekuperativa och regenerativa brännare används på flera värmebehandlingsugnar. Valet mellan kallluftsbrännare, rekuperativa och regenerativa brännare styrs av ekonomiska överväganden.

Vid Lokomo Stålgjuteri i Tammerfors, Finland, har man erfarenhet av både bränsle- och elbaserade värmebehandlingsugnar (bild 6.12). Deras värdering av olika egenskaper gav elugnen första plats tätt följd av den naturgaseldade, se tabell 6.1.

Tabell 6.1 Bedömning av olika värmebehandlingsugnar vid Lokomo Stålgjuteri, Finland

Egenskap	El	Naturgas	Gasol	Olja
Energikostnader	xx	xxx	x	x
Uppvärmning	xx	xxx	xxx	xxx
Temperaturens jämnhet	x	xx	xx	xx
Styrbarhet	xxx	xx	xx	xx
Övervakningsbehov	xxx	xx	x	x
Underhållsbehov	xxx	xx	xx	x
Investeringskostnad	xx	xx	xx	xxx
Ytreaktioner	xxx	xx	xx	x
Miljöinverkan	xxx	xx	x	x
Temperaturområde	x	xxx	xxx	xxx
Fodringarnas hållbarhet	xxx	xx	xx	x
Summa	26 p.	25 p.	21 p.	19 p.

Elugnens viktigaste fördelar är god styrbarhet och ringa övervaknings- och underhållsbehov. Den svagaste punkterna ligger i värmeöverförseln.

Naturgasugnarna kommer i jämförelsen på andra plats. Deras största fördelar ligger i små energikostnader med nuvarande priser (OBS! finska) samt på hög uppvärmningshastighet och stort temperaturområde.

Gasolugnarna kommer på tredje plats i denna jämförelse. Naturgasen vinner över gasol i energikostnader och övervakningsbehovet.

Oljeugnarna får den sista platsen i denna jämförelse. Olja förlorar mot gaser i underhållsbehov, ytreaktioner, miljöpåverkan och fodringarnas hållbarhet.

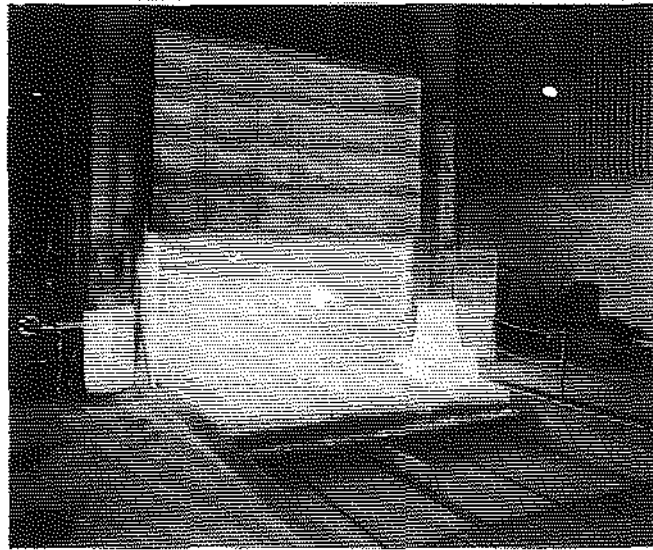


Bild 6.13 Värmebehandling av stål gjutgods

Referens: Kohlswa Gjuteri AB, Kolsva

Leverantör: Ugngruppen UTAB, Västerås
Industriugnar LRS, Saltsjö Duvnäs

6.5.3 Torkning av målat gjutgods

Målning med efterföljande torkning i ugn förekommer på en rad gjuterier. Ugnarna är ofta elbaserade (motståndselement och IR-värmare). Gasoleldade ugnar förekommer i begränsad omfattning. Naturgas kan lätt komma in där man har gaseldade ugnar.

7 LOKALUPPVÄRMNING

Idag förekommer olja, el, gasol, fastbränsle, fjärrvärme och spillvärme eller en mix av dessa som uppvärmningsenergi i svenska gjuterier.

Hetvattenpannor, varmluftspannor, elpannor, el- eller gasoldrivna aerotemperar, el- eller gasoldrivna infravärmare, värmeåtervinning med värmeväxlare eller värmepump är aktuella energiomvandlare i gjuterier.

7.1 Konvertering till naturgas

Konverteringen till naturgas kan se relativt enkelt ut för de gjuterier som har hetvattenpanna, varmluftspanna och gasoldriven infravärmare eller aerotemperar.

Vid konvertering av en oljeeldad hetvattenpanna måste en bedömning göras om det lönar sig att endast byta brännare eller om ett byte till en ny gaspanna är totalekonomiskt sett bättre. Man bör även överväga att välja en kombination av olja och gas så man alltid kan köra det för dagen billigaste bränslet, bild 7.1.

Väljer man att behålla den befintliga pannan krävs viss genomgång av pannan. Förutom byte till naturgasbrännare krävs:

- Sotning
- Kontroll av beläggning på pannans vattensida
s k pannsten
- Kontroll av pannans täthet
- Sänkning av drifttemperatur
- Bedömning av risken för kondens i skorsten
- Justering av max- och mineffekt
- Kontroll av pannreglering (bl a dragreglering)

Se vidare bilaga 3.

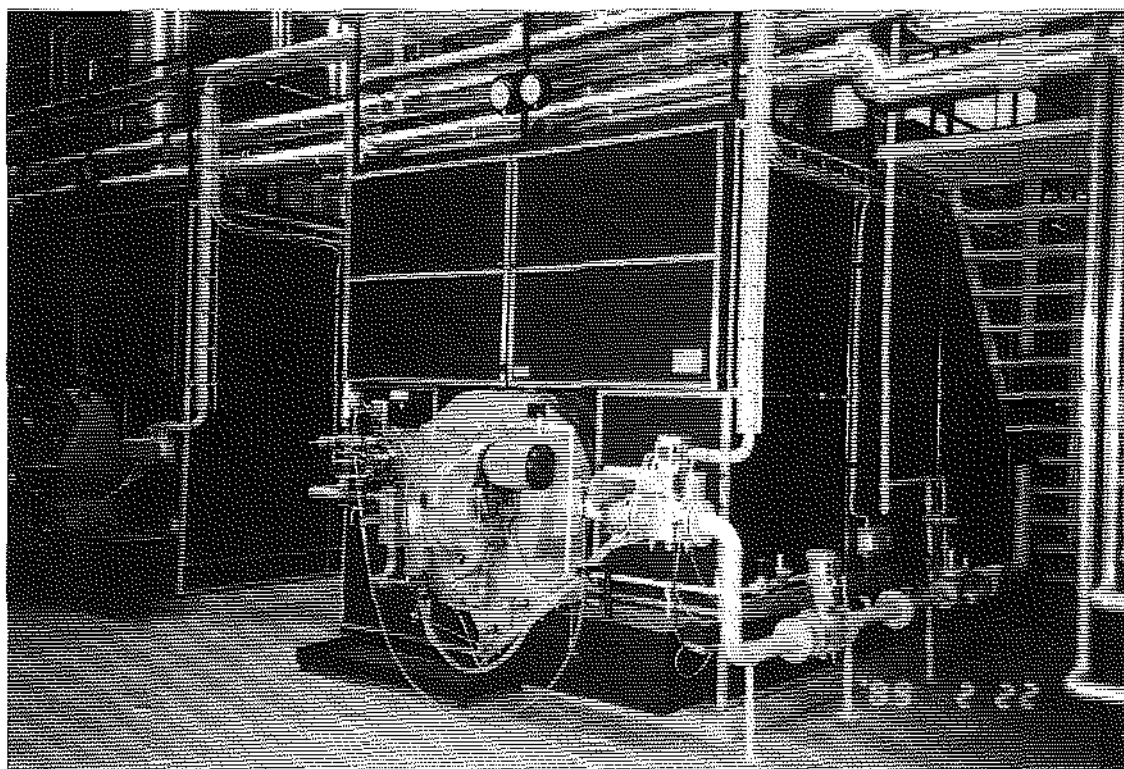


Bild 7.1 Hetvattenpanna vid ett gjuteri med naturgas och oljebrännare. Effekt 5,5 MW.

7.2 Decentraliserat gasdistributionssystem

Naturgasen ger en möjlighet att utforma värmesystemet med små lokala uppvärmningsanordningar utan ett stort vattenburet distributionsnät. Denna systemlösning har fördelen av små förluster och reglerbarhet, bild 7.2.

De lokala värmarna kan köras intermittent vid de tidpunkter då värmen behövs. Lagerlokaler och gjuteribyggnader kan stå helt ovärmda så länge ingen verksamhet pågår för att sedan snabbt värmas på de ytor där människor arbetar. Gasdistributionsnätet för uppvärmning kan med fördel integreras i distributionsnätet för processändamål under förutsättning att gasapparaternas krav på olika gstryck kan tillgodoses.

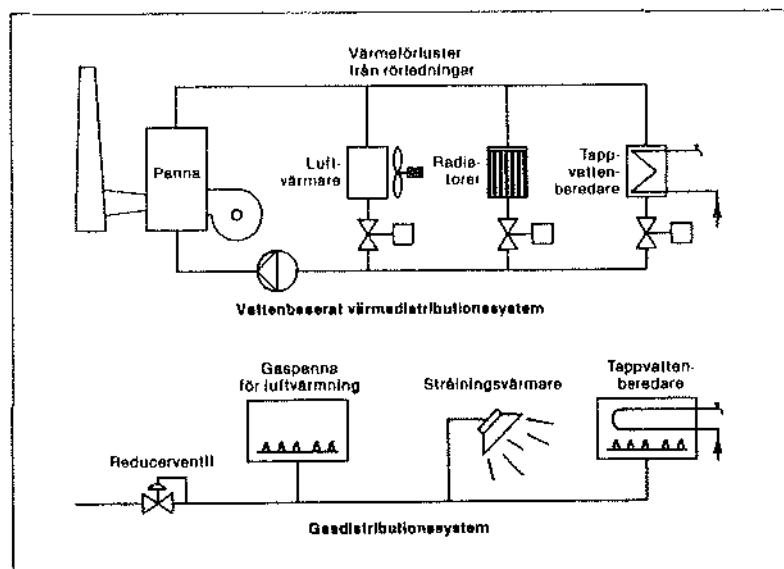


Bild 7.2 Principen för centraliserat vattenbaserat värmedistributionsystem och decentraliserat gasdistributionssystem

7.3 Hetvattenpanna

Hetvattenpannan har med modern teknik utvecklats till en mycket effektiv energiomvandlare, bild 7.3.

Genom utveckling av bl a flerstegsbrännare, modulerande brännare, spjäll- och dragreglering, tättslutande trottelventiler m m samt optimerade strömbilder inuti pannan och effektiv isolering utanpå, har mycket höga verkningsgrader uppnåtts.

Vid konvertering av en oljeeldad panna till naturgas blir rökgasnedkylningen sämre på grund av den lägre strålningsintensiteten hos naturgasflamman. Vid naturgaseldning kan man dock tillåta betydligt lägre avgastemperatur utan att råka ut för korrosionsproblem. En temperatursänkning på ca 25°C ger en förbättring av pannverkningsgraden med 1 %. Genom att sänka framledningstemperaturen och/eller installera rökgaskylare kan rökgastemperaturen sänkas.

Vid en konvertering bör panntillverkaren kontaktas för genomgång av olika besparingsåtgärder. Se även bilaga

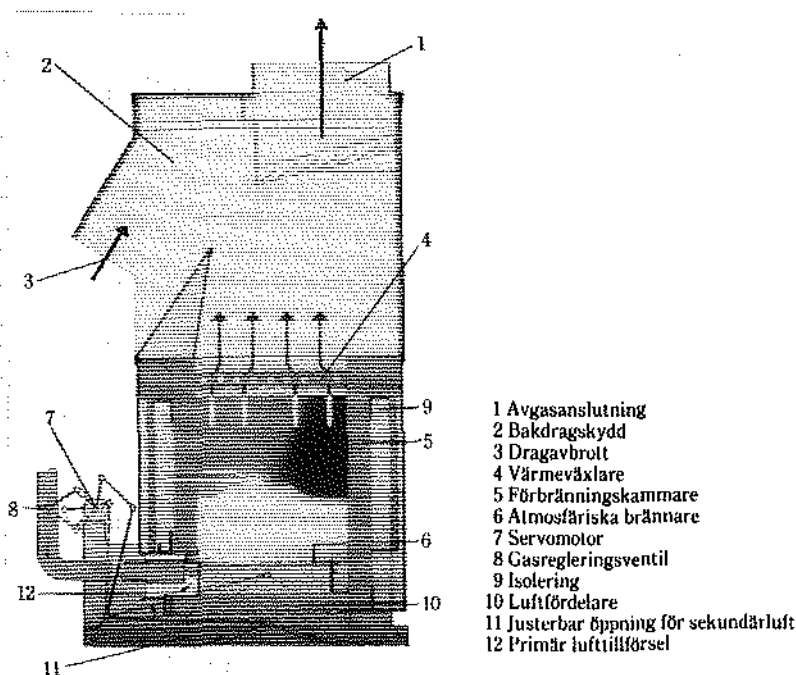


Bild 7.3 Modern hetvattenpanna

Referens: Saab-Scania AB, Sibbhult

Leverantör: Osby Parca, Norrahammar

7.4 Varmluftspanna

Varmluftspannor är mycket vanliga inom svenska gjuterier. De äldsta exemplaren installerades under 60-talet. Dessa har oftast oförsvarligt låg verkningsgrad, ca 20-30 %.

Installationerna varierar från enkla punktinblås till avancerade distributionssystem med luftkanaler.

Dagens varmluftspannor kan med rätt sorts tillbehör såsom termostater, automatiska spjäll, moderna brännare samt tidur, nå verkningsgrader upp mot 90 %.

Detta gör varmluftspannan till en billig, enkel och prisvärd värmeproducent i förhållande till den värmeeffekt som erhålls.

7.5 Strålningsvärme (IR-strålare)

IR-strålning utgörs av elektromagnetiska vågor inom det infraröda området, bild 7.4. Värmeöverföringen sker när vågorna träffar människor och föremål.

Gaseldade IR-strålare för industriella processer och lokaluppvärmning ligger i våglängdsområdet 1 till 10 μm . De benämns mörk- eller glödstrålare.

Huvuddelarna i en mörkstrålare utgörs av brännare, strålningsrör, avgasfläkt och reflektor. Under transporten från brännaren till avgasfläkten avger avgaserna värme till strålningsröret. Reflektorn som är placerad ovanför röret, riktar strålningen mot de ytor som skall värmas. Yttemperaturen är i snitt ca 350°C. En glödstrålare består av ett poröst block, där gas/luftblandningen strömmar genom blocket för att förbrännas på blocket yta. För att motverka planlyft är ofta en metallduk placerad ca 10 mm framför plattans yta. Yttemperaturen är ca 900°C. Effekteregleringsmöjligheten förbättras om man istället för en ejektorbrännare använder en blandningsbrännare. Mycket goda regleringsmöjligheter fås i en strålare med keramiska fibrer. Gas och luft blandas i en separat blandningskammare för att under ett visst övertryck tillföras fördelningskammare.

Eftersom fiberplattan har liten massa fås korta uppvärmnings- och avsvålningstider, ca 3-4 sek, bild 7.5.

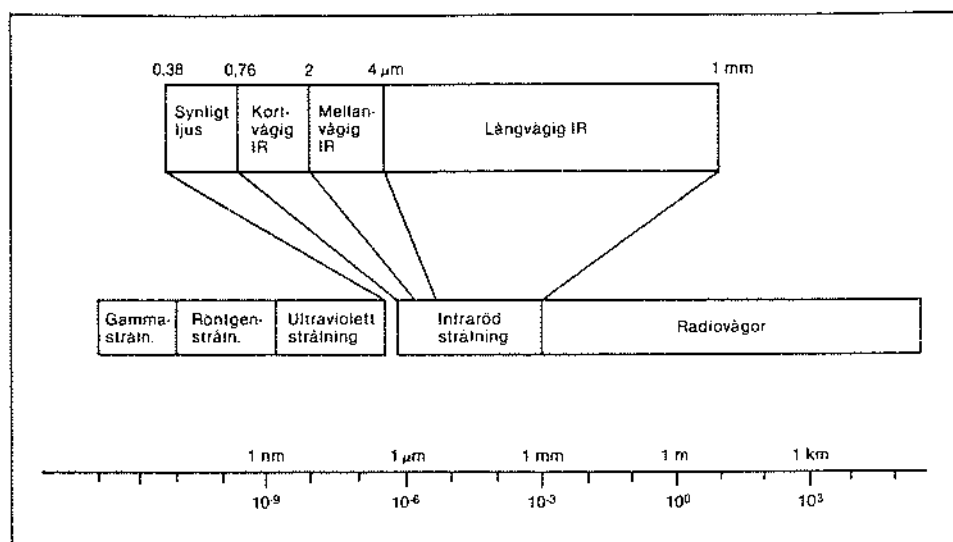


Bild 7.4 Elektromagnetiska spektrat

Energibesparingen med denna teknik ligger i att personer och objekt i ett rum kan värmas utan att rumsluften värms upp i motsvarande grad. Strålningsvärmens kan jämföras med konventionell belysning. Objekt i skugga från värmaren förblir kalla.

Metoden lämpar sig också mycket väl för punktuppvärmning i stora lokaler. Luft är en dålig absorber av temperaturstrålning, vilket gör att verkningsgraden blir 100 % vid lokaluppvärmning. Varje grad som innelufttemperaturen därigenom kan sänkas sparar ca 5 % av transmissionsförlusterna.

Installationen varierar mellan vägg- och takmontage.

Eftersom värmningstekniken innebär att bestrålade ytor uppvärms (dvs mycket golvareal) kommer tekniken att i viss mån likna golvvärme. Detta leder till en mycket liten temperaturgradient, dvs temperaturskillnad mellan golv och tak <0,5°C, vilket är positivt ur komfortsynpunkt.

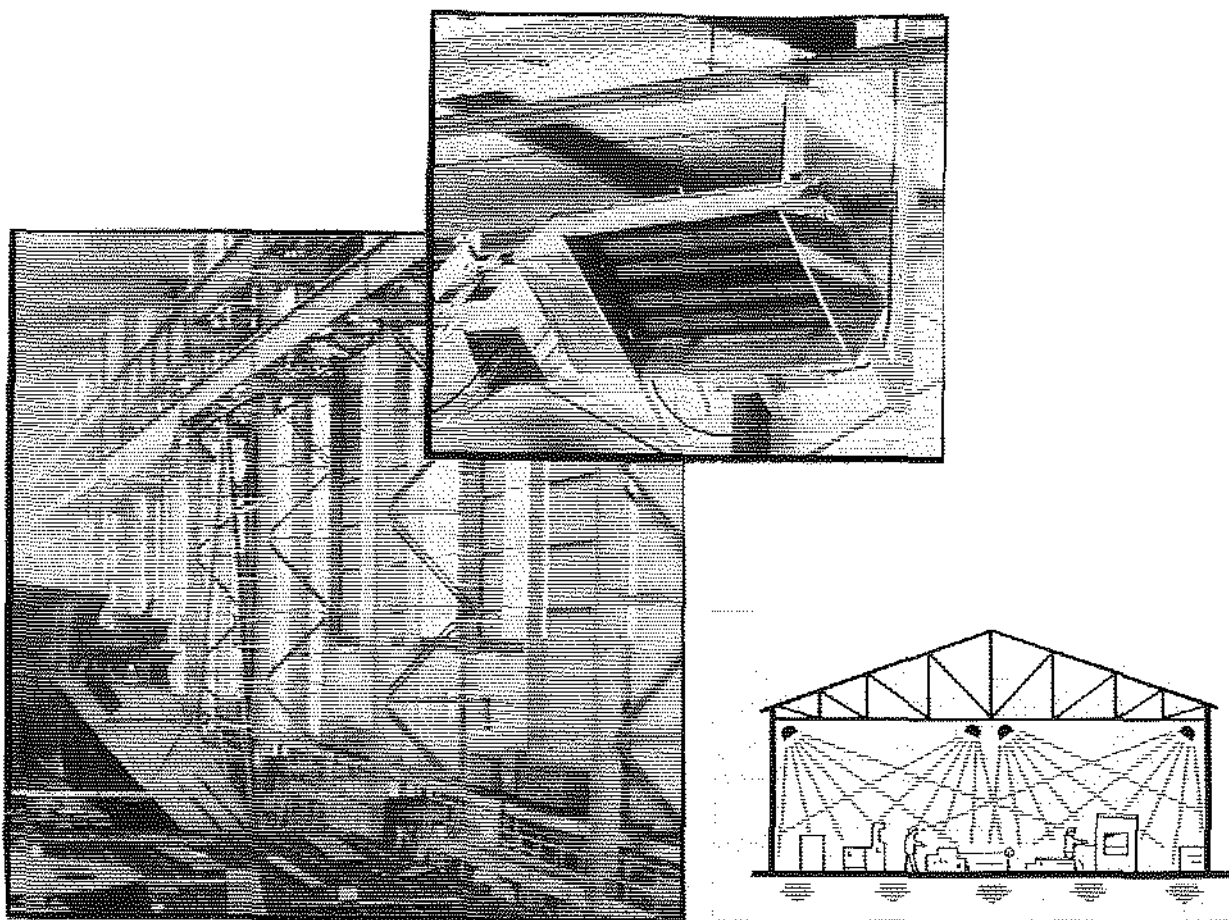


Bild 7.5 Uppvärmning vid strålningsvärmare. Den projicerade ytan från strålningsvärmarna skall täcka hela golvytan

Referens: Kohlsva Seriestål AB, Kolsva

Leverantör: IGF Energigas AB, Malmö

7.6 Aerotemperar

I stora hallar ombesörjs ofta uppvärmningen av aerotemperar. En vanlig lösning är att byggnaden är FT-ventilerad, dvs både frånluft och tilluft är mekaniskt ventilerad, med fasadhängda aerotemperar som tilluftsaggregat. Vanligtvis är de försedda med utelufts- och returluftsspjäll för att nattetid köras intermittent med 100 % returluft.

Gaseldade aerotemperar utförs oftast med en värmeväxlare för gas/luft. Förbränningsrummet är då antingen öppet eller slutet. Avgaserna avleds via skorsten eller en avgasterminal. Det finns dock utföranden där avgaserna leds ut i rummet, bild 7.6.

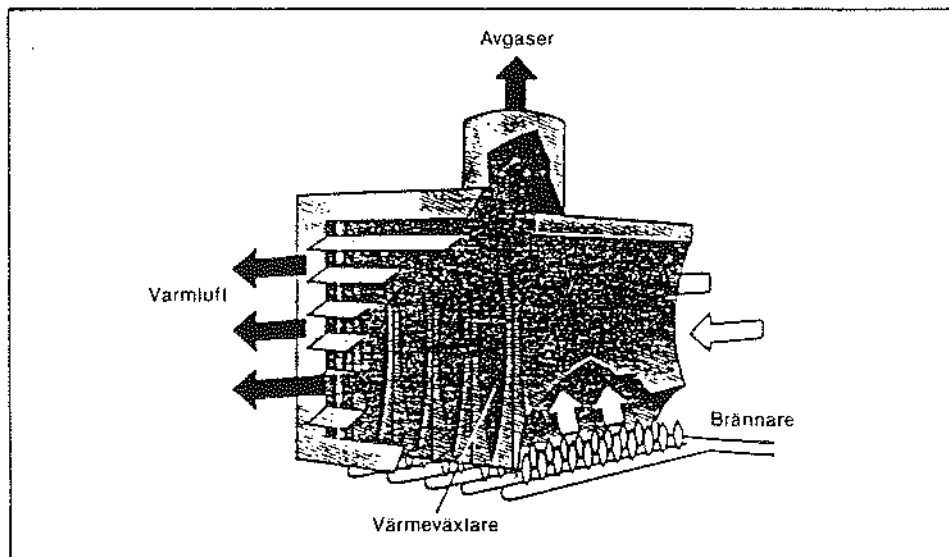


Bild 7.6 Aerotemper

Referens: Kohlsua Seriestål AB, Kolsva

Leverantör: IGF Energigas AB, Malmö

7.7 Tappvarmvatten

Avsides belägna tappställen kan förses med en varmvattenberedare av genomströmningstyp. Med denna lösning slipper man magasinerings- och kulvertförluster, vilka ofta är betydande i system med en centralt placerad uppvärmningsanordning.

8 INSTALLATION AV NATURGAS VID ETT GJUTERI

8.1 Allmänt

En övergång till naturgas för ett gjuteri innebär i många fall en kraftig förändring av energisystemet. Av det skälet bör gjuteriet tänka igenom en rad frågeställningar innan beslut tas. Kontakter bör tas med distributör, leverantör av utrustning, branschorganisation, kollegor i branschen, naturgasanvändare, konsulter och myndigheter för att sätta sig in i problemställningen.

Följande problemställningar bör beaktas:

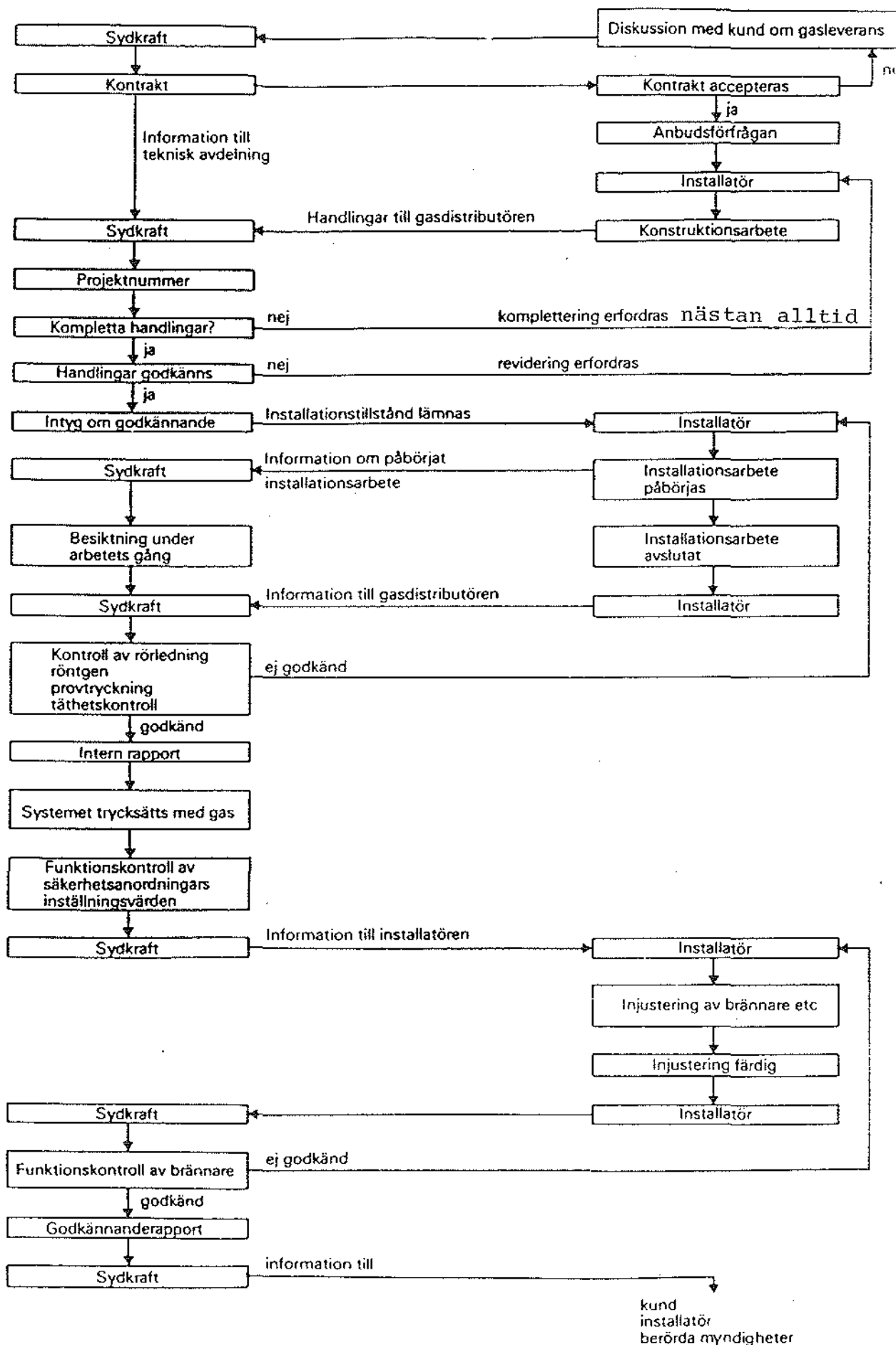
- Påverkas gjutgodskvaliteten?
- Påverkas produktiviteten?
- Vilken är miljömyndigheternas syn på naturgas?
- Är naturgas det bästa ekonomiska alternativet flera år framåt? Vilka garantier ger leverantören?

8.2 Driftsättning av en gasinstallation

Gasinstallationer får endast utföras av auktoriserade installatörer. Auktorisation av gasinstallatör sker genom Svenska Gasföreningen.

Installatören fungerar normalt som gasanvändarens (gjuteriets) ombud i kontakter med myndigheter och distributör.

I bild 8.1 redovisas schematiskt de kontakter som krävs mellan kund (gjuteri)/installatör och leverantör vid en gasinstallation. För alla detaljer hänvisas till Naturgasmanualer samt Installations- och Distributionshandboken från Svenska Gasföreningen.



SYDKRAFT NATURGAS

Bild 8.1 Driftsättning av gasinstallation
Kontakter mellan Sydskraft och kund/installatör

8.3 Installation

Naturgasanläggningen installeras i princip på samma sätt som ett vattensystem. Gasen kommer från ett stamnät där trycket är upp till 80 bar (8 MPa). I en mottagningsstation sänks trycket i allmänhet till 4 bar. Ledningarna går därefter vidare direkt till abonnentcentralen på företaget.

- 1) Stamledningen är av stål. Gasstrycket är upp till 80 bar (8 MPa).
- 2) Grenledning, av samma material och med samma gasstryck.
- 3) Mottagningsstation. Här mäts levererad gasvolym. Trycket sänks i allmänhet till 4 bar (0,4 MPa).
- 4) Fördelningsledningar till stor-konsumenter som behöver högre gasstryck än vad som behövs i bostadsområdena. Ledningen kan vara av plast.
- 5) Lågtrycksstation. Här sänks trycket ytterligare före distributionen inom bostadsområden. Tryck i mbar området.

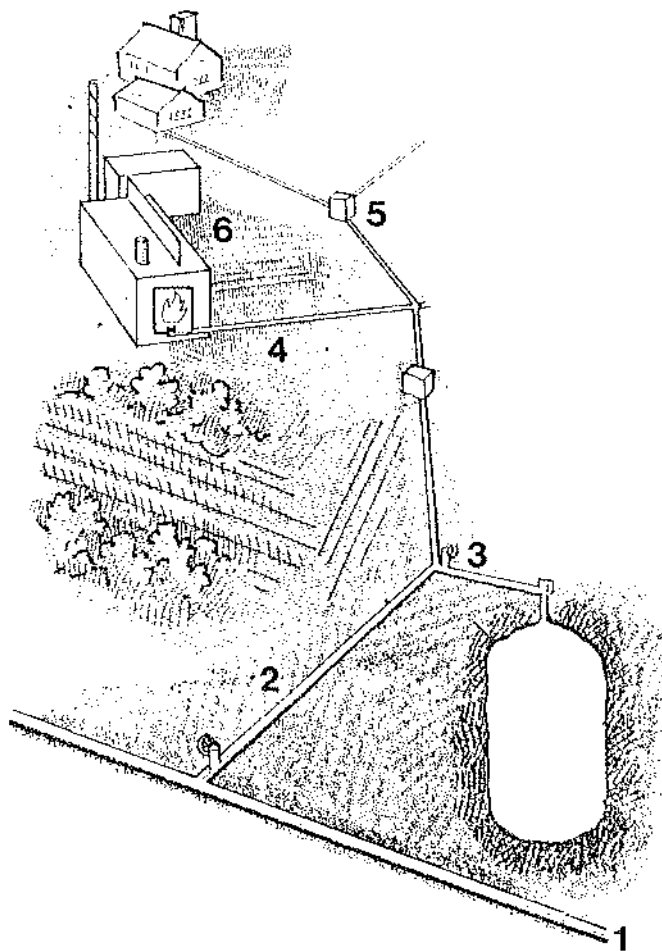


Bild 8.2 Naturgasnät till industrin

Abonnentcentralen innehåller utrustning för avstängning, tryckreducering och flödesmätning. Ingående komponenter tillhandahålls normalt av distributören, som också svarar för deras underhåll.

Om flera trycknivåer förekommer i det interna nätet sker tryckreduceringen i en s k undercentral. Denna ägs av gasanvändaren.

Leverans- och anslutningstryck för abonnentcentral visas i tabell 8.1.

Tabell 8.1 Leverans- och anslutningstryck för abonnentcentral

Tryck i leveransgräns (leveransstryck)		Tryck efter abonnentcentral (anslutningstryck)	Ansluten effekt, riktvärden
Max	Min		
100 mbar	40 mbar	20 mbar	max ca 600 kW
4 bar	1 bar	20 mbar	max ca 600 kW
4 bar	1 bar	100 mbar	600 kW - ca 3 MW
4 bar	1 bar	oreducerat	från ca 2 MW
<4,0 bar		(beroende av behov)	

8.4 Brännarinstallation

En gasbrännarinstallation består i huvudsak av följande anläggningsdelar:

- Armaturkedja för reglering och övervakning av gstryck och gasflöde
- Lufttillförselsystem för reglering av förbrännarluf
- Gasbrännare för gas - luftblandning, flambildning och flammhållning
- System för brännarens effektereglering
- Säkerhetssystem

I bild 8.3 visas armaturkedjans uppbyggnad med säkerhetsvakter för en fläktbrännarinstallation >350 kW. Symbolförklaringen framgår av bild 8.4.

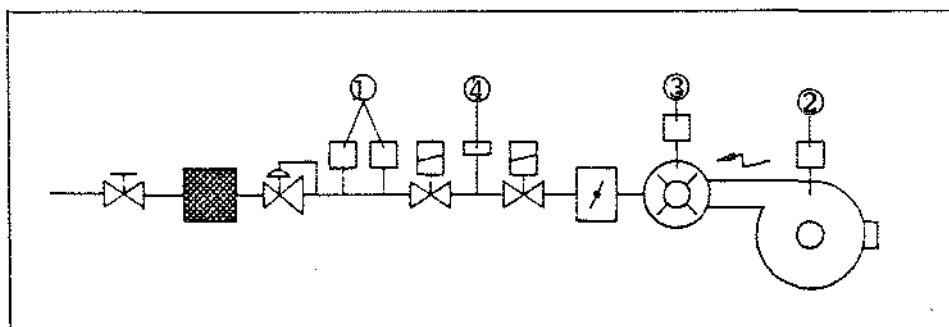


Bild 8.3 Principschema för fläktbrännarinstallation >350 kW (anslutningstryck 20 eller 100 mbar)

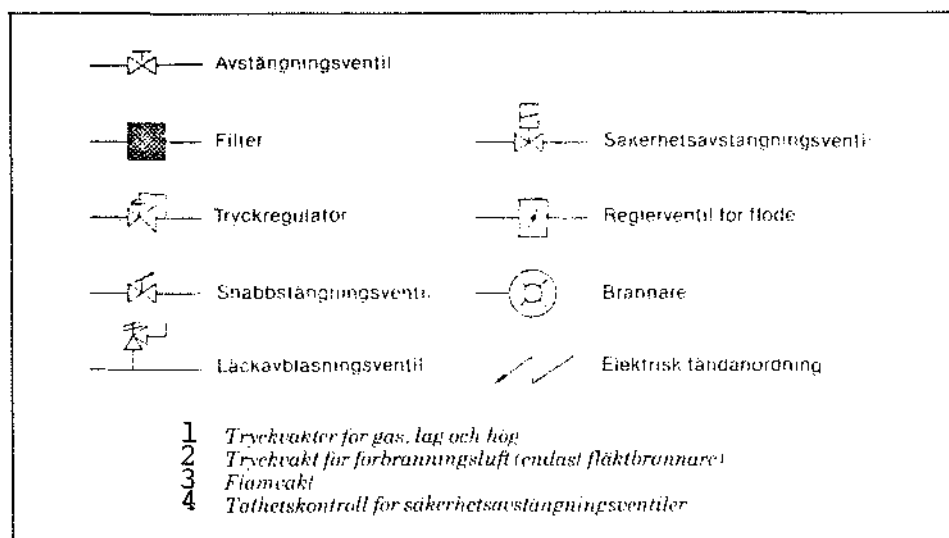


Bild 8.4 Symbolförklaring

9 ERFARENHETER FRÅN NATURGASANVÄNDARE

Inom projektets ram har gjuteribesök förlagts till Finland, Danmark och England för att utröna erfarenheter från naturgasanvändning i gjuteri-processen. Erfarenheterna från de amerikanska, tyska och det italienska gjuteriet har erhållits i samband med studiebesök i annat syfte och är därför ytligare betraktat.

I skrivande stund (augusti 1989) har inget svenskt gjuteri anslutit sig till naturgas. Ett gjuteri gör en s k förtida inkoppling med gasol under hösten 1989. Erfarenheter från svenska gjuterier låter därför vänta på sig.

9.1 Erfarenheter från finska gjuterierAhlström Oy, Kotka (1989)

Allmänna data Årsproduktion 3000 ton stål-gjutgods och (2000 ton gråjärnsgjutgods). Tillverkar pumpar, ventiler, kaplanskovlar m m.
Specialitet rostfritt stål
Smältning i ljusbågsugn + induktionsugnar

Energiförbrukning	El	14 780 MWh (32 %)	
	Naturgas	14 800 MWh (32 %)	ca 1 602 535 m ³ /år
	Fjärrvärme	16 000 MWh (36 %)	
	Totalt	45 580 MWh	

Energikostnaden 4,9 % av tillverkningskostnaden

Naturgasanvändning Skrottporkning/förvärmning
Skänkvärmning
Förvärmning av AOD-konverter
Torkning av formar och sand med IR-värmare
Värmebehandling 6-7 ugnar
Gasskärning av ingjut och matare
Uppvärmning (varmluftspannor och aerotemperar lokalt)

Kommentarer

- Naturgas introducerades 1975. 3 års avtal tecknas.
- Mycket positiva till naturgas.
- Under perioden 1975-1980 ersattes all olja med naturgas.
- Inre miljön klart bättre med naturgas.
- Underhållskostnaden på brännare lägre med naturgas.
- Energiförbrukningen vid värmebehandlingen minskade kraftigt vid övergång från olja till naturgas. El dyrare.
- Uppvärmningskostnaden i renseriet minskade kraftigt genom att utnyttja avgaserna direkt från värmebehandlingsugnarna (kontroll sker kontinuerligt av CO och naturgas).
- Rekuperativa brännare på värmebehandlingsugnarna ej lönsamt. 6 års pay-off (3 år krav på Ahlströms Oy).
- Naturgas följer ungefär tjockoljan i pris.
- Naturgasen har ingen draghjälp av yttre miljökrav. Man bedömer att inom 2 år kommer reningskrav att ställas på gjuterierna i Finland.

Lokomo Oy, Tammerfors (1989)

Allmänna data	Årsproduktion 8000 ton stålsgjutgods. Tillverkar för offshoreindustrin bl a knutpunkter, pumpar, ventiler. Smältning i ljusbågsugnar 11 och 15 ton och induktionsugnar (vakuum).
Naturgasanvändning	Skänkvärmning Förvärmning av konverter Torkning av formar med varmluft och IR-värmare Gasskärning Värmebehandling (1 av 6 ugnar)
Kommentarer	- Prisrelation el/naturgas ca 2,5:1 - Naturgasen kom in sent 1986. Då var man redan kraftigt bunden i elektrifiering och fjärrvärmeanslutning. - Den naturgaseldade värmebehandlingsugnen ca 10 % billigare i drift än elugnen. - Avgasvärmen från skänkvärmningen används direkt för värmning av angränsande lokaler (mäter CO kontinuerligt). - Driftkostnaden hälften mot oljebrännaren vid skänkvärmning (pay-off 2,5 år). - Rekuperativa brännare ej lönsamt på värmebehandlingsugn eller vid skänkvärmning. - Extern rekuperator installerad på värmebehandlingsugn. - Planerar för att införa oxy-fuel brännare på ljusbågsugnarna (man ligger nära effekttaket). - Mycket positiva till naturgas.

9.2 Erfarenheter från ett danskt gjuteriVald Birns Jernstøberi A/S, Holstebro (1989)

Allmänna data	Årsproduktion 30 000 ton grå- och segjärnsgjutgods. Tillverkar detaljer till bl a bilindustrin t ex avgasgrenrör, pumpar m m. Smältning sker i induktionsugnar. Formning sker i 6 st DISA-liner.
Energiförbrukning	Kostnaden för uppvärmning har successivt minskat genom en rad energibesparande åtgärder. När natur- gasen kopplades in minskade kostnaden från ca 1 milj kr till 738 000 kr/år.
Naturgasanvänd- ning	Uppvärmning (värmecentral) Kärnmaskiner (11 st) Kärntorkugn Värmning av avgjutningsränna från avgjutningsugn Skänktorkning
Kommentarer	- Naturgasen kopplades in september 1987 - Panncentralen byggdes om 1987. 2 st 5 MW och 1 st 3,15 MW pannor installerades. 2 av pannorna kan snabbt kopplas över till olje- eldning. - Förbränningsverkningsgraden vid oljeeldning är 92,7 % och vid naturgaseldning 94,8 %. - Priset på lättolja är ca 1 130 kr/m³ (febr 1989) för Vald Birn. En villaägare betalar 2 890 kr/m³ - Energiavgiften på naturgas är ca 8 öre/kW. - Gastrycket in till fabriken är 4,48 bar. Till de olika processerna. Kärnmaskin (120 kW) 20-30 mbar. Kärntorkugn (375 kW) 60 mbar. Gaspannor (3,75-5 MW) 146 mbar. - Planerar installation av naturgas för skänk- förvärmning och eventuellt skrotförvärmning. - Naturgas har ersatt gasol vid 1 kärnmaskin (skal). Ytterligare 10 st skall konverteras. Beräknad besparing 780 000 kr/år.

9.3 Erfarenheter från engelska gjuterier

Stone Foundries, Charlton (1988)

Allmänna data	Årsproduktion 2500 ton. Metallgjuteri som bl a precisionsgjuter aluminium och magnesiumdetaljer till flygplans-, försvars- och bilindustrin. Även viss produktion av brons och rostfritt stål. Smältning i 36 ugnar (22 naturgaseldade, 6 oljeeldade och 8 elektriska)
Energipriser	Energikostnaden uppges till 10 % av saluvärdet. Elpriser (1988) 1,7 p/kWh 23.00-08.00 4,5 p/kWh 08.00-23.00, 08.00-16.00 19.00-23.00 11 p/kWh 16.00-19.00 Naturgaspris (1988) 1 p/kWh
Naturgasanvändning	Smältugnar (22 st) Värmebehandlingsugnar IR-värmare lokalt Skänkvärmning
Kommentarer:	- Gjuteriet har effektiviserat sina naturgaseldade smält- och värmebehandlingsugnar genom att belägga innerväggen på ugns kroppen med ett tunt lager "ET-4". En beläggning som ökar strålningen från innerväggen mot degeln och godset. Beläggningar på smältugnarna gav följande resultat: - Smälttiden förkortades med 60 % - Bränslebesparing 25 % - Verkningsgraden höjdes från 25 till 42 % - Degellivslängden förbättrades genom jämnare temperatur Beläggningar på värmebehandlingsugnarna gav följande resultat: - Cykeltiden reducerades med 33 % vilket möjliggjorde ytterligare en värmebehandling per skift.

9.4 Erfarenheter från amerikanska gjuterier (1985)

I USA varierar marknadsbilden alltifrån mogna marknaden i Illinois och mellanvästern till föga utvecklade marknader i nordvästra USA. Industrimarknaden har reducerats under 1970-talet. Kombination olja/naturgas är mycket vanligt i USA vilket ger en industrimarknad som snabbt reagerar på relativa energiprisförändringar. Viss miljömässig grundad utveckling pågår i vissa delstater.

Deer & Company, Moline, Ill, USA (1985)

Allmänna data Årsproduktion 40 000 ton järngjutgods. Gods bl a till traktorer t ex bakaxelhus.
Smältning i ljusbågsugnar
Energiförbrukning och kostnad se bild 9,1

Naturgasanvändning Skänkvärmning
Uppvärmning av hela gjuteriet
Formning (explosionsformning) och skalformning
Planerar för skrottorkning/förvärmning

Kommentarer - God erfarenhet av naturgas
- Prisförhållande el/naturgas 3.5:1

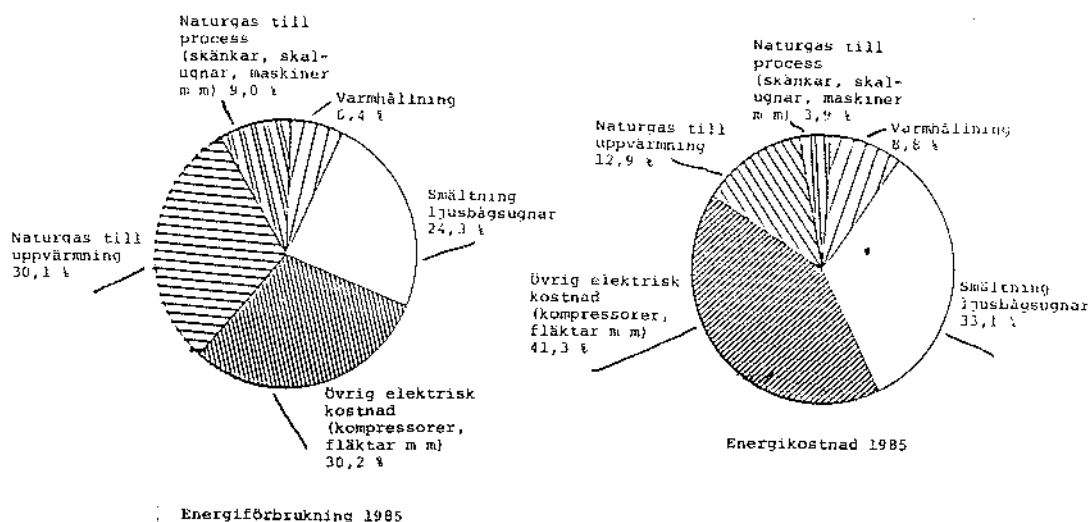


Bild 9.1 Energiförbrukning och kostnad 1985 vid Deer & Company

Waupaca Foundry Inc, Waupaca, Wis, USA (1985)

Allmänna data Årsproduktion 150 000 ton järngjutgods. Gods till bilindustrin, cylinderhuvuden, grenrör, bromstrummor, bromsskivor m m.
Smältning i kupolugnar

Naturgasanvändning Uppvärmning av hela gjuteriet
Formning (skalsand, oljesand)
Skänkvärmning

Kommentarer - God erfarenhet av naturgas

9.5 Erfarenheter från ett italienskt gjuteri (1987)Fiat, Crescentino

- Allmänna data Årsproduktion 130 000 ton järngjutgods. Gods till bildindustrin, motorblock, vevaxlar. Smältning i kupolugnar.
- Naturgasanvändning Förvärmning av blästerluft till kupolugn
Skänkvärmning
Kärntillverkning (hot-box)
Uppvärmning av hela gjuteriet
- Kommentarer: - Man betonar både naturgasens ekonomiska och miljömässiga fördelar

9.6 Erfarenheter från tyska gjuterier (1987)Buderus, Wetzler och Staffel

- Allmänna data Årsproduktion 210 000 ton järngjutgods. Smältning i kupol- och elugn.
- Naturgasanvändning Skänkvärmning
Kärntillverkning
Formtorkning
Uppvärmning av lokaler
- Kommentarer: - Gaskontakter knyts till oljeprisutvecklingen
- Prisrelationen el/naturgas 3:1 (1987)
- Byte från tungolja till naturgas sker av miljöhänsyn

9.7 Svenska naturgasanvändare

Under de första 4 åren efter naturgasintroduktionen har huvuddelen av naturgasen gått till industrin. Under 1986 var industrins andel 70 % vilket internationellt sett är mycket högt. Inom den sydsvenska industrin gick 44 % av naturgasen till kemisk industri och 42 % till livsmedelsindustrin. Det hänger givetvis samman med industristrukturen i västra Skåne. I Västsverige kommer verkstads-, pappers-, glas- och kemiindustrin att dominera.

I tabell 9.1 ges exempel på industrier som anslutit sig.

Tabell 9.1 Några industrier som använder naturgas

	Produkter/tjänster
PLM AB, Malmö	förpackningar
Elco Food AB, Kävlinge	förädling av blod
Calmeks Mek Verkstad AB, Svedala	förpackningsmaskiner
Skånemejerier, Malmö	mejeriprodukter
Timab AB, Malmö	tvätterier
Pågens Familjebageri AB & Pågens Produkter AB, Malmö	bröd, konditorivaror
Stadex AB, Malmö	socker, fodermedel
Tripasin AB, Malmö	korvskinn
JCC, Malmö husbyggnad,	väganl
Hamnförvaltningen, Malmö	uppvärmning
Nordisk Philblack AB, Malmö	industrikemikalier
Siporex AB, Lund	lättbetong
Boliden Kemi AB, Helsingborg	oorganiska kemikalier
Felix AB, Eslöv, Kävlinge	livsmedel
Trelleborg AB, Trelleborg	gummiprodukter
Sv Polystyrénfabriken, Trelleborg	plastgranulat
Sockerbolaget, Hasslarp, Örtofta, Staffanstorp, Ärlöv	socker
Foodia AB, Staffanstorp, Åstorp	färdiglagad mat
Elopak AB, Helsingborg	förpackningsprod
Findus AB, Bjuv	livsmedel
Supra AB, Landskrona	konstgödsel
Marieholms Yllefabriks AB, Marieholm	möbiltyg
Kå-Kå AB, Helsingborg	livsmedel
Tretorn AB, Helsingborg	tennisbollar, fritidsskor
Skånska Lantmännen, Helsingborg, Trelleborg, Kävlinge, Eslöv, Åstorp, Alstad, Dalby	spannmål
Sollebolagen, Tågarps, Vellinge	betongelement
Malaco, AB, Malmö	konfektyr
Kockums AB, Malmö	fartyg
Höganäs AB, Höganäs	järnpulver, tegel
Åkerlund & Rausing AB, Lund	förpackningar
AB Volvo, Göteborg	biltillverkning
Saab-Scania AB, Göteborg	verkstadsindustrin
Halmstads Jernverk, Halmstad	ståltillverkning

9.8 Svenska gjuterier

Ännu har inget av de gjuterier som finns längs naturgasledningar anslutit sig. Följande gjuterier har erbjudits offerter:

AB M Lundgrens Gjuteri, Halmstad
Svedala Arbrå AB, Svedala
Ljungmans Industrier AB, Malmö
Laholm Stål AB, Laholm
Fabriks AB Hemefa, Höganäs
Saab-Scania AB, Sibbhult

Saab-Scania AB gör en sk förtida inkoppling av en gasol-luftblandning hösten 1989. Gjuterierna ger bl a följande kommentarer:

- Aktuellt först vid nyinvestering
- Återbetalningstiden allt för lång, 5 år
- Allt för hög konverteringskostnad
- Gasol valdes trots ett något högre energipris
Konverteringskostnad högre för naturgas
- Vi väljer sannolikt "naturgas" (gasol-luftblandning) både ur företagsekonomisk och miljömässig synpunkt.

Förklaringen till att ännu inget gjuteri anslutit sig till naturgas är i de flesta fall rent företagsekonomisk.

Flera av gjuterierna kommer dock att överväga naturgas vid en nyinvestering.

10 GASOL - ETT ALTERNATIV

10.1 Allmänna data

Gasol består av propan, butan eller en blandning av dessa. Till industrin säljs i huvudsak propan 95. Gasol är vid atmosfärstryck och rumstemperatur en gas, men omvandlas lätt genom komprimering vid relativt lågt tryck till flytande form. Transport sker i tryckkärl (flaskor eller cisterner).

Gasol är tyngre än luft och vådlig vid inandning. Säkerhetsmässigt är därför gasol sämre än naturgas.

Tekniska data se tabell, bilaga 4.

10.2 Pris, naturgas - gasol

Gasol har under senare år haft en attraktiv prisnivå, se tabell 10.1. Man bör därför ha med gasol som ett alternativ när man överväger naturgasinstallation. Man bör även tänka på att bygga systemen t ex hetvattenpannor lätt konverterbara till gas/olja. Man får på så sätt ett flexibelt system. Det är också värdefullt att ha alternativa bränslen vid förhandlingar av naturgaskontraktet.

Tabell 10.1 Priser för olika bränslen och användare i Sverige.
Löpande priser vid kundens grind inkl skatt.
(Priser i öre/kWh)

Källa: Statens Energiverk

Priser för olika bränslen och användare i Sverige. Löpande priser vid kundens grind inklusive skatt
(SPK har reviderat kolpriserna för 1988) (Priser i öre/kWh.)

	1988	1989	1989	1989	1989	1989	1989	1989	1989	1989	1989	1989	1989
		jan	feb	mars	apr	maj	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
STORANVANDARE													
Egen imp:													
Eol	16.6	18.9	18.5	19.0	19.3	19.1							
EoS	13.0	15.0	15.2	15.2	15.4	15.9							
Kol	8.9	9.9	10.0	10.0	10.0	10.1							
Gasol	9.0	10.5	10.3	10.1	10.0	10.1							
Via distr:													
Eol	17.6	19.8	19.9	20.0	20.2	20.2							
EoS	13.7	15.6	15.8	15.8	16.3	16.6							
Kol	9.8	10.9	11.0	10.9	10.9	11.1							
Gasol	12.1	13.6	13.4	13.2	13.1	13.2							
Torv	10.7	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2							
Flis	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1							
SMAANVANDARE													
Småhus:													
Eol	20.2	23.6	23.7	23.4	23.8	23.6							
Naturgas 1)	18.8	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0							

Källor: Se tabellen ovan och tabellen med omräkningsfaktorer.

Heldraget inramade siffror är officiella priser. Streckat inramade siffror baseras på officiell statistik men med schablonmässiga tillägg. Öinramade siffror är preliminära priser.

Not 1): En abonnemangsavgift ökar genomsnittspriset med 2-3 öre/kWh för en normalvilla.

Anm. Energiavgiften för naturgas dvs den rörliga kostnaden är i nivån 14-17 öre/kWh därtill kommer några öre/kWh för den fasta kostnaden (anslutnings- och abonnemangsavgift).

10.3 Förtida inkoppling av "naturgas" (gasol - luftblandning)

Naturgasleverantörerna erbjuder idag kunder som ännu inte har tillgång till naturgas en s k förtida inkoppling av en gasol - luftblandning med liknande egenskaper som naturgas. När naturgasledningen byggs ut är det bara att ansluta företaget. Ingen ombyggnad av brännare eller annat krävs. Kontrakten skrivs som för naturgas på 5 år.

11 PRIS OCH LEVERANSVILLKOR

11.1 Prissättningsprinciper

Mellan gasdistributör och slutanvändare finns avtal som är i praktisk användning i södra och västra Sverige. Sydkrafts prissättningsprinciper och kontraktsvillkor får därför utgöra exempel för svenska förhållanden.

Avtal tecknas normalt på fem år och konstrueras så att naturgasens konkurrenskraft gentemot det alternativa bränslet bibehålles under avtalsperioden. Priset delas upp i en anslutningsavgift, en abonnemangsavgift och en energiavgift.

Anslutningsavgiften är en engångsavgift, som beror på kostnaden för att ansluta den blivande användaren till naturgasnätet.

Abonnemangsavgiften är en årsavgift som utgör 10-15 % av kundens totala årskostnad. Den regleras med konsumentprisindex. Det är i huvudsak abonnemangsavgiften som är förhandlingsbar.

Resten utgörs av energiavgiften. Denna knyts vanligen till oljepriset genom en formel:

$$\text{Energiavgiften} = \frac{p \times B}{O}$$

I avtalet fastställs dels en basavgift, B, i öre/kWh, samt ett med denna basavgift korresponderande oljepris, O, kr/m³.

Energiavgiften justeras med hänsyn till oljepriset, genom att faktorn p ges ett aktuellt värde på oljepriset. För industrin baseras p vanligen på priset för Eldningsolja 5 (Eo5) i kr/m³ inkl skatter och avgifter som kan hämtas ur SPKs "Energiaktuellt".

För närvarande (aug 1989) är den rörliga avgiften för industrikunder med Eo5 som alternativ ca 14-17 öre/kWh. Därtill kommer några öre/kWh för de fasta kostnaderna.

Skatten på naturgas uppgår i januari 1988 till 2,85 öre/kWh. I tabell 11.1 jämförs skatten på några olika energislag.

Tabell 11.1 Energiskatt för olika energislag

Energiskatt i Sverige	öre/kWh
Naturgas	2,85
Gasol	1,4
Olja Eo1	9,8
Eo5	9,1
Kol	5,5
El	7
Inhemska fasta bränslen	0

(Moms på energi införs sannolikt år 1991 enligt utredningsförslag som presenterades sommaren 1989. Förslag på miljöavgift finns också med).

11.2 Kontraktsvillkor

Ett naturgaskontrakt med en industri skrivs normalt på 5 år och innehåller följande punkter:

- Allmänna uppgifter, såsom leverantörens och företagets namn m m
- Allmänna bestämmelser för naturgasleveranser
- Leveranspunkt och leveranstryck
- Anslutningspunkt och anslutningstryck
- Leveransens omfattning: effekt, energi
- Villkor för eventuell ökning av leveransen
- Uppmätning
- Avgifter
- Debitering
- Giltighetstid, kontraktsförlängning

Priset uppdelas i anslutningsavgift, abonnemangsavgift och energiavgift, se ovan.

Om kunden överskrider den abonnerade effekten uttas en tilläggsavgift. Leverantören tar inget ansvar för eventuella avbrott i naturgasleveransen (jmf el).

Kontraktsformulär från Sydkraft med allmänna bestämmelser är bilagt i sin helhet. Se bilaga 6.

11.3 Användaraspekter

Att gå över till naturgas ger naturligtvis upphov till en mängd frågeställningar om teknik, ekonomi, miljö osv. Här ges några exempel på faktorer som man bör fundera över och måste beaktas när den blivande naturgasanvändaren upprättar sin investeringskalkyl.

Speciellt i anslutning till priset

- Vid förhandling om priset kan den som anser sig vara en speciellt bra kund i något avseende t ex genom att han har lång utnyttjningstid (hög lastfaktor) eller på annat sätt gynnsam belastningsprofil (t ex ej har belastningstopp under vintern) utnyttja detta.
- Eventuell möjlighet till avkoppling (detta har hittills inte tillämpats i Sverige)
- Vid annat alternativ än olja (kol, el) kan förhandlingarna tas upp om att priset skall knytas till alternativet.
- Hur påverkar en övergång till naturgas villkoren för en industri som har nedsatt energiskatt

Direkt i anslutning till kontraktet

- Allmänna bestämmelser är inte givna en gång för alla. En överenskommelse med annan innebörd i kontraktet tar över.
- Uppfyller gasen kraven på t ex energiinnehåll och tryck?
- Hur stort är effektbehovet? Vad kostar ett högre abonnemang avvägt mot risken för ett överskridande? Kan den interna förbrukningen minskas när man närmar sig effekttaket?
- Från vilken tidpunkt ska index räknas?
- Vilket oljepris skall gälla? (Rotterdamnotering SPK, etc)? Med eller utan skatt?

Alternativt bränsle som reserv

- Leveranssäkerheten är normalt mycket god för naturgasleveranser. Inga avbrott har ännu noterats i Sverige. Trots detta har många användare valt att behålla olja som reservbränsle. Är slutanvändaren speciellt känslig för avbrott kan man överväga att ha kvar denna möjlighet.

- Ytterligare ett skäl att bibehålla ett alternativt bränsle är säljarens monopol. Köparen är utlämnad till en enda naturgasleverantör. Vid köp av olja finns i regel möjlighet att begära offert från flera oljebolag och på så sätt få rabatt på listpriset.
- Det kan också visa sig vara värdefullt att ha olja eller gasol som alternativ vid förhandlingar om förlängning av kontrakt.

Miljö

- Naturgasen är som bränsle miljövänligare än de alternativ som i regel står till buds. Miljöfördelen är svår att värdera i pengar men värdefull för företagets image.

Tekniskt

- Vid en övergång till naturgas kan man passa på att se över hela energisystemet. Övergången blir gynnsam om det ändå är dags att byta utrustning, t ex pannor.
- Naturgas är i sig ett bra bränsle, men man bör ändå studera förbränningsprocessen med hänsyn till naturgasens speciella egenskaper för att undvika tekniska problem.
- Är det möjligt att direktanvända gas i processen (inte bara för uppvärmning)?
- Gasen har något olika energiinnehåll per kubikmeter vid olika utomhustemperaturer vilket kan leda till att tillförd luftmängd ofta måste justeras eller att O₂-reglerade brännare måste användas.

Ekonomi

- Bättre verkningsgrad kan erhållas
- Livslängden på olika anläggningsdelar, inte minst pannor, kan öka.
- Ränta på kapital bundet i lager försvinner eller i vart fall minskar.
- Lägre drift- och underhållskostnader kan bli följden.

Finansiering

- Vilka möjligheter finns för samverkan med gasleverantören för att finansiera en övergång till naturgas?

12 LAGAR, FÖRESKRIFTER OCH NORMER

(Adresser till myndigheter m m se bilaga 8)

Verksamheten omges av ett regelverk bestående av bindande föreskrifter och allmänna råd. Bestämmelserna omfattar i huvudsak planfrågor, teknisk utformning samt frågor om miljö och säkerhet. Utrustning och installationer ges dels gastekniskt typgodkännande dels systemgodkännande av Svenska Gasföreningen.

Ett försök att åskådliggöra det regelverk som omger naturgassystemet visas i bild 12.1

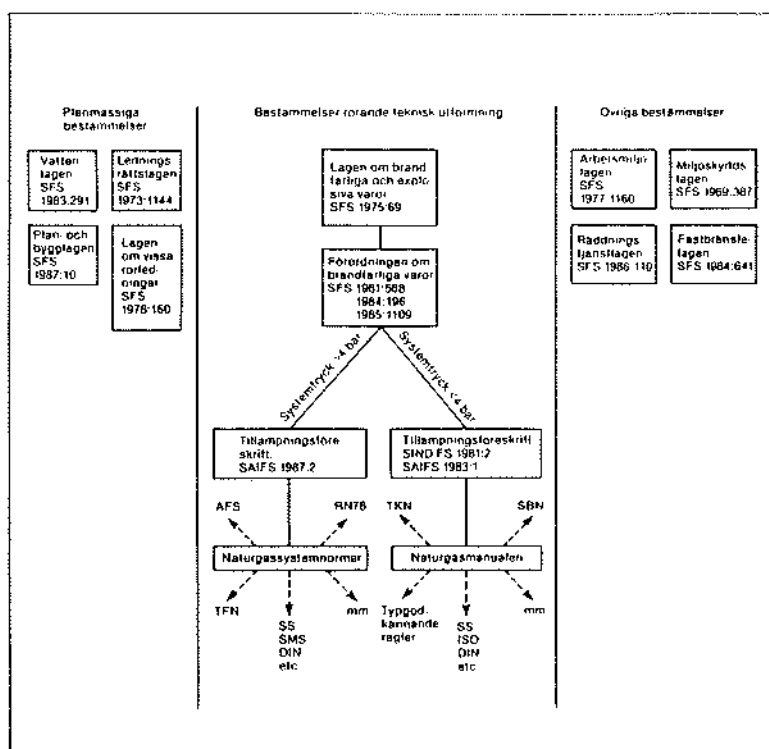


Bild 12.1 Reglerverk kring naturgasanvändning

12.1 Planmässiga bestämmelser (systemtryck över 4 bar ö)

För att få bygga och begagna en gasledning med systemtryck över 4 bar ö och mer än två mil lång, måste ledningsägaren ha koncession (tillstånd) enligt **rörledningslagen**. Samhället har genom denna lag givits möjlighet att pröva tillkomsten och sträckningen av mer omfattande rörledningar.

Koncession enligt rörledningslagen innebär att ledningsprojektet får genomföras under förutsättning att vissa villkor uppfylls. Dessa villkor syftar till att tillgodose såväl allmänna intressen som markägarintressen.

Ansökan om koncession inges till Statens energiverk. Ansökningshandlingarna omfattar bland annat huvudsaklig ledningssträckning, teknisk beskrivning och redovisning av vilka fastigheter som berörs. Under remissbehandlingen bereds olika berörda parter (markägare, myndigheter mfl) tillfälle att yttra sig över ansökan. Olika lagar kommer därvid att beaktas. Brandmyndigheter prövar exempelvis om krav i **brandlagen** kan uppfyllas. På liknande sätt beaktas exempelvis **plan- och bygglagen**, **miljöskyddslagen** och **arbetsmiljölagen**. Efter remissbehandling yttrar sig Statens energiverk i ärendet till regeringen som fattar beslut.

Beviljad koncession ger i sig inte rätt att använda den mark som behövs för att bygga gasledningen. För markåtkomsten använder man sig av frivilliga markupplåtelseavtal och ledningsrätt enligt **ledningsrättslagen**. Ledningsrätt erhålls genom ett förrättningsförfarande som ombesörjs av lantmäteriet (fastighetsbildningsmyndigheten). I ledningsrätten regleras både markupplåtelsen och ersättningen för denna. I de fall vattenområden berörs tillämpas även **vattenlagens** bestämmelser.

För ledningar kortare än två mil och med systemtryck över 4 bar ö, krävs tillstånd från kommunen enligt **Förordningen om brandfarliga varor**. Om ledningen går igenom minst två kommuner krävs tillstånd från länsstyrelsen.

12.2 Planmässiga bestämmelser (systemtryck under 4 bar ö)

Normalt krävs inte byggnadslov för distributionsledningar. I de fall kommunen ej själv är distributör sluts avtal mellan distributören och kommunen i vilket formerna för samråd med exempelvis fastighetsbildningsmyndighet och gatukontor fastslås.

För ledningar på annan mark än kommunens krävs ledningsrättsavtal med markägaren.

Ovanmarkanläggningar, tex mät- och reglerstationer, är byggnadslovspliktiga.

12.3 Bestämmelser rörande teknisk utformning

Naturgas är brandfarligt och regleras därför av **Lagen (1975:69) om brandfarliga och explosiva varor**, via **Förordningen om brandfarliga varor**, **SFS 1961:568** (omtryckt 1984:196, ändrad 1985:1109).

Till denna förordning har utfärdats tillämpningsföreskrifter. Det är **Sprängämnesinspektionen (SÄI)** som är den föreskrivande myndigheten. Innan SÄI blev självständig myndighet har dock andra myndigheter haft detta uppdrag, vilket namnen på en del av dessa föreskrifter också antyder. Således utfärdades tillämpningsföreskrifter

intill 1973-06	av Kommerskollegium (KK)	i KFsA
1973-07 till 1981-06	av Statens industriverk (SIND)	i SIND-FS
1981-07 till 1983-10	av Sprängämnesinspektionen (SÄI)	i SIND-FS
och efter 1983-11	av Sprängämnesinspektionen (SÄI)	i SÄIFS

Bland de tillämpningsföreskrifter som hör till **Förordningen om brandfarliga varor** finns **SÄIFS 1987:2** samt **SIND-FS 1981:2** med ändringen **SÄIFS 1983:1** vilka behandlar systemtryck över 4 bar ö respektive under 4 bar ö.

Systemtryck över 4 bar ö

Tillämpningsföreskrifterna **SAIFS 1987:2** syftar till att garantera en viss säkerhetsnivå för högtryckssystemet, och ger även vissa anvisningar om hur denna nivå skall uppnås.

Naturgassystemnormerna (NGSN), utgivna av Svenska Gasföreningen och Tryckkärlskommisionen, ger mer konkreta anvisningar om godtagbara tekniska lösningar för den säkerhetsnivå som avses i föreskriften **SÄIFS 1987:2**. Normerna behandlar bl.a:

- Skyddszoner kring gasledningar
- Material i ledningar och armatur
- Dimensionering av ledningar och armatur
- Svetsning
- Utformning av kompressor-, mät- och regler- (MR)-, linjeventil- och rensdonsstation
- Märkning och skyltning
- Kontroll och besiktningar
- Drift och underhåll

I systemet ingår komponenter för vilka det finns normer och standards sedan tidigare, exempelvis processkärl och starkströmsinstallationer. Därför hänvisar **NGSN** på många ställen till **Processkärlsnormer (PKN)** respektive **Starkströmsföreskrifter (STEV-FS 1985:1)**. Andra föreskrifter, normer och standards som åberopas i **NGSN** är bland annat:

- **AFS 1986:9** (Arbetskyddsstyrelsens författningssamling)
- **RN 78** (Rörledningsnormer 1978)
- **TKN** (Tryckkärlsnormer)
- **SS, SMS, DIN, ASME, ISO** (svensk, tysk, amerikansk respektive internationell standard)
- **SFS 1985:1105** (lagen om obligatorisk kontroll genom teknisk provning)

Systemtryck under 4 bar ö

I SÄIFS 1983:1 undantas distributionssystem för naturgas, stadsgas och gasol i gasfas från tillstånd, enligt Förordningen om brandfarliga varor, om gastrycket uppgår till högst 4 bar. Detta dock under vissa förutsättningar, däribland att anläggning, drift och kontroll av distributionssystemet sker enligt regler som utarbetats i samråd med SÄI. Sådana regler finns i Svenska Gasföreningens Naturgasmanual.

Distributionsnät

Del 2 i Naturgasmanualen ger utförliga anvisningar om nätets tekniska standard och utförande, bl.a. genom hänvisningar till MARK-AMA, RN 78 och olika standards (SS, SMS, DIN), som därigenom vävs in i bestämmelserna för naturgassystem.

Installationer

Då en vara som naturgas förs in på en arbetsplats är det normalt Arbetarskyddsstyrelsen (ASS) som utfärdar anvisningar. För att undvika att naturgas dubbelregleras har dock SÄI och ASS överenskommit om att det enbart är SÄI:s regler och därmed Naturgasmanualen som skall gälla i fråga om det rent gastekniska utförandet.

På samma sätt som för distributionsnät hänvisar Naturgasmanualen ofta till andra normer och standarder vad gäller exempelvis utförande och materialval för installationer. Så hänvisas tex till SBN för pannrums utformning och till SMS och DIN för rörmaterial. De viktigaste av dessa generella normer torde vara:

- SBN 80 (Svensk Byggnorm)
- VVN I (Varmvattennorm I)
- VVN II (Varmvattennorm II)
- ÅPN (Ångpannenormer)
- STEV-FS 1985:1 (Starkströmsföreskrifter)

(Det normsystem som ovan nämnda normer utgör delar av är under omarbeting och ändringar kan komma att ske inom en nära framtid).

Ett generellt krav är att all installerad utrustning skall vara godkänd av gasbranschen för de gaskvaliteter och trycknivåer den är avsedd för. Godkännande av två slag ges av Svenska Gasföreningen:

- **Gastekniskt typgodkännande** som branschen obligatoriskt kräver för gasarmatur, gasapparater och brännare av standardkaraktär och med effekt upp till 120 kW för atmosfärsbrännare och 350 kW för fläktbrännare. Detta godkännande bygger på specificerade konstruktions- och provningsnormer och ges efter laboratoriemässig bedömning vid av Svenska Gasföreningen godkänd provningsinstitution.
- **Systemgodkännande**; gäller för brännare med tillhörande utrustning och med effekt överstigande 120 kW för atmosfärsbrännare och 350 kW för fläktbrännare samt för enstaka objekt av icke-standard karaktär. Systemgodkännande utfärdas av systemgranskare utsedd av Svenska Gasföreningen. Detta godkännande baseras på tillämpliga svenska provningsnormer och på utländska typgodkännanden. Man kan utgå ifrån att det är i första hand denna typ av godkännande som är aktuellt för industrianläggningar av mer komplicerad karaktär.

I Naturgasmanualen kapitel 4.1 ges anvisningar om rollspelet mellan gasanvändare, distributör, installatör och myndigheter.

12.4 Arbetsmiljökrav

SÄI och ASS har som tidigare redovisats enats om att det enbart är SÄIs regler som skall gälla för naturgasanläggningens tekniska utformning. Dock torde ändå arbetsmiljölagstiftningen bli aktuell då naturgas används på arbetsplatser på annat sätt än som bränsle i pannor och ugnar, varifrån avgaser-na leds ut i atmosfären. Exempelvis kan, vid direktanvändning i processer, avgasen komma ut i inomhusluften.

12.5 Emissionskrav

Miljöfarlig verksamhet, exempelvis emission av avgaser från naturgasförbränning till atmosfären, regleras i miljöskyddslagen (SFS 1969:387, senast ändrad 1987:397). I denna ställs krav på att sådan verksamhet skall anmälas, och i vissa fall godkännas av länsstyrelse eller koncessionsnämnd. Huruvida anmälningsplikt eller tillståndsplikt föreligger framgår av miljöskyddsförordningen SFS 1981:574 Bilaga A respektive Bilaga B. Godkännande för användning av naturgas i en förbränningsanläggning krävs om den tillförda effekten överstiger 10 MW. Godkännande för användning av naturgas inom en förprov-ningspliktig industri krävs oavsett storlek på pannan eller ugnen. Detta gäl-ler även vid konvertering.

För naturgas inskränks miljöskyddsproblematiken i stort sett till frågan om NO_x-emissioner. Som vägledning för länsstyrelserna och koncessionsnämnden vid tillståndsgivning har Naturvårdsverket tillsammans med Statens energi-verk föreslagit riktlinjer för NO_x-utsläpp. Dessa riktas både mot nya och be-fintliga anläggningar. Riktlinjerna föreslås bli intervallutformade så att varje anläggning bedöms individuellt utifrån bränsle, storlek, teknikförutsättning-ar och lokalisering. Tabell 12.1 redovisar detta förslag.

Tabell 12.1 Förslag till svenska riktlinjer för NO_x-utsläpp från förbränningsanläggningar (oberoende av bränsle)

Nyanläggningar i hela landet	Max utsläpp mg/MJ räknat som årsmedelvärde
Årligt NO _x -utsläpp överstigande 300 ton	50-100
Övriga	100-200
Befintliga anläggningar med undantag av anläggningar i norrlandslänen, Värmlands län och Kopparbergs län	Från och med 1 januari 1995
Årligt NO _x -utsläpp överstigande 600 ton	50-100
Årligt utsläpp överstigande 150 ton	100-200

Naturvårdsverket har i samband med naturgasintroduktionen i sydsverige i skrivelse till berörda myndigheter rekommenderat gränsvärdet 60 mg/MJ för NO_x-utsläpp från konverterade pannor. Gränsvärden för industriella ug-nar skall bedömas från fall till fall.

12.6 Räddningstjänsten

Genom räddningstjänstlagen (SFS 1986:1102) har kommunerna fått ett övergripande ansvar för räddningstjänsten. Konkret innebär detta, att de lokala räddningskårerna skall vara utrustade och utbildade för insatser vid naturgasolyckor. Dock läggs ett ansvar på ägaren till anläggning "där verksamheten innebär fara för att en olyckshändelse skall orsaka allvarliga skador på människor eller miljön", att hålla eller bekosta beredskap med personal och utrustning.

Tabell 1 Gjuterier belägna i Sydkraftsregionen

(Observera att här förekommer i stor omfattning kommunala och privata distributörer av elenergi)

J = Järngjuteri, S = Stålgjuteri, M = Metallgjuteri

Gjuterier >5 anställda	Smältugnar E=el, B=olja, gas, K=kupol	Produktions- kapacitet ton/år
Alunova Metallgjuteri, Svängsta	E, B	M 20
Alvesta Gjuteri AB, Alvesta	E	J 15 000
Blomstermåla Metallgjuteri AB, Blomstermåla	E, B	M <500
Broby-Glimåkra Valves AB, Glimåkra	E, B	M 600
AB Bruzaholms Bruk, Bruzaholm	E	J 600
AB Bröderna Hammarströms Gjuteri, Klavreström	E, B	M <500
Calmeks Metall- & Konstgjuteri AB, Svedala	E	M <500
AB Electrolux, Gjuteriet i Ankarsrum, Västervik	E	M 1 800
Flygt AB, Emmaboda	E	J 7 000
Gamleby Gjuteri AB, Gamleby	K	J 900
Gjutal AB, Sölvesborg	E	M 1 000
Gjuteribolaget Rosenqvist & Söner AB, Mariannelund	K	J 550
AB Holsbyverken, Vetlanda	E	J 2 500
Hultsfred Pressgjuteri AB, Hultsfred	E	M 1 000
Hästveda Gjuteri AB, Hästveda	K	J 4 500
Klafreströms Stål AB, Norrhult	E	S 125
Klarviks Stålgjuteri AB, Klavreström	E	S 150
Klavreströms Mekaniska AB, Klavreström	E	M <500
Kockums Gjuteri AB, Ronneby	E	J 24 000
Laholm Stål AB, Laholm	E	S 300
AB Lammhults Metallgjuteri, Lammhult	E	M <500
Ljuders Nickelsilfverfabrik, Hovmantorp	E, B	M <500
AB Ljungby Stålgjuteri, Ljungby	E, B	S 3 000
Ljunghäll AB, Södra Vi	E	M 3 500
Lundbergs Pressgjuteri, Vrigstad	E, B	M <300
AB M Lundgrens Gjuteri, Halmstad	E	J 5 000
AB Mönsterås-Metall, Fliseryd	K	M 600
AB Mönsterås-Metall, Mönsterås	E	M 600
Nya Lönsboda Gjuteri AB, Lönsboda	E, B	J <500
AB Nya Metallgjuteriet, Halmstad	K	M <500
Olsbergs Gjuteri AB, Bruzaholm	E	J 700
S Rydén Gjuteri AB, Eksjö	E	J 200
Saab-Scania AB, Sibbhult	K	J 6 400
Skeppshults Gjuteri AB, Skeppshult	E	J 1 000
Storebro Gjuteri AB, Storebro	E	J ~1 000
Svedala-Arbrå AB, Svedala	E	S 4 500
Svensk Tryckgjutning AB, Vimmerby	E, B	M <500
Torps Metallgjuteri AB, Torpsbruk	E, B	M <500
AB Traryds Metallgjuteri, Strömsnäsbruk	E, B	M <500
Wayne Europe Dresser Wayne AB, Malmö	E, B	J 600
VP Norrbacken Gjuteri AB, Blomstermåla	E, B	J 3 000
Ålmhults Bruk AB, Ålmhult	E	J ~5 000

Tabell 2 Gjuterier belägna i Vattenfalls Västsverigeregion

Gjuterier >5 anställda	Smältugnar E=el, B=olja, gas, K=kupol	Produktions- kapacitet ton/år
Bredaryds Nya Gjuteri, Rask & Co AB, Bredaryd	K	J ~100
Britanniafabriks AB, Lerum	E, B	M ~100
AB Bröderna Sandbergs Metallgjuteri, Reftele	E, B	M <500
Byarums Bruk AB, Vaggeryd	E	M <500
Cedervall & Söner AB, Angered	E, B	M 100
Daros-Piston Rings AB, Partille	E	J 3 500
Ekbergs Metallgjuteri AB, Reftele	E, B	M ~50
Electrolux Motor AB, Huskvarna	E	M 2 000
Ezze AB, Gnosjö	E	M <500
AB Fixfabriken, Göteborg	E, B	M 400
Gjuteribolaget AB, Bredaryd	E	M <500
Gärö Elektriska AB, Gnosjö	E	M <500
AB Göteneds Mekaniska Verkstad, Götene	K	J 200
Halla-Bergvalla i Gnosjö AB, Gnosjö	E, B	M <500
AB Holmgrens Armaturfabrik, Gnosjö	E, B	M <500
AB D Jarls Gjuteri, Värnamo	K	J <500
Lidköping Machine Tools AB, Lidköping	E, K	J 2 000
Lyrestads Gjuteri AB, Lyrestad	K	J <500
Melins Metall AB, Anderstorp	E, B	M <500
Melleruds Järn & Metall, Mellerud	K	J <500
Metallfabriken EVO AB, Gnosjö	E, B	M <500
AB Metallteknik, Hillerstorp	E, B	M <500
Mänsarps Gjuteri, Mänsarp	K	J <500
Mölltorps Gjuteri & Mek Verkstads AB, Karlsborg	E	J 800
Nya Gjuteriet, Värnamo	K	J <500
AB J Nyströms Metallfabrik, Gnosjö	E, B	M <500
Parca Gjuteri AB, Norrahammar	E	J 10 000
PPG Precisions-Produkter Gjuteri AB, Mölnlycke	E	S <500
Rani Metall AB, Borås	E, B	M <500
AB Reftele Metallfabrik, Reftele	E, B	M 300
E Sabel AB, Lidköping	K	J 100
Sibes Metall AB, Hillerstorp	E, B	M <500
AB Skara Gjuteri, Skara	K	J <500
Skogslunds Metallgjuteri, Anderstorp	E	M <500
Suncab, Lidköping	E, B	M 400
Tenhults Pressgjuteri AB, Tenhult	E	M 200
Tour & Andersson AB, Ljung	E, B	M 3 200
Unnaryds Metallgjuteri AB, Unnaryd	E, B	M <500
Volvo Komponenter AB, Skövde	K, E	J 70 000
VA-Pressgjuteri AB, Bredaryd	E, B	M 650
Värgårda Armatur AB, Värgårda	E	M ~1 000
Värnamo Aluminiumgjuteri AB, Värnamo	E, B	M <500
Värnamo Pressgjuteri AB, Värnamo	E	M <500
Ag-Es Metallgjuteri AB, Unnaryd	E, B	M <500

Tabell 3 Gjuterier belägna i Vattenfalls Östsverigeregion

Gjuterier >5 anställda	Smältugnar E=el, B=olja, gas, K=Kupol	Produktions- kapacitet ton/år
AB A Bergmans Gjuteri & Mek Verkstad, Karlskoga	K	J <500
AB Elmo, Flen	E, B	M <500
ESKA Komponenter AB, Hälleforsnäs	K	J 10 000
ESKA Komponenter AB, Katrineholm	E	J 6 500
Fundo Aluminium AB, Charlottenberg	E, B	M 5 000
Guldsmedshytte Bruks AB, Storå	E	J 25 000
Gustavsberg CERÖR AB, Oxelösund	E	J 8 500
Johnson Metall AB, Örebro	E, B	M 4 000
Karlstads Pressgjuteri AB, Karlstad	E, B	M <500
Lämneå Bruk, Ljusfallshammar	K	J <500
Nya Perfekta AB, Arvika	E	J 1 000
Nyskogens Metallgjuteri, Storå	E, B	M <500
Nyströms Metallgjuteri AB, Ljungsbro	E, B	M <500
Näfveqvarns Bruk AB, Näveqvarn	E, B	M 1 000
Ovako Steel Arvika Gjuteri AB, Arvika	E	J 22 000
SKF Mekanprodukter AB, Katrineholm	E	J 16 000
Sunds Defibrator AB Refiner Segments, Hagfors	E	S 1 000
Söderköpings Gjuteri & Verkstad AB, Söderköping	B	J <500
Valmet-Karlstad AB, Karlstad	E, K	J 7 500
Ärjäng Gjuteri AB, Ärjäng	E, B	M <500
Öringe Metallgjuteri, Mjölby	E, B	M <500

Tabell 4 Gjuterier belägna i Vattenfalls Mellansverigeregion

Gjuterier >5 anställda	Smältugnar E=el, B=olja, gas, K=kupol	Produktions- kapacitet ton/år
ABB Motors AB, Västerås	E	M <500
AGE-Metall AB, Eskilstuna	E, B	M <500
BCA Gjuteri & Verkstad AB, Eskilstuna	E, B	M <500
Cawe Metall AB, Eskilstuna	E, B	M <500
AB EBO Tors Hammare, Eskilstuna	E, B	M <500
Frid-Metall AB, Arboga	E, B	M <500
Gjuteribolaget i Eskilstuna AB, Eskilstuna	E	J 1 400
KanCast Components AB, Hallstahammar	E	S <500
Kohlsva Gjuteri AB, Kolsva	E	S 5 500
Kohlsva Seriestål AB, Kolsva	E	S 1 500
Lättmetallverket i Norrtälje AB, Norrtälje	E, B	M <500
Malmströms Kokillgjuteri AB, Torshälla	E, B	M <500
F M Mattsson AB, Mora	E, B	M 400
Mora Armatur AB, Mora	E, B	M <500
Nyzells Metallgjuteri AB, Eskilstuna	E	M <500
Roslagsgjuterierna AB, Herräng	E	J 3 000
Saab-Scania AB, Scaniadivisionen, Södertälje	K	J 12 500
AB Sedenborgs Metallgjuteri, Kvicksund	E, B	M <500
AB Solna Pressgjuteri, Upplands-Väsby	E, B	M 1 000
AB Strängnäs Aluminiumgjuteri, Strängnäs	E, B	M <500
AB Svenska Järnvägsverkstäderna, Falun	K	J 7 000
Sörberg Produktion AB, Kungsör	E, B	M <500
Varnäsföretagen AB, Bröderna Söderberg, Eskilstuna	E, B	M 1 500
Varnäsföretagen AB, Kolbäck Metall, Kolbäck	E, B	M 1 500
Varnäsföretagen AB, Tierps Järnbruk, Tierp	K	J 5 000
Weda Cast AB, Södertälje	E, B	M <500
AB Westermalms Metallgjuteri, Norsborg	E, B	M <500
Åkers International AB, Åkers Styckebruk	E	J 25 000
AB Öhlander & Westberg Metallgjuteri, Eskilstuna	E, B	M <500
Österby Gjuteri AB, Österbybruk	E	S 700

Tabell 5 Gjuterier belägna i Norrland

Gjuterier >5 anställda	Smältugnar E=el, B=olja, gas, K=kupol	Produktions- kapacitet ton/år
Hackås Precisionsgjuteri AB, Hackås	E	M <500
Kåge Gjutmek AB, Kåge	E	J 800
Mekinor Metall AB, Kalix	E	M <500
Norrlandsgjuteriet AB, Robertsfors	E	J 2 000
Waplans Servicegjuteri AB, Nälden	K	J <500

BILAGA 2 KOKSLÖS KUPOLUGN

Inledning

Tre olika koncept brukar nämnas när man talar om kokslösa kupolugnar:

- Flaven-ugnen, Belgien
- Penza-ugnen, Sovjetunionen
- Taft-ugnen, Storbritannien

KGT Giessereitechnik GmbH i Düsseldorf, Västtyskland har utvecklat en ugn enligt Flaven-conceptet (bild 1). Ugnen går under namnet "Cupola 2000". Ugnen har tagits fram för den östeuropeiska marknaden och har utprovats på VEB MAW Karl Marx Keulahütte Krauschwitz i Östtyskland.

Om Penza-ugnen finns mycket litet skrivet. I Sovjetunionen finns dock ett antal olika kokslösa kupolugnskoncept.

Taft-ugnen finns i 14 exemplar i världen. Två gjuterier i England och ett gjuteri i Västtyskland använder ugnen sedan år tillbaka. Andra länder är Iran, Mexico, Egypten, Kanada (Se referenslista, Bilaga).

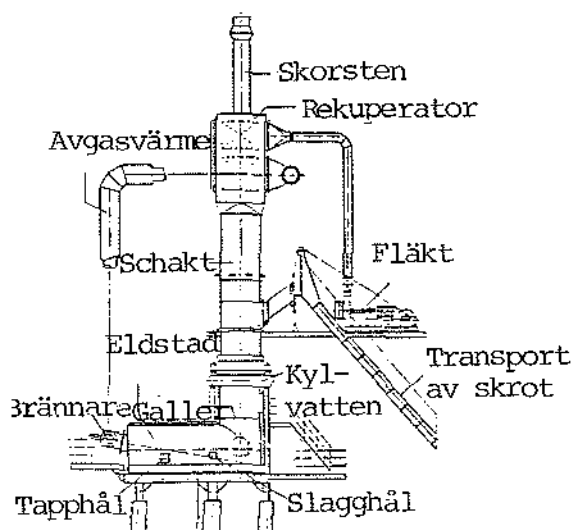


Bild 1 "Cupola 2000"

I USA har kupolugnar provats under 1970-talet. I modern litteratur går dock inget att finna.

Smältkapacitet

De ugnar som är i drift har en smältkapacitet mellan 1- 12 ton/h. Det finns dock inget som hindrar att ugnarna byggs större. Smältkapacitet är för samma ugnstorlek ca 10-20 % lägre än för en konventionell kupolugn.

Järntemperatur

Järntemperaturer på ca 1450-1460°C kan uppnås med naturgaseldning.

I många fall kan det vara ekonomiskt att tappa vid 1300°C och överhetta med elugn. Då uppnås lägre förbrukning av energi, keramiska kulor och uppkolningsmedel. Temperaturflexibiliteten ökar också.

Energiförbrukning

Gasförbrukningen styrs av järntemperaturen. Gasförbrukningen är ca 85 Nm³/ton smält järn vid ca 1500°C. Vid 1350°C är gasförbrukningen ca 60 N/m³/ton smält järn. Därtill kommer gasförbrukningen vid förvärmning av ugnen (ca 10 % vid enskiftsdrift) och elförbrukningen för drift av fläktar, pumpar och för överhettning vid duplexkörning.

Förbrukning av keramiska kulor

Förbrukningen av keramiska kulor styrs av järntemperaturen, chargesammansättning och kondition på galler. Vid 1480°C uppges förbrukningen vara ca 3 %, dvs 30 kg/ton smält järn. Förbrukningen sjunker med temperaturen och vid 1300°C uppges förbrukningen vara ca 1 %, dvs 10 kg/ton smält järn.

Priset på kulorna uppges till 500 E/ton (ca 5500 kr) (1988).

Underhållsbehov

Speciellt för den kokslösa kupolugnen är gasregleringsutrustningen, kolstoftdoseringen, brännarna och den vattenkylda rostern.

Underhållet av den vattenkylda rostern kräver relativt stora arbetsinsatser framförallt vid nedtagning och uppsättning.

Dükers gjuteri reparerar ugnsinfodringen 1 gång i veckan medan Hayes Shell Cast reparerar infodringen efter 300 ton smälta.

För en äldre konventionell kupolugn är det vanligt att man reparerar infodringen varje dag.

Den gaseldade kupolugnen bedöms ha flera svaga punkter än en konventionell kupolugn, vilket gör underhållsbehovet större.

Kostnad för konvertering till kokslös kupolugn

Kostnaden för ombyggnad är i storleksordningen 40 000 - 50 000 £ (450 - 500 000 SEK) för en ugn med smältkapaciteten 5 ton/h.

För en ugn med kapaciteten 10 ton/h är kostnaden i storleksordning 60 000 - 65 000 £ (680 - 735 000 SEK).

Metallurgiska förhållanden

En stor fördel med den kokslösa kupolugnen är att segjärn kan tillverkas utan avsvavling. Slaggmängden uppges av Dükers och Hayes Shell Cast vara mindre. Här finns det dock motstridiga uppgifter i litteraturen.

Miljömässiga förhållanden

Den gaseldade kupolugnen har miljömässiga fördelar framför den konventionella kupolugnen. CO och svavelhaltiga föroreningar är mycket lägre (CO 22 % mot 8-18 %) vid konventionell kupolugn.

Emissionsnivån varierar beroende på skrotkvaliteten. Mätningar vid Hayes Shell Cast visar att stoftnivån ligger mellan 0,5 till 1,3 kg/ton smält järn. Det motsvarar 200 till 600 mg/Nm³ luft. Det är betydligt lägre än för en konventionell kupolugn (2,5 - 25 kg/ton smält järn) men kräver ändå reningsutrustning för att klara de svenska kraven.

Ekonomi

För att den kokslösa kupolugnen skall bli ett alternativ för svenska gjuterier krävs att priset på naturgas och de keramiska kulorna sjunker. Kostnaden för de keramiska kulorna är högre per ton smält järn än för naturgasen.

För att priset på de keramiska kulorna skall sjunka krävs att tekniken får större spridning och därmed öppnas också möjligheten för fler leverantörer att agera på marknaden. Idag finns det endast en leverantör.

Internationellt har den kokslösa kupolugnen visat sig ha en ekonomisk fördel i att myndigheterna har släppt reningskraven vid den kokslösa kupolugnen.

Referenslista - Kokslös kupolugn

1. Hayes Shell Cast Ltd
Stourbridge
West Midlands, England
2. John Barnsley Foundries Ltd
Cradley Heath
West Midlands, England
3. Duker GmbH & Co
Laufach, Västtyskland
4. Enviro melt
Stoney Crech
Ontario, Kanada
5. Luley Va Machinsazi IRAN Co
Teheran, Iran
6. El Nasr Casting Co
Kairo, Egyptien
7. El Nasr Casting Co
Alexandria, Egyptien
8. Fabricas Orion Sa
Monterrey, Mexico
9. Fundicion ABC
Calz San Juan de Aragon no. 222, Mexico
10. Fundidoria de Oecidents Sa
Guadalajara, Mexico
11. VEB MAN KARL MARX
Keulahütte Krauschwitz, Östtyskland

BILAGA 3 KONVERTERING TILL GAS

Källa: Enertech Värme AB, Norrahammar

PANNOR

Sotning

För samtliga pannor gäller, att en grundlig sotning av panna och rökkanaler sker i samband med konverteringen.

För att få större pannor rena är det ofta nödvändigt att tillgripa ång- eller vatten-sotning. Kontrollera genom att skrapa med en mejsel att värmeytorna är metalliskt rena.

Pannsten

Beläggningar kan även uppkomma på pannans vattensida, s.k. pannsten. Mängden beror dels på vattnets kvalitet (hårdhet), dels hur mycket vatten som tillsatts systemet. Beläggningarna höjer rögkastemperaturen och kan orsaka haveri. Vid en pannstensbeläggning på 1,5 mm ökar bränsleförbrukningen ca 3%. Vid 2,75-3,0 mm pannstensbeläggning föreligger risk för haveri. Rengöring utföres av specialfirmor med hjälp av kemiska preparat.

Rökgasläckage

Pannans täthet skall även kontrolleras. På övertryckspannor ger sig otätheter till känna genom att utläckande gaser luktar. För dessa pannor är det speciellt viktigt att packningar i brännarluckan tätar ordentligt men även övriga tätningar bör ses över och bytas vid behov. Som ex. kan nämnas inre lucktätningen på Parca G-Maxi.

På undertryckspannor kan det dessutom finnas läckage mellan sektionerna. Läckaget kan påvisas genom att CO₂-halten blir lägre vid mätning i rökröret än i flammkammaren. Okulärt kan pannans täthet kontrolleras med hjälp av rökgas-ampull, men även läckande sot ger en fingervisning om otätheten i pannan.

Drifttemperatur

Vid övergång till naturgas bör även en undersökning göras av möjligheten att sänka anläggningens framledningstemperatur. En sänkning av medelvattentemperaturen ger även en sänkning av rögkastemperaturen. Generellt sänks rögkastemperaturen 0,8-0,9 gånger det antal grader, som medelvattentemperaturen kan sänkas.

Lägre vattentemperatur minskar isolationsförlusterna, som är proportionella mot temperaturdifferensen mellan pannvatten och pannrumsluft. Luckförlusterna påverkas däremot inte genom en sänkning av framledningstemperaturen.

Även genomströmningsförlusterna minskar genom en sänkning av framledningstemperaturen, eftersom även dessa är proportionella mot temperaturdifferensen mellan pannvatten och pannrums-

luft. Mera verkningsfullt är naturligtvis att minska/eliminera luftgenomströmningen, då brännaren inte är i drift.

Om det i anläggningen ingår markkylvertar är det särskilt viktigt att vattentemperaturen inte hålls högre än nödvändigt. Kulvertförlusterna är proportionella mot differensen mellan vattnets och den omgivande markens medeltemperatur. Om vattnets medeltemperatur minskas 20°C minskar kulvertförlusterna 25-30%.

Hur lågt kan man då gå ner med panntemperaturen? För pannans del begränsas det av att ingen rökgasberörd del får anta lägre ytemperatur än rökgasernas dagpunkt. Vid naturgaseldning med normalt luftöverskott betyder det att returtemperaturen skall vara minst 60°C.

Pannans framledningstemperatur inverkar inte på pannans livslängd eller på förbränningens kvalitet. För att få ner framledningstemperaturen kan det vara lönsamt att byta ut högttemperaturkrävande komponenter som t.ex. torkaggregat, växlare och varmvattenberedare.

Justera in max-effekten

Justera inte in max-effekten högre än vad anläggningen verkligen kräver. Detta ger dels lägre rögkastemperatur, dels längre gångtider och därmed färre start/stopp av brännaren.

I ett normalt bostadshus med förrådsberedare kan som en "tumregel" följande beräkning av effektbehovet göras:

Effektbehov i kW = 3 x oljeförbrukning i m³/år.

"Tumregeln" måste brukas med omsorg. Den gäller t.ex. inte för anläggningar, där ventilationssystem för kontor, idrottshallar eller liknande ingår.

Justera in min-effekten

Använd 2-stegsbrännare eller modulerande brännare och justera in effekten så lågt som möjligt.

Dragreglering

På undertryckspannor rekommenderas installation av dragreglering, vilket ger jämnare förbränning och därmed högre CO₂-halt, eliminerar genomströmningsförlusterna samt minskar inverkan av otätheter hos pannan.

Automatik

I centraler med flera pannor rekommenderas väljarcentral och täta motortrottelventiler så att pannan/pannorna, som för tillfället ej är i drift, kan stå kalla.

SKORSTENAR

Skorstenar till gaspannor

Kan befintlig skorsten användas vid konvertering till naturgas.

Vid konvertering från olja till naturgas eftersträvas höga verkningsgrader. Detta leder normalt till lägre rögkastemperaturer än vid oljeeldning. Den lägre rögkastemperaturen kan leda till att kondens uppstår i skorstenen. Det är alltså viktigt att temperaturen inte understiger rökgasernas kondenserings temperatur (ca 60°C) i toppen på skorstenen nedan följer några synpunkter på kondensproblem i skorstenar.

- De flesta kondensproblem finns hos tegelskorstenar. Detta beror på dåliga isoleringsegenskaper hos teglet samt att äldre skorstenar ofta är överdimensionerade.
- I en välisolerad (80-100 mm näterm. mineralullsmatta) stålskorsten uppträder nästan aldrig kondensproblem.
- Installeras insatsrör av CorTen eller CCP-plåt i vertikalt skorstensschakt skall insatsröret ha snedställd mellanbotten och dragas ut genom skorstensväggen och anslutas med förbindelsekanal till gaspannan.
- Skall insatsrör av aluminium användas måste tidigare oljeeldade rökkanaler tvättas rena från svavel.
- Pannor med atmosfärsbrännare klarar sig ofta utan kondensproblem. Det beror på den luftutspädning, som dragavbrottet skapar.

För att erhålla höga årsverkningsgrader krävs att gasbrännaren har stort reglerområde.

Detta leder till att förutom lägre rögkastemperatur vid delast så minskas även rögkashastigheten. Den lägre rögkashastigheten betyder att avgaserna hinner kylas ännu mera under sin passage genom rögaskanalen och risken för kondens ökas kraftigt.

För att undvika s.k. kallras i skorstenen måste utströmningshastigheten hållas uppe. Detta kan ske antingen genom att ordna en strypning i skorstenstoppen eller genom att blanda in pannrumsluft i rögkaserna.

Minsta tillåtna utströmningshastighet är inte känd men ska ligga på minst 1 m/s.

Ett högt luftöverskott ger också högre rögkastemperatur. Genom att montera motdragslucka i dragavbrott eller separat fläkt kan därför problemet undvikas. Genom att spåda ut rökgaserna med varm pannrumsluft minskar eller upphör kondensbildningen. Det finns två orsaker till att så sker.

- Avgasflödet ökar genom skorstenen och därmed kyls rökgaserna mindre.
- Daggpunkten sänks genom luftinblandning.

Nackdelen med inblandning av pannrumsluft i rökgaserna är att ventilationen i pannrummet ökar vilket påverkar årsmedelverkningsgraden med ca 1-5% enheter samt att pannrumstemperaturen sjunker.

Några konstruktiva synpunkter.

Insatsrör i befintliga skorstenar

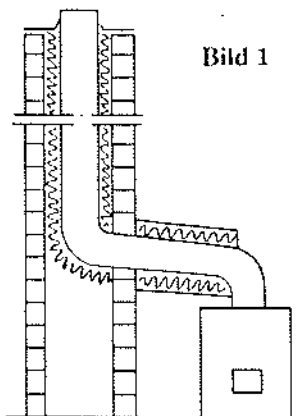


Bild 1

Rätt

Vid varje start kan det bildas några droppar kondensvatten innan skorstenen blivit varm. Även regnvatten kan komma in i skorstenen. Dessa vattendroppar måste få möjlighet att torka upp. Se bild 1.

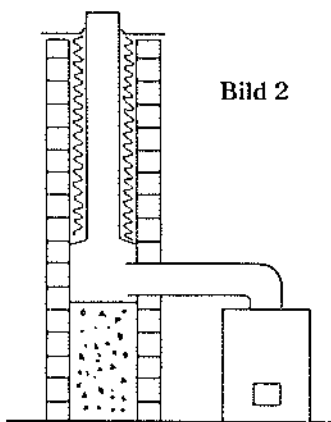


Bild 2

Lämpligt

Om vatten rinner i skorstenen innebär ovanstående montering sämre torkningsegenskaper. Förbindelsekanalen (=rökrör) bör isoleras för att minska temperatursänkningen på avgaserna. Se bild 2.

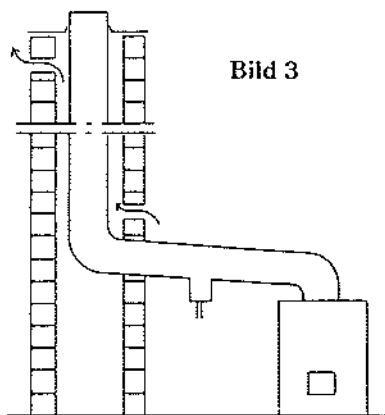


Bild 3

Om man vet att det kommer att kondensera i rökkanalen ska en kondensfälla installeras. Kondensvatten leds till avloppsbrunn. Om man inte behöver hålla uppe rökastemperaturen för att få nödvändigt "drag" kan insatsröret lämnas oisolerat. Ventilation ska då anordnas i utrymmet mellan insatsrör och gammal kanal. Se bild 3.

Det är olämpligt att använda böjlig slang om isolering utelämnas pga att isoleringen utgör nödvändigt stöd för slangen.

Korrosionsproblem p.g.a kondens kan, som sagts tidigare, uppkomma på insatsrör. Det svavel som finns i rökgaserna vid oljeeldning avsätter sig till en del som svavelsyra på skorstensväggarna.

När eldningen upphör och skorstenen blir kall upptar svavelsyran den fuktighet som finns i luften (Jmför då man förr i tiden använde svavelsyra för att hålla bort smutta mellan fönstren). Härvid bildas droppar av svavelsyra på den befintliga skorstens innerväggar.

Vid installation av t.ex. ett böjligt insatsrör i den gamla rökkanalen är risken stor att insatsröret kommer i direkt kontakt med rökkanalens vägg. Detta kan även ske om isolering fylls mellan insatsrör och gamla kanalväggar. Speciellt i de fall kanalen inte är helt rak.

Är insatsröret av aluminium eller stål kommer fräthål att uppstå.

För att undvika ovanstående problem kan två metoder användas.

- Befintlig skorstenskanal tvättas fri från svavelföreningar. Därmed kan aluminium användas som material i insatsröret.
- Insatsrör av syrafast (SS 14 2343) stål.

Val av material

Nedan följer några för- och nackdelar med olika material i skorstenar och insatsrör.

Tegel och andra stenmaterial

(pimpsten, keramik)

Fungerar utmärkt så länge det ej föreligger risk för kondens. Vid kondens sprids vattnet ut genom väggmaterial och fogar till skorstens yttersida där skador uppstår.

Stål (vanligt stål och cortenstål)

Fungerar utmärkt så länge det ej föreligger risk för kondens. Vid kondens korroderar stålröret och förstörs. Detta gäller även det korrosionsströga cortenstålet.

Aluminium

Fungerar utmärkt med och utan kondens i skorstenen. Om insatsrör av aluminium ska användas i rökkanaler, där olja eldats tidigare, måste rökkanalen tvättas fri från gamla svavelföreningar för att förhindra uppkomst av fräthål.

Rostfritt (SS 142343)

Liksom aluminium klarar syrafast material kondensvatten. Dessutom klarar rostfria insatsrör de gamla svavelföreningarna som kan finnas kvar i kanalen där olja eldats tidigare.

Plast

Tekniskt går plast att använda tillsammans med kondensationspannor. Plast är dock för närvarande inte tillåtet att använda som avgaskanal.

Har du frågor eller behöver du hjälp med dimensionering och val av skorsten. Ring Parca Projekt 020-760 000.

BILAGA 4 OMRÄKNINGSFAKTORER

Omräkningsfaktorer

Naturgas

VÄRMEVÄRDE

Med ett bränsles värmevärde avses den värmemängd som per mängdenhet frigöres vid fullständig förbränning.

Kalorimetriskt värmevärde (övre värmevärde) avser den värmemängd som frigörs vid förbränning vid konstant volym samt då allt det från bränslet härrörande vattnet efter förbränningen befinner sig i vätskeform.

Effektivt värmevärde (undre värmevärde) beräknas ur det kalorimetriska värmevärdet och avser den värmemängd som frigörs vid förbränning vid konstant tryck samt då allt det från bränslet härrörande vattnet efter förbränningen befinner sig i ångform. Som referenstemperatur används dels 0°C och dels 20 eller 25°C. Inverkan på värmevärden bestämda vid olika referenstemperaturer är försumbar.

I Sverige och på kontinenten baseras verktningsgradsberäkningar på bränslets effektiva värmevärden, i Storbritannien och USA däremot på kalorimetriska värmevärden. Beräkning av förbränningstemperaturen måste utföras med hjälp av det effektiva värmevärdet. Prisuppgifter på naturgas är i regel baserade på det kalorimetriska värmevärdet.

Prefix

Tiopotens	SI Beteckning	Benämningar	US-System Beteckning	Benämning
10^3	k	kilo tusen	M	thousand
10^6	M	mega million	MM	million
10^9	G	giga miljard	MMM	billion
10^{12}	T	tera billion	MMMM	trillion
10^{15}	P	peta billiard	MMMMM	quadrillion
10^{18}	E	exa trillion	MMMMMM	quintillion

VOLYMER

Gaser: Gasvolymen angivna i kubikmeter (m^3) avser tillståndet: $t=0^\circ C$, $p=1,01325 \text{ bar}$ (1 atm); tidigare benämning normalkubikmeter.

Gasvolymen angivna i standardkubikfot (scf) avser tillståndet:

$t=60^\circ F$ (15,560°C), $p=14,7 \text{ psi}$ (1 atm)

1 m^3 Liquefied Natural Gas (LNG) motsvarar $\approx 600 m^3$ naturgas.

Samband:

1 m^3 (0°C; 1,01325 bar) = 37,33 scf (60°F; 14,7 psi).

1 m^3 (0°C; 1,00 bar) = 36,84 scf (60°F; 14,7 psi).

Petroleumprodukter

† fat (petroleum barrel förkort bbl) = 42 US gallons = 0,158987 m^3 .

Trädbränslen

Brännved anges vanligen i fast kubikmeter (m^3 (f)) men även enheten kubikmeter travat mått (m^3 (t)) förekommer.

Samband: (medeltal för väl upplagd trave).

Kluven ved av 1 m längd

Ordinär lövved o sämre barrved: $1 \text{ m}^3 \text{ (f)} = 1,61 \text{ m}^3 \text{ (t)}$

Medelgod barrved: $1 \text{ m}^3 \text{ (f)} = 1,49 \text{ m}^3 \text{ (t)}$

God barrved: $1 \text{ m}^3 \text{ (f)} = 1,43 \text{ m}^3 \text{ (t)}$

Okluven ved av 1 m längd

Ordinär lövved: $1 \text{ m}^3 \text{ (f)} = 1,79 \text{ m}^3 \text{ (t)}$

God lövved o sämre barrved: $1 \text{ m}^3 \text{ (f)} = 1,59 \text{ m}^3 \text{ (t)}$

God barrved: $1 \text{ m}^3 \text{ (f)} = 1,41 \text{ m}^3 \text{ (t)}$

Flis anges i kubikmeter stjälp mått ($\text{m}^3 \text{ (s)}$).

Flisens fastmasseprocent ligger i allmänhet mellan 35 % och 45 %.

ENERGIEKVIVALENTER (effektiva värden)

1 ton oljeekvivalent $1 \text{ t (oe)} = 41,87 \text{ GJ (11,63 MWh)}$

1 ton stenkolekvivalent $1 \text{ t (ste)} = 29,30 \text{ GJ (8,14 MWh)}$

Energienheter – omräkningsfaktorer

GJ	MWh	Gcal	MMBtu	t(oe)	t(ste)
1	0,278	0,239	0,948	0,024	0,034
3,6	1	0,860	3,412	0,086	0,123
4,187	1,163	1	3,968	0,100	0,143
1,055	0,293	0,252	1	0,025	0,036
41,87	11,63	10	39,68	1	1,429
29,31	8,14	7	27,78	0,7	1

1 therm = 100 000 Btu = 105,506 MJ

1 thermie = 1 Mcal = 4,1868 MJ

DENSITETER

Bränsle	kg/m ³
Naturgas (dansk)	0,624
Luft	1,292
Butan	2,70
Propan 95	2,03
Eldningsolja nr 1	840
Eldningsolja nr 3	920
Eldningsolja nr 3 LS	910
Eldningsolja nr 4	935
Eldningsolja nr 4 LS	930
Eldningsolja nr 5	950
Eldningsolja nr 5 LS	940
Stenkol stjälp mått	800
Stenkol fast mått	1250
Torv torrsubstans	165
Torv (rå ~ 50 % fukthalt)	330

Björk (torr)	490
Björk (rå ~ 50 % fukthalt)	980
Gran (torr)	430
Gran (rå ~ 50 % fukthalt)	860
Tall (torr)	450
Tall (rå ~ 50 % fukthalt)	900
Flis (torr 40 % fastmassa)	180
Flis (rå ~ 50 % fukthalt, 40 % fastmassa)	360

EFFEKTIVA ENERGIINNEHÅLLET (effektiva värmevärdet) I OLIKA BRÄNSLEN

Energiinnehåll	per handelsmått				relativt naturgas	
	GJ	MWh	Gcal	MMBtu	m³	Mscf
Bränsle						
Naturgas per 1000 m³ (dansk)	38,88	10,80	9,29	36,86	1000	37,3
Naturgas per Mscf	1,04	0,29	0,25	0,99	27	1,0
Stadsgas per 1000 m³	16,70	4,64	3,99	15,83	430	16,0
Masugns gas per 1000 m³	2,88	0,80	0,69	2,73	74	2,8
Koksugns gas per 1000 m³	18,00	5,00	4,30	17,07	463	17,2
Råolja per m³ (Saudi Arabian Light, 34 gr API)	36,3	10,08	8,67	34,41	933	34,8
Råolja per fat	5,77	1,60	1,38	5,47	148	5,6
Eldningsolja nr 1 per m³	35,87	9,96	8,57	34,00	922	34,4
Eldningsolja nr 3 per m³	37,90	10,53	9,05	35,92	975	36,4
Eldningsolja nr 3 LS per m³	37,95	10,54	9,06	35,97	976	36,5
Eldningsolja nr 4 per m³	38,25	10,62	9,13	36,25	984	36,8
Eldningsolja nr 4 LS per m³	38,51	10,70	9,20	36,50	991	36,9
Eldningsolja nr 5 per m³	38,58	10,72	9,21	36,57	993	37,0
Eldningsolja nr 5 LS per m³	38,73	10,76	9,25	36,71	996	37,2
Fotogen per m³	34,30	9,53	8,19	32,51	882	33,0
Motorbensin per m³	31,40	8,72	7,50	29,76	807	30,2
Metanol per m³	15,60	4,33	3,73	14,79	401	15,0
Etanol per m³	21,22	5,89	5,07	20,11	545	20,3
Gasol per ton (prop/but ~ 50/50)	46,1	12,81	11,01	43,69	1186	44,3
Propan 95 per ton	46,08	12,80	11,01	43,69	1186	44,1
Stenkol per ton (F=fukthalt)	27,20	7,56	6,50	25,78	700	26,1
Koks per ton	28,10	7,81	6,71	26,63	723	26,8
Skiffer per ton ca	20	5,5	4,8	19	515	19,4
Frästörv per ton: F = 30 %	12,70	3,53	3,03	12,04	327	12,2
Frästörv per ton: F = 50 %	8,00	2,22	1,91	7,58	206	7,7
Frästörv per m³ (s): F = 30 %	3,00	0,83	0,72	2,84	77	2,9
Frästörv per m³ (s): F = 50 %	2,70	0,75	0,64	2,56	69	2,6
Björkved per m³ (f): F = 30 %	8,70	2,42	2,08	8,25	224	8,3
Björkved per m³ (f): F = 50 %	8,00	2,22	1,91	7,58	206	7,7
Granved per m³ (f): F = 30 %	7,60	2,11	1,82	7,20	195	7,3
Granved per m³ (f): F = 50 %	7,00	1,94	1,67	6,63	180	6,8
Tallved per m³ (f): F = 30 %	7,90	2,19	1,89	7,49	203	7,6
Tallved per m³ (f): F = 50 %	7,30	2,03	1,74	6,92	188	7,0
Flis per m³ (s): F = 30 %	3,20	0,89	0,76	3,03	82	3,1
Flis per m³ (s): F = 50 %	3,00	0,83	0,72	2,84	77	2,9

Askhalt%

10

12

5

BRÄNSLEN

Tekniska data

Fasta bränslen	Spec. värme- energi MJ/kg	Volymvikt kg/m ³	CO ₂ -halt %		Spec. rökgasmängd Nm ³ /kg vid	
			Teor.	Vid drift	teor CO ₂ -halt	drift CO ₂ -halt
Stenkol	29	700—800	18,3	13,0	7,6	11,4
Brunkol	20	650—780	18,4	12,0	5,3	6,0
Brunkolsbriketter	20	720—950	20,3	12,0	5,0	5,7
Träkol	27—29	160—200	19,9	13,0	7,5	11,5
Koks	29	360—470	20,5	13,0	7,7	12,4
Sopor, hushålls-	8	180—200		10,0		6,0
Sopor, industri-	12	150—180		10,0		6,0

Flytande bränslen	Spec. värme- energi MJ/kg	Densitet vid 20° C kg/m ³	CO ₂ -halt %		Spec. rökgasmängd Nm ³ /kg vid	
			Teor.	Vid drift	teor CO ₂ -halt	drift CO ₂ -halt
Eldningsolja nr 1	43	830	15,3	12,0	12,0	14,9
WRD	41	880	15,6	12,0	11,6	14,9
Eldningsolja nr 3	41	925	15,6	12,0	11,6	14,9
Eldningsolja nr 4	41	940	15,6	12,0	11,6	14,9
Eldningsolja nr 5	41	950	15,6	12,0	11,6	14,9
Eldningsolja nr 3 LS	42	930	15,6	12,0	11,6	14,9
Eldningsolja nr 4 LS	41	945	15,6	12,0	11,6	14,9
Eldningsolja nr 5 LS	41	955	15,6	12,0	11,6	14,9
Fotogen	41—44	750—840	15,3	12,0	12,0	14,9
Sprit, 95 vol. %	25	815	15,0	12,0	7,6	9,0
Sprit, 80 vol. %	20	850	15,0	12,0	6,6	7,9

Gasformiga bränslen	Spec. värme- energi MJ/Nm ³	Densitet kg/Nm ³	Teor. CO ₂ -halt %	Spec. rökgasmängd vid teor CO ₂ -halt Nm ³ /Nm ³
Butan	124	2,70	14,0	33,4
Gasol	46	1,98	14,3	24,6
Generatorgas	5—6	1,10—1,16	19,3	2,1
Kolmonoxid	13	1,25	33,3	2,9
Metan	37	0,72	11,7	10,5
Naturgas	39	0,81	11,7	11,3
Propan	94	2,01	13,7	25,8
Propylen	88	1,91	15,0	22,9
Röttgas	23	1,13	17,2	7,1
Stadsgas	18	0,50	12—13	4,6
Spaltgas	17	0,50	12—14	3,9
Väte	11	0,09	—	2,9

Anm

Vid gaseldning påverkas CO₂-halten vid drift av bl a brännartypen. Följande riktvärden kan användas: atmosfäriska brännare, CO₂=25-50% lägre än CO₂-teor.

Högtrycksbrännare, CO₂ ~ 10% lägre än CO₂-teor.

Vid beräkning av spec. rökgasmängden vid drift multipliceras teor. spec. rökgasmängden med luftfaktorn n . $n \sim \frac{\text{CO}_2 \text{ teor.}}{\text{CO}_2 \text{ drift}}$

Ovanstående tabellvärden är överslagsvärden.

Tekniska data för Gasol Propan 95

Kemisk sammansättning			Specifikation	Typvärden
Etan	C_2H_6	mol-% (= vol-% gas)	Max 2	1
Propan	C_3H_8	"	Min 95	96
Butaner	C_4H_{10}	"	Max 5	2
Pentaner	C_5H_{12}	"	Max 0,5	—
Olefiner (Eten, Propen, Butener)		"	Max 2	1
Indunstningsrest	(olja)	vikt-ppm (mg/kg)	Max 25	10
Svavelhalt, total	S	vikt-ppm (mg/kg)	Max 10	5
Fritt vatten			—	Ej påvisbart

Fysikaliska data			Typvärden
Vätska			
Densitet vid 15 °C	kg/m ³		508
Kokpunkt vid 101 kPa (= 760 mm Hg)	°C		−42
Ångtryck, övertryck			
vid −40 °C	bar		0,1
−20 °C	bar		1,4
0 °C	bar		3,8
+20 °C	bar		7,3
+40 °C	bar		12,9
Gas			
Densitetstal	(luft = 1,00)		1,57
Densitet vid 101 kPa (= 760 mm Hg) och 0 °C	kg/m ³		2,03
Gasmängd per kg vätska vid 101 kPa (= 760 mm Hg) och 0 °C	m ³		0,493
Daggpunkt			
vid övertryck 1,0 bar	°C		−26
2,0 bar	°C		−14
3,0 bar	°C		−6

Förbränningsdata			Typvärden
Övre värmevärde (kalorimetriskt)	MJ/kg		50,45
"	kWh/kg		14,0
"	kcal/kg		12040
vid 101 kPa (= 760 mm Hg) och 0 °C	MJ/m ³		101,90
"	kWh/m ³		28,2
"	kcal/m ³		24320
Undre värmevärde (effektivt)	MJ/kg		46,38
"	kWh/kg		12,8
"	kcal/kg		11070
vid 101 kPa (= 760 mm Hg) och 0 °C	MJ/m ³		94,15
"	kWh/m ³		26,0
"	kcal/m ³		22470

BILAGA 5

Begreppsbestämningar – nomenklatur

(ur Svenska Gasföreningens Naturgasmanual)

För de olika tekniska och fysikaliska aspekterna på naturgasanvändningen som helhet finns en av Svenska Gasföreningen utgiven Naturgasmanual med begreppsbestämningar och nomenklatur.

Allmänt

Gasdistributör	gasleverantör och ägare av gasdistributionsnät till vilket gasinstallation skall anslutas.
Gasinstallatör	av Svenska Gasföreningen och/eller av gasdistributör godkänd entreprenör som utför gasinstallation.
Gasabonnent	mottagare av i servisledning till fastighet levererad gas och ägare av installationen för gasens nyttjande.

Tryck

Gasträck	gasens övertryck i MPa eller hPa alternativt bar eller mbar. (100 MPa = 1 bar, 1 hPa = 1 mbar).
Absoluttryck	gasträck plus atmosfärstrycket i MPa eller hPa alternativt bar eller mbar.
Drifttryck	är det övertryck som under drift råder i ett rörsystem.
Normaltryck	gasens övertryck vid gasflöde i servisledningens anslutningspunkt vid distributionsledningen.
Leveranstryck	gasens övertryck vid gasflöde mätt i gasabonnentens leveranspunkt.
Reducerat tryck	gasens statiska övertryck i utloppet från tryckregulator vid aktuellt flöde.
Anslutningstryck	gasträck omedelbart före armatur tillhörande gasapparat.
Inställningstryck	trycket efter apparatens tryckregulator.
Dystäck	gasens tryck vid förbrukning omedelbart före dysan på en atmosfärbrännare.
Nominellt tryck	(tryck-klass) är det tryck i bar som används vid beräkning av rörledningskomponenter vid 20°C. Talvärdena är standardiserade i SMS 1230 och betecknas PN och talvärde, t ex PN 10.

Densitet	är massan av en volymsenhet.
Gasens densitet	anges för normaltillståndet i kg/m^3 , dvs vid 0°C , och 1 013,25 hPa (mbar), torr gas.
Densitetstal	är den dimensionslösa kvoten mellan densiteten hos en gas och luft under samma betingelser. Vanligen anges densitetstalet d vid normaltillstånd.
	$\frac{\rho_g}{\rho_l}$
	där ρ_g är densiteten hos gasen och ρ_l är densiteten hos luft.

Gasvolym

Gasvolym	anges i m^3 alternativt Nm^3
Normalkubikmeter	m^3 , volym vid normaltillståndet 0°C och 1013,25 hPa (mbar) torr gas.

Värmevärde

Kalorimetriskt värmevärde	(övre värmevärdet) (H_o) är den värmemängd som frigörs vid fullständig förbränning av en normal kubikmeter gas när allt vid förbränningen bildat vatten kondenserats. Enheten kan vara MJ/m^3 , kWh/m^3 , (kcal/m^3) .
Effektivt värmevärde	(undre värmevärde) (H_u) är den värmemängd som frigörs vid fullständig förbränning av normal kubikmeter gas när det vid förbränningen bildade vattnet befinner sig i ångform. Enheten kan vara MJ/m^3 , kWh/m^3 , (kcal/m^3) .

Wobbeindex (-tal) (W) är kvoten av värmevärdet och kvadratroten ur densitetstalet.

$$W_o = \frac{H_o}{\sqrt{d}} \text{ resp. } W_u = \frac{H_u}{\sqrt{d}}$$

Wobbeindex är ett mått på den energi som tillförs genom ett brännarmunstycke. Gaser med olika sammansättning men lika Wobbeindex ger i en brännare lika värmemängd om gastrycket är lika. Talvärdet blir olika om kalorimetriskt eller effektivt värmevärde används vid beräkningen.

Effekt, verkningsgrad

Märkeffekt	är den värmeeffekt som apparattillverkaren anger på tillverkningskylten.
------------	--

Bränsleeffekt	är den med gasen tillförda värmeeffekten beräknad på gasens undre värmevärde.
Verkningsgrad	Verkningsgraden vid märkeffekt är: $\frac{\text{Märkeffekt}}{\text{Bränsleeffekt}}$
Abonnerad gaseffekt	är det maximala gasflödet i m ³ n/h som levereras till gasabonnent.
Inställningsvärde	är det maximala gasflödet i m ³ n/h, (l/min), för vilket gasbrännaren måste vara inställd för att en förbrukningsapparat skall kunna avge märkeffekten.
Ledningsnät	
Högtrycksnät	rörnät i vilket gastrycket är högre än 4 bar.
Distributionsnät	gemensam benämning på medeltrycks- och lågtrycksnät.
Medeltrycksnät	rörnät i vilket gastrycket är lägre än 4 bar och högre än 0,1 bar och där normalt tryckreducering sker före konsumentens brännarregulator.
Lågtrycksnät	rörnät i vilket gastrycket är $\leq 0,1$ bar.
Gasledning	samlingsnamn för alla typer av gasförande ledningar.
Gasinstallation	till servisledning anslutna gasledningar och gasapparater inom fastighet, avsedda för gasförbrukning inom fastighet.
Station	härmed avses gasstation omfattande hela anläggningen, d v s rörledningar, utrustning, byggnad, tomt och inhägnad.
Stamledning	gasledning som överför gas mellan ändpunkter i ett landsomfattande eller regionalt nät.
Grenledning	gasledning mellan stamledning och mottagningsstation.
Fördelningsledning	gasledning från mottagningsstation till distributionsnät och till enskilda förbrukare utanför distributionsnätet.
Distributionsledning	gemensam benämning på 4 bars och 0,1 bars gasledning i ett distributionsnät.
Servisledning	gasledning som förbinder fördelningsledning eller distributionsledning med förbrukares installation.

Leveranspunkt	den punkt till vilken gasleverantör framdrar för gasleverans erforderlig ledning.
Reglerstation	station för tryckreglering och ev. flödesmätning. I en reglerstation reduceras trycket till ett distributionsnät dvs till mer än en kund. Utrustningen består normalt av två kompletta reduceringslinjer varav den ena utgör reserv.
Snabbavstängningsventil	tryckavsäkringsventil som automatiskt stänger av gasflödet om utgångstrycket stiger till det högsta tillåtna trycket.
Tryckregulator	automatiskt verkande reglerventil som konstant håller det reducerade utgångstrycket inom angivna gränser vid alla normalt förekommande variationer i inloppstryck och flöde.
Läckavblåsningsventil	Ventil som är avsedd att avbördas gas vid tryckstegringar orsakade av gasflöde genom reglerventilen när denna är stängd.
Mät- och reglerstation	station för flödesmätning och tryckreglering mellan grenledning och fördelningsledning med ett ingångstryck högre än 4 bar.

Rörinstallationer

Servisventil	avstängningsventil i servisledning vid tomtgräns.
Abonnentcentral	består av huvudavstängningsventil, filter, reglerutrustning samt gasmätare. Stora abonnentcentraler kan utföras utan tryckreglerutrustning. Från abonnentcentral levereras gas till en kund (installation).
Huvudavstängningsventil	avstängningsventil monterad i abonnentcentral före tryckregulatorn.
Servisregulator	tryckregulator för konstanthållning av gastrycket till abonnentens förbrukningsapparater.

Gasbrännare

Atmosfärbrännare	gasbrännare där förbränningsluften tillförs med atmosfärstryck.
Fläktbrännare	gasbrännare där förbränningsluften tillförs med fläkt.
Kombinationsbrännare	fläktbrännare konstruerad för eldning med gas och annat bränsle, tex olja.

Regler- och säkerhetsutrustning för brännare

Brännarregulator	tryckregulator för konstanthållning av gastrycket till brännaren.
------------------	---

Gasbristsäkring	anordning som automatiskt stänger av gasflödet till förbrukningsapparat vid för lågt gastryck.
Flamvakt	anordning som ger signal till automatisk avstängning av gastillförseln till brännaren om lågan skulle slockna.
Tändbrännare	brännare för tändning av huvudbrännare.
Tändlåga	låga för tändning av huvudbrännare.
Säkerhetsavstängningsventil	fjäderbelastad avstängningsventil som bryter gastillförseln vid signal från eldningsautomaten. Ventilen skall hållas öppen vid drift av yttre kraftkälla, t ex magnet spole eller hydraulsystem.
Eldningsautomat	anordning som enligt ett förinställt program verkställer start och avstängning av brännaren som svar på signaler från reglerdon, flamvakt eller begränsare.
Reglerdon	anordning avsedd att hålla värdet för en storhet inom bestämda gränser.
Begränsare	anordning som avkänner en storhet och ger signal för avstängning av brännaren vid ett förinställt gränsvärde för storheten.

Avggassystem

Avgas	gas från förbränning av gasformigt bränsle.
Avgasrör	förbindelserör mellan eldstad (för brukningsapparat) och avgas- eller rökgaskanal.
Avgaskanal	kanal för bortledning av avgas från eldstad där avgastemperaturer $\leq 150^{\circ}\text{C}$.
Rökgasrör	förbindelserör mellan eldstad (för brukningsapparat) och rökkanal för avgastemperaturer $> 150^{\circ}\text{C}$.
Rökgaskanal	skorsten för avgastemperaturer $> 150^{\circ}\text{C}$.
Dragavbrott	avbrott på avgasrör från förbrukningsapparat avsedd att förhindra för stora dragvariationer.
Bakdragskydd	anordning så utförd att ett tillfälligt bakdrag i avgaskanal och av gasrör ej stör den normala förbränningen i förbrukningsapparat.
Dragskydd	kombination av dragavbrott och bakdragskydd.
Total draghöjd	vertikala avståndet från förbrukningsapparats flamzon till underkant på dragskydd.
Extra draghöjd	vertikala avståndet från värmepannans avgasstos till underkant på dragskydd.

Enheter

p_a	absoluttryck	bar, mbar, hPa
p	övertryck (över atmosfärstryck)	bar, mbar, hPa
p_n	atmosfärstryck (normal- tryck)	1 013,25 mbar (hPa)
B	barometriskt tryck	mbar, hPa
t	temperatur	°C
V	Volym	m^3
m	massa	kg
V	volymflöde	m^3/h
ρ	densitet	kg/m^3n
d	densitetstal	—
H_u	undre värmevärde	MJ/m^3n
H_o	övre värmevärde	MJ/m^3n

Gasdata

Naturgas	naturgasens sammansättning skall falla inom ramen för gasfamilj 2, grupp H, enligt europeisk standard. Nedan angivna data baseras på förväntad medelsammansättning för gas från danska naturgasfält.	
----------	--	--

Fysikaliska data

Kalorimetriskt (övre) värmevärde	H_o 43,2 12,0	MJ/m^3n kWh/m^3n
Effektivt (undre) värmevärde	H_u 39,0 10,8	MJ/m^3n kWh/m^3n
Densitet	ρ 0,81 (0,78–0,85)	kg/m^3n
Densitetstal (luft = 1)	d 0,63 (0,61–0,67)	
Wobbeindex	W_o 54,6 W_u 49,4	MJ/m^3n "
Dynamisk viskositet $t = 20^\circ C$ $p = 0,1$ bar (e)	$11 \cdot 10^{-6}$	Pa s

Förbränningsdata

Undre explosionsgräns	%	5,1	
Övre explosionsgräns	%	13,8	
Stökiometriskt förbrännings- behov (torr luft)		0,27 10,37	$\text{m}^3\text{n/MJ}$ $\text{m}^3\text{n/m}^3$
Stökiometrisk avgasmängd (fuktig)		0,29 11,36	$\text{m}^3\text{n/MJ}$ $\text{m}^3\text{n/m}^3$
Stökiometrisk avgasmängd (torr)		0,24 9,32	$\text{m}^3\text{n/MJ}$ $\text{m}^3\text{n/m}^3$
Teoretisk CO_2 -halt (fuktig av- gas)		9,8 12,0	% %
(torr avgas)			

Luft- och avgasmängder vid olika luftfaktor, n:

n	Luftbehov $\text{m}^3\text{n/MJ}$	$\text{m}^3\text{n/kWh}$	Avgasmängd $\text{m}^3\text{n/MJ}$	$\text{m}^3\text{n/kWh}$
1,0	0,27	0,96	0,29	1,03
1,2	0,32	1,15	0,35	1,24
1,4	0,37	1,35	0,40	1,44
1,6	0,43	1,54	0,45	1,65
1,8	0,48	1,93	0,51	1,85

($\text{m}^3\text{n/MJ}$ avser normal kubikmeter per effektiv bränsleenergienhet).

Luftfaktorn kan beräknas enligt:

$$n = \frac{V(\text{CO}_2)_{\text{ot}}}{V(\text{CO}_2)_{\text{ot}}}$$

$V(\text{CO}_2)_{\text{ot}}$ = teoretisk CO_2 -halt på torr avgas 12,0 %

$V(\text{CO}_2)_{\text{ot}}$ = uppmätt CO_2 -halt på torr avgas.

Kemiska data

<i>Sammanställning^{x)}</i>	<i>Volymprocent</i>
Metan CH_4	91,1 %
Etan C_2H_6	4,7 %
Propan C_3H_8	1,7 %
Butan C_4H_{10} + högre	1,4 %
Koldioxid CO_2	0,5 %
Kvävgas N_2	0,6 %

x) sammansättning på naturgas från de danska nordsjöfälten.

Odoriseringsmedel

Förutom de ovan angivna gaskomponenterna innehåller den levererade gasen följande tillsatsmedel:

Merkaptan eller tetrahydrotiofen (C_4H_8S) i en koncentration på cirka 18 mg per m^3 gas.

Föroreningar

Små mängder fasta partiklar i form av sand och glödskal. Fastnar i diverse filter.

Gasfamiljer

Gasfamilj	grupp av gaser med olika sammansättning med besläktade förbränningsegenskaper.
Gasfamilj 1	stadsgas framställd av kol eller oljeprodukter, kännetecknad av höghalt väte.
Gasfamilj 2	naturgas väsentligen bestående av kolväten med hög halt metan. Grupp H innehåller 90–95 % metan. Grupp L innehåller 80–85 % metan.
Gasfamilj 3	Består av propan eller butan.

Egenskaperna hos gas av de olika gasfamiljerna skall följa kraven i DVGW Arbeitsblatt G 260.

BILAGA 6 NATURGASKONTRAKT

SYDKRAFT
NATURGAS

KONTRAKT

Leverantör:

Kund:

Organisationsnummer:

Anläggning:

Leverantören förbinder sig att tillhandahålla och Kunden att mottaga naturgas på de villkor som anges i efterföljande §1 – § av detta kontrakt med tillhörande bilagor 1 – samt i nedanstående datasammanställning.

1. Leveranspunkt (§2)	
Kommun	Län
2. Leveranstryck (§2)	3. Anslutningstryck (§3)
Max	
Min	
4. Abonnerad energi (§4)	5. Abonnerad effekt (§4)
Anslutningsavgift	
Leveransen påbörjas	
Kontraktet gäller t o m	
Detta kontrakt ersätter kontrakt	

Av detta avtal är två likalydande exemplar upprättade och utväxlade.

Ort och datum:

Ort och datum:

Kundens underskrift:

Leverantörens underskrift:
SYDKRAFT NATURGAS AB

§1. Allmänna bestämmelser

För leveransen gäller Allmänna bestämmelser för leverans av naturgas AB-A-84, bilaga 1, nedan benämnda Allmänna bestämmelserna.

§2. Leveranspunkt och leveransstryck

Naturgasen tillhandahålls i den i datasammanställningen punkt 1 angivna leveranspunkten och inom de i punkt 2 angivna leveransstrycknivåerna.

Gränsen mellan Leverantörens och Kundens anläggningar går vid leveranspunkten.

Äganderätten till samt alla risker för den levererade naturgasen övergår från Leverantören till Kunden vid leveranspunkten.

§3. Anslutningspunkt och anslutningstryck

Anslutningspunkten är belägen omedelbart efter mätutrustningen. Kundens anläggning för utnyttjande av naturgasen ansluts vid anslutningspunkten där anslutningstrycket skall vara det i datasammanställningen punkt 3 angivna.

Mellan leveranspunkt och anslutningspunkt skall Kunden installera sådan särskild utrustning som krävs för naturgasleveransens fullgörande såsom avstängningsventil, filter, tryckregulator och matare. Denna utrustning tillhandahålls av Leverantören på hans bekostnad och förblir Leverantörens egendom.

§4. Leveransens omfattning**A. Leveransen omfattar**

energi uppgående till högst det i datasammanställningen punkt 4 angivna abonnerade årsvärdet och

effekt uppgående till högst den i datasammanställningen punkt 5 angivna abonnerade effekten.

B. Ökning av abonnerad energi och/eller effekt förutsätter att skriftlig överenskommelse om ökning och villkoren härför träffats i förväg. Abonnemängsökning skall som regel ske vid kalenderårsskifte och skriftlig framställning därom skall göras minst två månader i förväg. Fastställd ökning skall kvarstå till kontraktstidens slut.

C. Leverantören äger rätt att leverera en propan/luftblandning med samma förbränningstekniska egenskaper som naturgasen.

§5. Uppmätning

De enligt Allmänna bestämmelserna punkt 12 uppsatta debiteringsmätarna skall vara sådana, att de för tiden mellan två på varandra följande mätaravläsningar möjliggör beräkning av

den uttagna energin och, om avgiftsbestämmelserna så kräver,

den högsta uttagna medeleffekten under den tid som anges i avgiftsbestämmelserna.

§6. Avgifter och betalning

A. Priset på och villkoren för naturgasleveransen baseras på att Kunden använder naturgas som huvudsaklig energiform.

B. Avgifter för naturgasleveransen erläggs enligt bifogade Avgiftsbestämmelser, bilaga 2.

C. Med tillämpning av Allmänna bestämmelserna punkt 23 erläggs preliminära avgifter månadsvis i efterskott och avgiftreglering verkställs per månad och kalenderår.

D. Likvid för leveransen erläggs senast på den i Leverantörens räkning angivna förfallodagen, vilken skall infalla tidigast 21 dagar efter räkningens utfärdande.

E. Om betalning ej erläggs i rätt tid, är Kunden skyldig betala dröjsmålsränta från förfallodagen tills full likvid erlagts. Dröjsmålsräntan beräknas efter en räntesats, som med 10 procentenheter överstiger Riksbankens vid varje särskild tidpunkt gällande officiella diskonto under dröjsmålsperioden.

§7. Kontraktsöverlåtelse

Om Kunden överlåter den anläggning som avses i detta kontrakt skall Kunden tillföra den nye ägaren att överta kontraktet med oförändrade villkor. Leverantören skall godkänna överlåtelserna.

§8. Kontraktsförlängning

Om ingendera parten säger upp detta kontrakt senast ett år före den i datasammanställningen angivna slutdagen, förlänges kontraktet ett år i sänder med enahanda uppsägningstid.

Allmänna bestämmelser för leverans av naturgas

(exklusive smärta)

GAS
AB-A-84

ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

1. Giltighet

I den mån skuldsackheter skulle förekomma mellan dessa Allmänna bestämmelser och bestämmelserna i det kontrakt, till vilket de utgör bilaga, skall de sistnämnda jämte eventuella bilagor gälla.

2. Tillstånd

Som förutsättning för den kontrakterade naturgasleveransen gäller, att erforderliga tillstånd kan erhållas för de för naturgasleveransens fullgörande erforderliga anläggningarna. Skulle ansökan om nya eller förnyade tillstånd inte beviljas eller parterna med iakttagande av skälig uppsägningstid frånträda kontraktet.

ANLÄGGNINGAR

3. Upplåtelse av mark

Kund, som äger fastighet, skall med servitutstätt eller ledningsrätt och med rätt till tillträde utan oskäligt dröjsmål upplåta mark med fastigheten för sådana Leverantörens anläggningar, som erfordras för fullgörande av naturgasleveransen till Kunden och till andra naturgasavtagare inom samma distributionsområde. Ersättning skall erläggas för tillfälliga skador av närvarande omfattning vid anläggningarnas byggande, tillsyn, underhåll och porttagande. För anläggningar avseende leveranser till andra naturgasavtagare inom såvälva distributionsområde skall ersättning utgå jämval för bestående skador.

Kunden får ej i sitt markutnyttjande, beträffande Leverantörens anläggningar, vidtaga åtgärder som eventuellt dess funktion och drift eller som strider mot gällande bestämmelser.

Kund, som innehåller fastighet med endast nyttjanderätt, skall medverka till att fastighetens ägare upplåter mark enligt följande stycke samt för egen del godkänna sådan upplåtelse för nyttjanderättstiden.

4. Upplåtelse av utrymme

I anslutning till den i kontraktet angivna anslutningspunkten skall vederbörande part, utan kostnad för den andra parten, upplåta lämpligt utrymme och förläggning för den utrustning, som erfordras för anslutning och betjäning av de för naturgasleveransens fullgörande erforderliga anläggningarna.

5. Flyttning av anläggning

Om endera parten påyrkar flyttning eller ändring av Leverantörens i punkt 3 nämnda anläggningar eller vidtaga åtgärd som kräver sådan flyttning eller ändring, skall den andra parten medverka till att flyttningen eller ändringen genomföres, i den mån denna rimligen kan ske. Härav förordade kostnader skall betalas av den part, som påyrkat eller fororsakat flyttningen eller ändringen, såvida inte betalningsskyldighet till följd av avtal eller på annan grund åvilar annan.

6. Utförande och besiktning

Vid planering av ny eller ombyggnad av Kundens anläggningar för tillgodogörande av naturgas skall Kunden inkomma uppgift om de förutsättningar som gäller för anslutning till Leverantörens naturgasnät. Kartor, ritningar och övriga uppgifter skall i god tid innan anläggningsarbetena påbörjas överlämnas till Leverantören för granskning. Sådan granskning skall ske utan oskäligt dröjsmål.

Leverantören äger rätt att besiktiga Kundens i föregående stycke nämnda anläggningar.

Kunden är skyldig att på egen bekostnad vidtaga de ändringar av sina anläggningar, som i anslutning till ovan nämnd granskning eller besiktning befinnes erforderliga för att uppnå betryggande driftförhållanden.

Genom här avsedd granskning och besiktning skäder sig Leverantören inte något ansvar och befrias varken Kunden eller den, som utfört anläggningarna, från de skyldigheter, som åvilar dem enligt lag och förordning.

DRIFT

7. Arbetsledning

Arbeten på Kundens i punkt 5 nämnda naturgasanläggningar skall utföras under överinseende av Kundens egen därtill kompetent personal eller av behörig installatör.

8. Leveransens beskaffenhet

Den kontrakterade naturgasen skall tillhandahållas Kunden vid det i kontraktet angivna anslutningsstrycket. Naturgasen skall vara kommersiellt användbar och följa de internationella specifikationer som gäller för den till landet importerade naturgasen.

9. Driftstörning

Vardera parten skall hålla sina naturgasanläggningar i gott skick och i enlighet med gällande föreskrifter samt tillse att deras utförande och drift inte förorsakar störningar eller skador på den andra partens anläggningar eller till dennes naturgasnät anslutna apparater.

Inträffar dylik störning i naturgasleveransen på grund av fel i de anläggningar, för vilka part i driftansvar svarar, skall parten skyndsamt undanröja orsaken till störningen. Det åligger Kunden att vid sådana fel i dennes anläggningar omedelbart underrätta Leverantören såväl när felet upptäckts som när det avhjälpts.

10. Sammankoppling med annat gassystem

Kunden förbinder sig att inte sammankoppla det från Leverantören matade naturgassystemet med annat gassystem med mindre detta sker på ett ur drift synpunkt tillfredsställande sätt och skriftlig överenskommelse träffats om de drifttekniska frågor som aktualiseras av sammankopplingen.

11. Tillträde till anläggning

Kunden skall lämna Leverantören tillträde till Kundens anläggningar för tillsyn av Leverantörens hos Kunden inrymda anläggningar samt för avläsning av mätare.

Om Kunden har anläggningar inrymda hos Leverantören skall denne lämna Kunden tillträde till sina anläggningar i motsvarande omfattning.

MÄTNING

12. Debiteringsmätare

Leverantören skall på sin bekostnad tillhandahålla och underhålla kontraktet angivna för naturgasleveransens debitering erforderliga mätare jämte tillhörande apparater, vilka skall uppsättas av Kunden på dennes bekostnad. Kunden skall, om så anges i kontraktet, på sin bekostnad uppsätta och underhålla motsvarande mätutrustning, vilken skall vara godkänd av Leverantören. Vid detta parten äger rätt att plombera den andra partens här angivna mätutrustning.

13. Övriga mätare

Parterna äger rätt att på egen bekostnad och i mån av tillgängligt utrymme dels uppsätta annan mätutrustning än den i punkt 12 angivna, dels vidtaga de övriga åtgärder, som kan anses erforderliga för kontroll av naturgasleveransen.

14. Mätaravläsning

Leverantören skall avläsa de i kontraktet angivna mätarna omkring varje månadsskifte, såvida inte annat anges i kontraktet. Kunden äger rätt att närvara vid avläsningarna och skall, om denne så begär, underättas om tidpunkten härfor.

Är Kunden inte närvarande vid avläsningen eller vid sådan provning som sägs i punkt 16, är Leverantören berättigad att ensam bryta här ifrågakommande mätutrustnings plombering.

15. Bestämning av debiteringsdata

Till grund för beräkningen av naturgasavgifterna skall, om inte annat anges i kontraktet, läggas månadsvärden, vilka anses vara de värden, som registrerats mellan två på varandra följande vid månadsskifte gjorda mätaravläsningar enligt punkt 14.

Matvärdena bestäms enligt registreringarna hos Leverantörens mätare. Om Kunden enligt kontraktet skall uppsätta egen mätutrustning för leveransens debitering, bestäms matvärdena dock såsom medelvärdet av registreringarna enligt Leverantörens och Kundens mätare, såvida inte annat anges i kontraktet.

16. Mätarprovning

Parterna är skyldiga att hålla sina i punkt 12 angivna mätutrustningar i gott skick och att vid provning justera dem så att förekommande felvisning med bringas till den minsta skilja vid de belastningsförhållanden, som är avgorande för debiteringen.

Om part påyrkar provning av de i kontraktet angivna mätarna, skall Leverantören utföra dylik, såvida parterna inte överenskommer om annat. Provning skall ske genom opartisk sakkunnig, om part så begär. Båda parterna äger rätt att närvara vid och kontrollera provningen.

Om samtliga mätares registreringar vid provning visar sig godtagbara, är den part som påkallat provningen skyldig vidkänna kostnaderna för densamma. Om någon mätares registrering däremot visar sig ej godtagbar, skall mätarens ägare bekosta hela provningen. Befinnes därvid båda parterna betalningsskyldiga, fördelas den totala provningskostnaden lika mellan dem.

17. Justering av matvärden

Om någon mätarens registrering vid provning enligt punkt 16 visar sig ej godtagbar eller om andra fel konstateras, skall felaktiga matvärden och därav berorande naturgasavgifter korrigeras från den tidpunkt, då felet upptäckts, dock inte för längre tid tillbaka än tolv månader från det att felet påvisades. Kan tidpunkten för felets uppkomst inte fastställas, skall korrektion ske från det senaste avläsningsstället före den tidpunkt, då felet påvisades.

18. Tvister angående mätningen

Skulle meningsskiljaktighet mellan Leverantören och Kunden uppstå om den i punkt 12 angivna mätutrustningens registrering eller om mätaravläsningarnas riktighet, skall frågan hänskjutas till avgörande av en opartisk, sakkunnig person eller institution, som utses av parterna eller, om dessa inte kan enas, utses av tingsrätten i den domsaga, där leveransens fullgöres. Parterna skall bekosta dylik avgörande med halften vardera.

AVBROTT

19. Force majeure

Begreppet Force majeure innefattar onödigheter som inträffat efter undertecknandet av det avtal till vilket dessa Allmänna bestämmelser är bilaga och som ligger utanför parts kontroll och som rimligen icke kunnat förutses och avhjälpas. Skulle Leverantören till följd av Force majeure bli urståndsatt att tillhandahålla Kunden naturgas i avtalad omfattning är Leverantören befriad från detta sitt åtagande i den utsträckning som betingas av onödigheterna.

Om naturgas av skäl som i föregående stycke sägs eller eljest kan tillhandahållas endast i begränsad omfattning, skall de berörda naturgaskonsumenterna naturgasbehov tillgodoses så likformigt som möjligt. Kunden är därvid skyldig att reducera sin uttagning enligt Leverantörens anvisningar.

Förutsätter Leverantören hinder för naturgasens tillhandahållande, skall Kunden i så god tid som möjligt underättas härom.

20. Avbrott för arbeten

Leverantören är berättigad att för erforderliga arbeten på anläggningar, väve naturgasleveransen är beroende. Tillämnas avbryta leveransen. Avbrytet skall göras så korta som möjligt och inte utan leverantören skall ha följande samt meddelat varaktighet av sex timmar per dygn samt i uppdraget med förtydligande sådana tider, att totalt för de berörda kunderna minst öppenhet uppkommer. Leverantören skall, om omständigheterna så medger, i god tid underrätta Kunden om planerade avbrott och så långt möjligt beakta hänsyn till de berörda kunderna.

21. Avbrott vid fara

Leverantören är berättigad att underrätta avbrott i naturgasleveransen till undvikande av personskada eller varuskada exempelvis skada.

Vad som förskotts skadade Kunden av leverantören skall tillräckligt underrättas avbryta leveransen.

BETALNING**22. Betalningsskyldighet**

Det angiver Kunden att, på sätt som i kontraktet anges, betala Leverantören av kontraktet angivna naturgasavgifterna för den med den tidpunkt, då naturgasleveransen enligt kontraktet skall påbörjas. Begär Kunden utlägga naturgas från denna tidpunkt, betalar Kunden betalningsskyldighet den dag då naturgasutsläppet påbörjas.

Händas part av händelse, vilken dock inte kunnat förbyggas genom iakttagande av skälig försiktighet, att utföra för naturgasens tillförlitlighet eller mottagande erforderliga anläggningar, handläggas den i kontraktet angivna betalningen för leveransens påbörjande och därmed förenad betalningsskyldighet i motsvarande mån.

Händas Kunden av händelse, vilken dock inte kunnat förbyggas genom iakttagande av skälig försiktighet och vilken beror på för naturgasens utsläpp eller erforderliga anläggningarna, att tillräckligt som den förhandlings naturgasen i väntan mottagning, skall, om Kunden så begär, parterna överlägga om eventuell påsättning av Kundens betalningsskyldighet.

Förutsätter part hinder av övernattnad ska, skall den andra parten underrättas härin.

23. Debitering

Preliminära naturgasavgifter skall under avräkningsåret erläggas för i kontraktet angivna perioder. Leverantören äger tillämpa preliminär debitering grundad på uppskattad förbrukning. De av uttagen energi obetald avgifterna skall så långt möjligt fördelas likformigt på de olika debiteringsperioderna.

Avgifterna skall slutligt regleras så snart de nödvändiga uppgifterna för avräkningsräkningen är kända.

24. Sakerhet

Kund, för vilken stat eller kommun inte är betalningsansvarig, skall om Leverantören så begär ställa sådan sakerhet för avgifternas riktiga erläggande, som Leverantören skäligen kan godkänna. Sakerheten skall dock inte gå på

hög belopp än hälften av den beräknade naturgasavgiften under ett år.

AVGIFTSREGLERING OCH SKADESTÅND**25. Leveransinskränkning**

Kunden är berättigad till ersättning från fasta avbrott och avbrytningssavgifter enligt kontraktet angivna beräkningsgrunder för sådana avbrott eller inskränkningar, som förorsakats av hinder enligt punkt 19 och som sammanlagt överstiger minst sex timmar.

Vid avbrott eller inskränkning, som förorsakats av myndighets åtgärder, äger dock Kunden rätt till ersättning endast för utgifter för Leverantören för ta kostnader för effektivt kostnader minskat. Detta gäller även vid försäkrad inskränkning av konsumtionen.

26. Särskilda kostnadsändringar

Om Leverantören kostnader för anskaffning, överföring eller distribution av naturgas skulle öka genom ny eller ändrad lagstiftning eller förordning eller en annan gällande lag eller bestämmelse, skall Leverantören rätt att uttaga ett med Leverantören ökat kostnader svarande tillägg till naturgasavgiften, om den mån hänsen inte tagits till kostnadsökningen vid bestämningen av naturgasavgiften enligt kontraktet.

Vid minskning av kostnaderna på grund av förhållande, som avses i föregående stycke, äger Kunden rätt att erhålla ett på motsvarande sätt beräknat urdrag från avgifterna.

27. Skadestånd

Leverantören är skyldig utge skadestånd för avbrott, inskränkning, störning eller för naturgasleveransen orsakad förlust av varusaker eller förlust av andra förlusterna. Skadeståndsskyldigheten omfattar dock inte den för omöjlichkeitsskada och inte heller följdskada vid brand eller särskilda.

Leverantören skall ersätta sådana skador, störningar och förluster i värdepappersmarknad eller skadegörande kan uppstå på Kundens hus. Leverantören är också ansvarig för skadegörande. Kunden har motsvarande ersättningsanskyldighet för skadegörande. Leverantören hos Kunden inrevida anläggningsskador.

ÖVRIGT**28. Planering**

Vad den parten skall på ett så tidigt stadium som möjligt underrätta den andra parten om sin planering beträffande sådana tekniska förhållanden, som kan ha betydelse för upphyggnaden och driften av den sistnämnda naturgasanläggningen.

29. Kontraktsbrott

Brister Kunden väsentligt i fullgörandet av sina förpliktelser enligt kontraktet och dessa Allmänna bestämmelser, äger Leverantören rätt att med omedelbar varsel avbryta naturgasleveransen till dess rättelse vunnits.

Här leveransen avbryts, återupptas densamma först när anledning till avbrytande ej längre föreligger samt Leverantören kostnader för avbrytande och återkoppling ersätts.

BILAGA 7 PRODUKT- OCH LEVERANTÖRSFÖRTECKNING

Förteckningen gör ej anspråk på att vara komplett)

Chargetorkning/förvärmning

Brown Boveri Svenska AB
Stockholm
Tel 08/24 87 30

Gerhard Svane AB
Enskede
Tel 08/94 85 96
(Återförsäljare för Venetta Inc, Warren, Ohio, USA)

Skänktorkning/förvärmning

Industriugnar LRS AB
Saltsjö Duvnäs
Tel 08/716 93 50
(Återförsäljare för Aichelin, Österrike)

Ugnsbolaget TABO AB
Västerås
Tel 021/664 00

Oxy-fuelbrännare

AGA AB
Lidingö
Tel 08/731 10 00

Kokslös kupolugn

Cokeless Cupola Ltd
Stourbridge, England
Tel LYE 6448

KGT Giessereitechnik GmbH
Düsseldorf, Västtyskland
Tel 0211/3028-0

Roterande ugnar med oxy-fuelbrännare

Bühler Miag
Malmö
Tel 040/10 35 00
(Återförsäljare för STRIKO, Västtyskland)

Sogemi
Milano, Italien
Tel 02/31 24 16 - 34 42 90

Metallsmältugn + brännare

G & L Beijer Industri AB Malmö Tel 040/735 60	Ugnar, brännare bl a Hinderlang
Maskin AB Karlebo Spånga Tel 08/750 75 20	Ugnar, brännare
Kernfest Webac AB Stockholm Tel 08/18 84 10	Bl a Morganugnar
Bühler Miag Malmö Tel 040/10 35 00	Ugnar, med strålningsrör Bl a Strikougnar
Industriugnar LRS AB Saltsjö Duvnäs Tel 08/716 93 50	Rekumat-brännare Rekuperativa + rörbrännare
Burns Engineering Worley, England Tel 021/559 66 01	Ugnar med strålningsrör
Stordy Wornbourne, England Tel 0902/89 76 54	Bl a regenerativa brännare
Hot-work Dewsbury Tel 0924/46 52 72	Bl a regenerativa brännare
Industri-Teknik Bengt Fridh AB Brösarp Tel 0417/262 50	Bl a Hegwein rörbrännare
Energianläggningar Vänersborg Tel 0521/641 64	Bl a Nu-Way Ltd
Ugnsbolaget TABO AB Västerås Tel 021/664 00	Ugnar, brännare
Elmonta Svenska AB Halmstad Tel 035/11 92 60	
Osmund Uppsala Tel 018/15 60 20	Bl a Regenerativa brännare

Utrustning vid form- och kärntillverkning

Kernfest Webac AB
Stockholm
Tel 08/18 84 00

Maskin AB Karlebo
Spånga
Tel 08/750 75 20

G & L Beijer Industri AB
Malmö
Tel 040/735 60

Värmebehandlingsugnar

Ugnsbolaget TABO AB
Västerås
Tel 021/664 00

Industriugnar LRS AB
Saltsjö Duvnäs
Tel 08/716 93 50

Utrustning för lokaluppvärmning

CTC-Parca AB
Norrahammar
Tel 036/606 00

Dantherm Trading AB
Kungsbacka
Tel 0300/166 20

Lehntherm AB
Hisingssbacka
Tel 031/58 06 30

Garco Energi AB
Åsberg
Tel 042/509 35

IGF Energigas AB
Malmö
Tel 040/803 30

BILAGA 8

Adresser

Styrelsen för teknisk utveckling
Box 43200
100 72 STOCKHOLM
tel 08-775 40 00

Svenska Gasföreningen
Box 6405
113 82 STOCKHOLM
tel 08-34 09 85

Swedegas AB
Box 12530
102 29 STOCKHOLM
tel 08-54 19 85

Sydgas AB
Box 16026
200 25 MALMÖ
tel 040-93 67 60

Västgas AB
Box 224
401 23 GÖTEBORG
tel 031-80 33 40

Mittgas AB
Skönbergsvägen 3
851 74 Sundsvall
tel 060-19 82 50

Sveriges Industriförbund
Box 5501
114 85 STOCKHOLM
tel 08-783 80 00

Värmeforsk
Box 6405
113 82 STOCKHOLM
tel 08-34 09 80

Statens Naturvårdsverk
Box 1302
171 25 SOLNA
tel 08-799 10 00

Statens Industriverk
117 86 STOCKHOLM
tel 08-744 90 00

Statens Energiverk
Liljeholmsvägen 30
117 87 Stockholm
tel 08-744 95 00

Sydkraft AB
217 01 MALMÖ
tel 040-25 50 00

Sprängämnesinspektionen
Box 2268
171 02 SOLNA
tel 08-82 03 60

Energigasinstitutet vid LTH
Box 118
221 00 LUND
tel 046-10 92 74

Drifttekniska Högskolan
Citadellsvägen 25
211 20 MALMÖ
tel 040-11 92 50

Vattenfall
Jämtlandsgatan 99
162 87 VÄLLINGBY
tel 08-739 50 00

BILAGA 9 REFERENSER

Kapitel 1

1. Holmgren, M., Gustavsson, C.: Effektivare energianvändning i gjuterier. Gjuteriföreningsskrift 870923
2. Branschutredning Svenska Gjuteriföreningen - SIND

Kapitel 2

3. Naturgasnät. Mellansverige. Lägesrapport sept 1989. Swedegas
4. Industriell naturgasteknik STU nr 702 - 1988

Kapitel 3

5. Se referens 1

Kapitel 4

6. Se referens 4

Kapitel 5

7. Dahlin, S.: Rekuperativa och regenerativa brännare i industriella processer. Värmefack
8. Se referens 6

Kapitel 6

9. Holmgren, M.: Chargeförvaring vid smältning i elektriska ugnar. Gjuterinytt 427, 1980
10. Holmgren, M., Gustavsson, C.: Energisparhandbok 871210
11. Farre, S.: Oxy-fuel-brännare i induktionsugnar - ökad smältkapacitet med mindre energi
12. Personlig intervju R T Taft: Cokeless Cupola Ltd, England
13. Taft, R T.: The economics of Cokeless Cupola Melting 53rd World Foundry Congress, Prag sept 1986
14. Bardenheuer: Melting of cast iron in a gas-fired cupola. Casting Plant + Tech 4/1987
15. Graf: Cokeless melting in a natural-gas-fired shaft furnace. Gas Wärme Int. Brand 37(1988) juni
16. Strände: Naturgas till smelteprocesser i stöberier. Gasfyret kupolugn. Teknologisk Institut jan 1988.

17. Brandt m fl.: Der kokslose, gasgefeuerte Kupolofen KO 2000 - eine Alternative
55:e Internationella Gjuterikongressen i Moskva 1988
18. Cole: Successful Melting with a Cokeless Cupola Modern casting. Dec 1988.
19. Strande: Naturgas til smeltning og varmholdning af aluminium. Teknologisk Institut aug 1986.
20. Mikkelsen: Naturgas til smelteprocesser i støberier. Rørbrænderen. Teknologisk Institut okt 1987.
21. Burke, Wedge: Ceramic immersion tubes for melting and holding. Foundry Trade Journal. jan + feb 1988.
22. Cornforth m fl: Energy saving in the metal industries. Foundry Trade Journal. maj 1984.
23. Förvärmning av förbränningsluft genom värmväxling av rökgaserna. Gjuteriet 1-2 1983.
24. Carlsson, Johansson: Naturgas minskar energiförbrukningen med 40 %. Gasnytt 6/87.
25. Gas for diecasting. British Gas. Broschyrmaterial.
26. Koch: Shaft melting furnaces for aluminium foundries. Foundry Trade Journal april 1987.
27. Personligt samtal med R Atkins Morgan. England Metallsmältugnar
28. Effektivisering av metallsmältugnar. Die Casting Engineer. juli/aug 1988.
29. Battles, Knowles: New oxy-gas burns show significant improvement in electric arc furnaces productivity. Gas Research Institute, USA
30. Wells m fl: Oxy-fuel burner technology for foundry arc furnaces. AFS Transactions -87.
31. Personligt samtal med Paavo Tennilä, Lokomo Stålgjuteri, Finland. Värmebehandlingsugnar
32. Hoche: Gas-fuelled furnaces for the foundry industry - Heat treatment. Foundry Trade Journal 9 april 1987.
33. Dahlmann, A. m fl.: Giessereiforschung 1970 nr 1 och 3.

Kapitel 7

- 34. Informationsmaterial från CTC-Parca AB
- 35. Se referens 4
- 36. Se referens 1
- 37. Personlig intervju. Ivan Bak, Vald Birn, Danmark

Kapitel 8

- 38. Se referens 4
- 39. Informationsmaterial från Sydkraft
- 40. Se referens 37
- 41. Information från installationsfirman Industri - Teknik Bengt Fridh AB, Brösarp

Kapitel 9

- 42. Reserapporter från besök vid Ahlström Oy, Lokomo Oy, Finland. Vald Birn, Danmark. Deere & Company, Waupara Foundry Inc, USA. Fiat, Italien. Buderus, Västtyskland. Stone Foundries Ltd, Burdon & Miles Ltd, England
- 43. Information från British Gas, England
- 44. Telefonintervju och besök hos svenska gjuterier angående naturgasanslutning. Internrapport 1989.
- 45. Naturgas i industrin. Industriförbundet 1987

Kapitel 10

- 46. Bra att veta om gasol. Kurskompendium. Statoil
- 47. Prisnytt, Statens Energiverk 1989

Kapitel 11

- 48. Se referens 4
- 49. Se referens 39

Kapitel 12

- 50. Se referens 4

