



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R83:1988

Installationsteknik för naturgas

- 1. Kondensproblem i avgaskanaler**
- 2. Gasapparater**

Peter Herbert
Hans Åkesson

R

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac Ser

Byggeforskningsrådet

R83:1988

INSTALLATIONSTEKNIK FÖR NATURGAS

1. Kondensproblem i avgaskanaler
2. Gasapparater

Peter Herbert
Hans Åkesson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 860520-4 från Statens råd för byggnadsforskning till AF-Energi-konsult AB, Stockholm.

REFERAT

I samband med naturgasintroduktionen i Sverige finns ett behov av kunskapsupbyggnad om installationsteknik och anknytande normer för mindre anläggningar beträffande brännare, pannor, gasapparater och avgasinstallationer.

Syftet med studiens första del är att finna svar på frågor beträffande kondensbildning i avgaskanaler samt att rekommendera åtgärder mot kondensering.

Studiens andra del syftar till att förbättra kunskapen om installationsteknik för naturgas samt att kartlägga vilka problem som kan föreligga beträffande normers och bestämmelsers tillämplighet.

I arbetet har uppgifter erhållits genom litteraturstudier samt intervjuer med naturgasintressenter och naturgasanvändare.

Beträffande kondensproblemen konstateras att kondensatets korrosivitet är liten och att det huvudsakligen är fukten som orsakar problem.

En förutsättning för att en förbränningsanläggning skall fungera optimalt är att panna, gasbrännare och avgaskanal är rätt dimensionerade i förhållande till varandra.

Beträffande naturgasanvändning relativt andra bränsleslag finner man betydande fördelar vad avser utrymmesbehov, enkel användning och utsläpp.

Normer som gäller generellt för förbränningsanläggningar torde i några fall kunna mildras när naturgas används som bränsle.

Det är angeläget att undersöka vilka nya material och metoder som kan användas vid modifiering av befintliga rökkanaler. Även bättre kunskaper om avgasernas spridning vid väggnor är önskvärda.

För strålningsvärmare i lokaler är frågorna runt hur avgaserna skall bortledas av centralt intresse liksom frågor kring öppen eld i vissa typer av lokaler.

I Bygghörsningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R83:1988

ISBN 91-540-4927-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLL DEL 1

	sida	
1	INLEDNING	6
2	SAMMANFATTNING	7
3	NATURGAS	9
3.1	Huvudbeståndsdelar och egenskaper	9
3.2	Föroreningar i naturgas	10
3.3	Förbränning	11
4	KONDENS OCH KORROSION	13
4.1	Lösningar på kondensproblemet	13
4.2	Förekommande åtgärder mot kondensproblem	14
5	UTLÄNDSKA NORMER FÖR AVGASKANALER	16
5.1	Danmark	16
5.2	Västtyskland	19
5.3	Frankrike	21
5.4	Kanada	25
6	SVENSKA NORMER FÖR AVGASKANALER	27
6.1	Dimensionering av avgasrör och avgaskanaler	28
6.2	Material i avgaskanaler	29
7	UTVÄRDERING	31
7.1	Andrade driftbetingelser	31
7.2	Befintliga röckanaler	32
8	REKOMMENDATION	35
8.1	Avgaskanalens dimension i förhållande till brännareffekt	35
8.2	Förslag till dimensionering av insatsrör	36
9	REFERENSER	39
Bilaga 1	Kondensatets sammansättning	40
	2 Utdrag ur danska normer för avgaskanaler	41
	3 Avgaskanals dimensioner, en jämförelse	42
	4 Svenska Gasföreningens dimensionerings- rekommendationer, SG-TS 402	43

INNEHÅLL DEL 2

	sid	
1	INLEDNING	50
2	SAMMANFATTNING	51
3	NORMER OCH BESTÄMMELSER	52
4	GASAPPARATER	54
4.1	Allmänt	54
4.2	Gaspanna med atmosfärsbrännare	54
4.3	Gaspanna med fläktgasbrännare	56
4.4	Väggsannor	58
4.5	Pannor med kondenseringssteg	62
4.6	Strålningsvärmare med naturgas som bränsle	66
4.7	Varmluftsaggregat	69
4.8	Övriga gasapparater	71
5	SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL INSATSER	72
6	REFERENSER	73
BILAGA 1	Principutformning av gasinstallation för småhus	74

DEL 1 KONDENSPROBLEM I AVGASKANALER

1 INLEDNING

I samband med introduktionen av naturgas i landet har en del frågeställningar uppkommit beträffande installationer i samband med konvertering från oljeeldning till naturgaseldning.

Naturgasens egenskaper medför ofta avgastemperaturer och avgasmängder, som är mindre i jämförelse med rökgastemperaturer och rökgasmängder vid oljeeldning i samma anläggningar. Detta i kombination med högt vatteninnehåll i avgaserna kan vid felaktigt dimensionerad avgaskanal/rökkanal medföra risk för kondensbildning i kanalen.

Syftet med den här studien är att finna svar på de frågor som föreligger beträffande kondensbildning i avgaskanaler samt rekommendera åtgärder för att minska risken för detta.

Studien har begränsats till att omfatta åtgärder som medför att kondensering i avgaskanalen undviks. Således har inte avgaskanaler för sk kondenserande pannor där man eftersträvar kondensering i pannan undersökts.

Endast lösningar för befintliga rökkanaler har studerats.

I del 2 av denna rapport beskrivs de vanligaste förbränningsanordningarna för naturgas med avseende på normer och bestämmelser.

2 SAMMANFATTNING

Naturgasen innehåller avsevärt mindre föroreningar än andra bränslen. Utsläpp vid förbränning av naturgas är genomgående lägre än för kol, torv, olja och andra bränslen, även om förbättrade reningsmetoder utvecklas och används för dessa bränslen.

Utsläppen av stoft och metaller är i de flesta fall flera tiopotenser lägre än för andra bränslen.

Vid användning av naturgas är det endast utsläppen av kväveoxider och koldioxid som kan orsaka effekter på miljö och hälsa. I båda fallen ger dock naturgas lägre utsläpp än kol och olja.

Vid oljeeldning medför oljans svavelinnehåll att syradaggpunkten är begränsande för lägsta möjliga temperatur i rökkanalen. Naturgasens svavelinnehåll är försumbart och avgasernas daggpunkt vid förbränning av naturgas i fuktig luft blir ca 59°C. Syradaggpunkten för rökgaser från oljeförbränning ligger på ca 150°C.

Vid naturgasförbränning bildas ca 30 % större mängd vatten per energienhet än vid oljeförbränning.

Korrosiviteten hos kondensatet vid naturgaseldning är liten och det är i första hand fukten som ställer till problem.

Den genomgång av utländska normer som utförts pekar inte på några mer påtagliga problem med kondensering. Isolering av kanaler i kalla utrymmen och att fukt-tåligen material förutsätts är indikationer på att man uppmärksammat problemen.

De nordiska normerna för dimensionering av rök- och avgaskanaler förefaller till stor del bygga på de västtyska normerna.

En förutsättning för att en förbränningsanläggning skall fungera optimalt är att panna, gasbrännare och avgaskanal är rätt dimensionerade i förhållande till varandra. Åtgärder som ökat luftöverskott, inblandning av pannrumsluft i avgaskanalen och ökad brännareffekt innebär ofta att man genom förändrade driftbetingelser försöker anpassa övriga delar av anläggningen till en överdimensionerad och bristfälligt isolerad avgaskanal. Med de krav som idag ställs på driftsekonomi är sådana åtgärder för att minska kondensbildningen mindre attraktiva. I många fall är det nödvändigt att minska avgaskanalarean genom installation av insatsrör och även försöka isolera kanalen bättre.

Insatsrören kan dimensioneras i enlighet med dimensioneringsreglerna för avgasrör.

Naturgasens renhet innebär mindre behov av rensning. Enklare insatsrörskonstruktioner borde därför kunna användas. Detta skulle kunna få till följd att förutsättningarna för att installera rören lätt utbytbara förbättras.

Vid avgastemperaturer under 250°C borde 0,7 mm godstjocklek kunna godtas om insatsröret utförs i rostfri eller syrafast plåt.

På marknaden finns idag böjliga insatsrör av stål eller andra material. För den konstruktionen har ännu inte formulerats några generellt gällande krav. Fognings- och tillverkningsmetoderna har stor betydelse för slutproduktens egenskaper och det är svårt att komma ifrån typgodkännandeförfarandet för produkten.

3 NATURGAS

3.1 Huvudbeståndsdelar och egenskaper

Naturgas består av en blandning av olika gaser med metan (CH_4) som huvudbeståndsdel. Den danska naturgasen som förekommer i Sverige har en metanhalt på omkring 90 %.

Naturgasen innehåller också andra kolväten, som etan (C_2H_6), propan (C_3H_8), butan (C_4H_{10}), pentan (C_5H_{12}), hexan (C_6H_{14}) osv. Halterna varierar, men överstiger sammanlagt sällan 10 %. När naturgasen lämnar borrhålet, är mängden dock något större. I den obehandlade gasen finns dessutom vattenånga. De kolväten, som kan kondensera i rörledningssystemen, samt vattenångan avskiljs effektivt i olika behandlingsanläggningar, innan gasen skickas ut i rörledningssystemen. I de flesta typer av naturgas finns också mindre mängder koldioxid (CO_2), kväve (N_2) och syre (O_2).

Naturgas är betydligt lättare än luft, varför eventuella utsläpp inte ansamlas i lågpunkter. Ren naturgas kan inte brinna eller explodera. För att brand skall uppstå krävs att gasen är blandad med luft i vissa bestämda koncentrationer (mellan 5 och 15 % naturgas) och att det finns en tändkälla. Risk för explosion föreligger endast om gas/luftblandningen koncentreras i ett slutet utrymme.

Tabell 3.1 Naturgasens kemiska sammansättning

Typ av naturgas:		Danmark	Deudan ¹⁾	Sovjet	Troms ²⁾
Kemisk sammansättning					
Metan CH_4	vol %	91,1	88,7	98,9	91,6
Etan C_2H_6	vol %	4,7	5,3	0,2	3,6
Propan C_3H_8	vol %	1,7	1,6	0,0	1,1
Butan C_4H_{10} och tyngre kolväten	vol %	1,4	0,6	0,0	0,4
Koldioxid CO_2	vol %	0,5	1,4	0,0	2,4
Kvävgas N_2	vol %	0,6	2,4	0,9	0,9
Övre värmevärde (MJ/Nm^3)		43	42	37	41
Under värmevärde (MJ/Nm^3)		39	37	34	37
Relativ densitet ³⁾		0,62	0,63	0,56	0,62

1) Naturgas från det västtyska gassystemet. Naturgasen leds från Västtyskland till Danmark med en ledning som kallas Deudanledningen.

2) Naturgas från de nordnorska gastillgångarna på Tromsflaket. Naturgasen kan som ett av flera alternativ komma att transporteras från norra Norge genom Sverige och Danmark ner till kontinenten. Specifikationen har erhållits från Statoil i Norge.

3) Densitet i förhållande till luft.

3.2 Föroreningar i naturgas

Tabell 3.2 visar att naturgasen innehåller avsevärt mycket mindre föroreningar än de övriga bränslena. Om man jämför med kol är föroreningshalterna för naturgas mer än en faktor 1000 lägre för alla föroreningar utom svavel och kadmium, vilka är en faktor 250 lägre. Det bör dock noteras att referensgasens svavelhalt är högre än vad som idag är känt beträffande kvaliteten på den danska naturgasen. Det är inte uteslutet att samma förhållande gäller även kadmiumhalten.

Ren naturgas är luktfri. För att den enskilda förbrukaren lättare och snabbare skall kunna upptäcka eventuella läckage tillsätts därför luktämnen. I Sydgas distributionssystem tillsätts ca 18 mg tetrahydrothiophene (C_4H_8S) per m^3 . För den totala svavelhalten innebär detta ett tillägg på cirka 0,17 mg S/MJ. Gasen kommer då att få en svavelhalt på högst 0,2 mg/MJ vilken kan jämföras med ca 70 mg/MJ för eldningsolja 1.

Tabell 3.2 Föroreningar i naturgas och i de referensbränslen som används i projekt Naturgas-Hälsa-Miljö

Referensbränslen	Naturgas	Kol	Eo 1	Eo 5	Torv	Ved
Förorening						
Svavelhalt,	mg/MJ <1,0 ¹⁾	310	70	240	120 ²⁾	20 ²⁾
Arsenik As,	$\mu\text{g}/\text{MJ}$ <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
Kvicksilver 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
Värdena är uträknade med följande undre värmevärde, MJ/kg						
	49 (39 MJ/Nm ³)	26	41,2	40,5	22 ³⁾	19 ³⁾

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

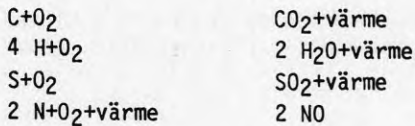
2) mg/MJ av brännbart

3) torr askfri substans

Streck innebär att uppgift saknas.

3.3 Förbränning

Vid förbränning frigörs den i bränslet bundna energin och erhålls i form av värme. De brännbara beståndsdelarna, dvs kol (C), väte (H), svavel (S) och kväve (N) oxideras. Reaktionen kan förenklat skrivas:



Avgasernas sammansättning vid naturgasförbränning blir något annorlunda än rökgasernas sammansättning vid förbränning av kol och olja. Bland annat är vätehalten i naturgas cirka 25 viktsprocent jämfört med cirka 12 % i olja och cirka 5 % i kol. Vätet förbränns till vatten och halten vattenånga i avgaserna blir följaktligen proportionell mot bränslets väteinnehåll. Det höga vatteninnehållet höjer avgasernas daggpunkt som vid förbränning av naturgas i fuktig luft blir 59°C, medan motsvarande siffra för olja är cirka 50°C. För olja är detta av mindre vikt eftersom syradaggpunkten, ca 150°C, är begränsande.

Avgaser från förbränning av naturgas innehåller i huvudsak följande beståndsdelar:

Kväve (N₂)
 Syre (O₂)
 Vattenånga (H₂O)
 Koldioxid (CO₂)

Dessutom innehåller avgaserna små mängder kväveoxider (NO_x), oförbrända kolväten (C_xH_y), aldehyder (-CHO) och koloxid (CO).

Normalt avlägsnas alla avgasernas beståndsdelar via avgaskanalen i gasform.

Vid naturgasförbränning bildas större mängd vatten än vid oljeförbränning.

Tabell 3.3 Mängden vatten som bildas vid förbränning av några olika gaskvaliteter samt olja.

Gastyp	kg/m ³ _n gas	kg/kWh
Stadsgas	0,8	0,16
Naturgas	1,6	0,13
Gasol (Propan)	3,3	0,12
Olja	1 kg/l	0,10

Av tabell 3.3 framgår att det vid naturgasförbränning bildas cirka 30 % större mängd vatten per energienhet än vid oljeförbränning.

Avgasmängder och sammansättning

Vid stökiometrisk förbränning av naturgas bildas $0,29 \text{ m}^3$ avgaser per MJ tillfört bränsle. Motsvarande siffror för olja är även den $0,29 \text{ m}^3/\text{MJ}$, räknat på undre värmevärdet och fuktig rökgas. Siffrorna kan skilja något beroende på oljans sammansättning.

I verkligheten sker förbränningen med luftöverskott. Luftöverskottet är större vid oljeeldning och koleldning än vid naturgaseldning. Typiska värden för pannor mellan 1 och 50 MW kan vara en luftfaktor på 1,05 för naturgas och 1,1 för olja. Detta får till följd att avgasflödet blir cirka 5 % lägre än rökgasflödet vid övergång från oljeeldning till gaseldning.

4 KONDENS OCH KORROSION

Det är främst svavel i närvaro av vanadin och natrium som ger stora risker för högtemperaturkorrosion. Naturgasens försumbara svavel- och metallinnehåll gör att högtemperaturkorrosion helt kan undvikas.

I oljefallet är det främst syradaggpunkten cirka 150°C som avgör hur långt ner rökgastemperaturen kan sänkas, och därmed hur låga rökgasförlusterna kan bli. Kyls gaserna under 150°C, utfälls svavelsyra H_2SO_4 som orsakar en allmän korrosion på de metall- ytor där den kondenserar. Svavelsyran bildas vid temperatur över 200°C genom en reaktion mellan svaveltrioxid SO_3 och vatten H_2O .

Någon risk för utfällning av svavelsyra föreligger inte vid naturgaseldning. Syradaggpunkter saknar därför betydelse och avgasernas temperatur kan istället sänkas till vattenångans daggpunkt cirka 60°C.

Kondensatets korrosivitet minskar ju mer vatten som kondenseras ut. Detta beror på att de korrosiva produkterna återfinns i de först utkondenserade dropparna. En fortsatt kylning/kondensering av avgaserna medför en utspädning av kondensatet.

På grund av korrosionsproblem bör eventuell kondenseringen ske i en separat enhet tillverkad av lämpligt material.

Kondensatets sammansättning vid naturgasförbränning visas i bilaga 1 som är en sammanställning av mätningar gjorda på 283 villapannor. Kondensationsdelen i dessa pannor var tillverkade av aluminium eller rostfritt stål. Det konstaterades att korrosionshastigheten i kondensationsdelen var låg i de flesta installationerna och att detta inte borde förkorta pannans livslängd. Sammansättningen av kondensatet varierade mycket mellan olika anläggningar och det visade sig bland annat att förbränningsluftens kloridinnehåll hade en avgörande betydelse för korrosiviten.

4.1 Lösningar på kondensproblemet

Det finns i princip två olika möjligheter att gå tillväga på för att undvika problem med kondens.

Den ena möjligheten är att tillåta kondensering. Förbränningsanläggningen anpassas genom att material som tål kondensering används i panna och avgaskanal. I detta fall måste även tillfredsställande uppsamling och avtappning av kondensatet ordnas. Eventuellt måste man neutralisera kondensatet, som har ett pH-värde 3,5-4,5.

Den andra möjligheten att lösa problem med kondensering på är att undvika att kondensering inträffar i panna och avgaskanal. Denna rapport begränsas till att behandla detta fall.

Undvikande av kondensering kan ske genom att avgasernas temperatur ligger över dess daggpunkt eller genom sänkning av vattenångans daggpunkt genom att sänka vattenångans mättnadstryck. Mättnadstrycket sänks genom att man minskar avgasernas specifika vatteninnehåll.

4.2 Förekommande åtgärder mot kondensproblem

Höjning av brännarens effekt

Åtgärden medför en ökning av avgasmängden och en höjning av avgastemperaturen. Kondensering undviks då brännaren är påslagen. Åtgärden är enkel att vidta, men nackdelen är att drifts-ekonomin försämras, eftersom brännarens stilleståndstid blir längre.

Ökning av avgashastigheten

Åtgärdens syfte är att minska avgasernas temperaturfall och därmed åstadkomma en temperaturnivå så att kondensering i avgaskanalen undviks. Detta kan ske genom att avgaskanalens tvärsnittsarea minskas, t ex genom installation av insatsrör. Man måste här försäkra sig om att tryckfallet i kanalen överynnas av fläktbrännaren respektive det naturliga draget. Hänsyn måste tas till eventuellt behov av kanalrensning.

Fördelarna med insatsrör är att det är möjligt att optimera driftekonomin under förutsättning att insatsröret dimensioneras med hänsyn till brännareffekten. Kombinerad med isolering runt insatsröret är åtgärden energiekonomisk och funktionsmässigt ofta den mest tilltalande. En av nackdelarna är att investeringskostnaden blir förhållandevis hög. En annan är att den kanske enklaste varianten att installera, flexibla spiralslangar med tunn godstjocklek, ännu inte utprovats i önskvärd omfattning.

Isolering av avgaskanalen

I vissa fall kan dimensioneringen av avgaskanalen vara riktig, men på grund av dålig isolering av kanalen och förbindelsekanaler kyls avgaserna till sådan temperatur att kondensering sker i avgaskanalen.

Temperaturfallet i oisolerade rök- och avgaskanaler kan vara så högt som upp emot 40°C per meter.

Genom att tilläggsisolera avgas- och förbindelskanaler kan i vissa fall avgastemperaturen höjas tillräckligt högt för att kondensering skall undvikas.

Inblandning av luft i avgaserna efter pannan

En enkel åtgärd är att genom inblandning av pannrumsluft öka avgasernas strömningshastighet och därigenom minska temperaturfallet på vägen upp genom avgaskanalen. Samtidigt medför inblandningen av torr pannrumsluft med lägre relativ fuktighet att avgas/luftblandningen i avgaskanalen blir torrare än avgaserna utan luftinblandning. Vattenångans daggpunkt sänks och risken för kondensering minskar. Inspädningen kan praktiskt ske genom installation av fläkt eller en motdragslucka.

Fläkten installeras efter pannan för att blanda in varm pannrumsluft i avgaserna. Fläkten startar då brännaren startar för att fortsätta att gå en stund efter det att brännaren stannat. Med fläktens hjälp späds avgaserna ut med luft med lägre relativ fuktighet, vilket motverkar kondensering.

I stället för fläkt kan en motdragslucka installeras. Luftinblandningen blir emellertid mer svårkontrollerad än med fläkt.

Höjning av luftfaktorn

Genom att öka luftöverskottet vid förbränningen ökar avgasmängden, och därmed strömningshastigheten i avgaskanalen, samtidigt som avgasblandningen blir torrare. Den ökade luftmängden medför, att onödigt mycket luft tillförs och värms, vilket får till följd att driftsekonomin försämras.

5 UTLÄNDSKA NORMER FÖR AVGASKANALER

I det här kapitlet speglas de normer och regler som gäller i några andra länder. Normerna i följande länder har studerats:

- Danmark
- Tyskland
- Frankrike
- Kanada

Danmark har tagits med av framförallt följande anledningar; Danmark ligger steget före Sverige när det gäller introduktionen av naturgas, förutsättningarna i Danmark är likartade de som gäller i Sverige och en nordisk samordning har ofta eftersträvat i normarbetet inom det förbränningstekniska området.

Inom det förbränningstekniska området har ofta Västtyskland varit normgivande och ofta har nordiska normer influerats av de Tyska.

Frankrike och Kanada är nationer med naturgastraditioner och har bl a av den anledningen studerats.

5.1 Danmark

Följande regler är hämtade ur det danska gasreglementet från 1981 avsnitt A:

Kondens

Vid sammanfogning av avgaskanaler skall det övre röret stickas in i det nedre för att kondensat ej skall läcka ut ur kanalen. Skarven skall vara tät.

Där ventilationskanaler avsedda för avgaser passerar kalla rum eller över tak, där det finns risk för kondensbildning, kan gasleverantören kräva att kanalen skall isoleras med minst 25 mm mineralull eller liknande.

Material

Avgaskanaler skall vara utförda av ej brännbart material och vara skyddade mot korrosion. Följande material kan användas:

- Aluminiumplåt med en minsta tjocklek av 0,8 mm
- Emaljerad eller galvaniserad stålplåt med en minsta tjocklek av 0,7 mm
- Rostfri stålplåt med en minsta tjocklek av 0,7 mm

Förutom nämnda material kan även andra av Danmarks Gasmateriel Prøvning (DGP) godkända material användas.

Avgaskanals_dimension

Avgaskanaler med naturligt drag skall dimensioneras enligt tabell 5.1. Avgaskanalens dimension får dock aldrig vara mindre än gasapparatsens kanalanslutning. Hos rektangulära eller ovala kanaler får den längsta sidan högst vara 1,5 gånger längre än den minsta.

Tabell 5.1 Dimensionering av avgassystem från apparater med öppen förbränningskammare och atmosfärsbrännare.

Nominel belastning	Rundt og kvadratisk tvärsnit	Rektangulært tvärsnit	
	Diameter/sidelængde	Sidelængder	
3,4 kW	50 mm	60 mm	40 mm
5,2 kW	60 mm	70 mm	50 mm
7,1 kW	70 mm	80 mm	60 mm
11,0 kW	80 mm	90 mm	70 mm
16,0 kW	90 mm	100 mm	70 mm
21,0 kW	100 mm	120 mm	80 mm
26,0 kW	110 mm	130 mm	90 mm
33,0 kW	120 mm	150 mm	100 mm
42,0 kW	130 mm	160 mm	110 mm
53,0 kW	140 mm	170 mm	120 mm
63,0 kW	150 mm	190 mm	130 mm
80,0 kW	160 mm	200 mm	140 mm
96,0 kW	170 mm	210 mm	140 mm
114,0 kW	180 mm	220 mm	150 mm
130,0 kW	190 mm	240 mm	160 mm

För fläktgasbrännare redovisas avgaskanalens dimension som funktion av effekten för olika avgaskanallängder i bilaga 2.

Tvärgående avgaskanaler tillåts om de inte är längre än ca 3 m och om stigningen är minst 5 %.

En gasapparat med inbyggt dragavbrott får anslutas direkt och utan stigning till skorsten om längden är mindre än 0,5 m.

Avgaskanalens mynning

Ventilationskanaler avsedda för avgaser skall utmynna minst 0,30 m över tak om taklutningen är mindre än 30° . Då taklutningen är större än 30° skall kanalen utmynna minst 0,75 m över tak.

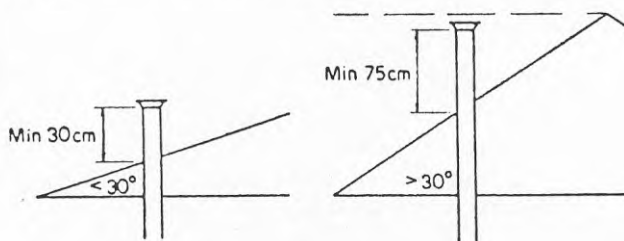


Fig 5.1 Ventilationskanalers minsta höjd över tak.

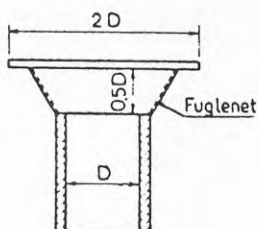


Fig 5.2 Avgaskanalens mynning skall vara försedd med en hätta.

Övrigt

En avgaskanal från gasapparat med högst en märkeffekt på 60 kW får om den har dragavbrott anslutas till en ventilationskanal som uppfyller kraven i tabell 5.1. För fläktgasbrännare är motsvarande maximala märkeffekt 35 kW.

Fläktgasbrännare med en märkeffekt över 35 kW skall anslutas till separat skorsten som ej mottar avgaser från andra gasapparater.

Avgaser från gasapparater i småhus och liknande får inte anslutas till skorsten som mottar rök från eldstäder med fast bränsle. Det är tillåtet att byta ut en oljebrännare mot en gasbrännare.

5.2 Västtyskland

Västtysklands naturgasnorm beträffande avgaskanaler återges här som ett utdrag ur "Technische Regeln für Gas-Installationen DVGW-TRGI 1972". Hänsyn är tagen till ändringar avseende avsnitt 4.2 och 5 i DVGW-arbetsbladen G 600 från februari 1981, där avgaskanaler avsedda för självdrag behandlas.

Kondens

Risken för utfällning av kondensat omnämns inte särskilt. Det finns dock regler som berör ämnet. Exempelvis skall avgaskanaler som passerar ouppvärmda rum vara gjorda av värmeisolerande material eller vara isolerade. Vidare rekommenderas fukttåliga material till avgaskanaler.

Material

Avgaskanaler skall tillverkas av obrännbart material som dessutom är rostfritt eller skyddat mot korrosion. Som exempel på godkända material nämns asbestcement, aluminiumplåt, mässingsplåt, kopparplåt eller stålplåt av "passande" kvalitet. Minsta tillåtna kanalväggstjocklekar är 7 mm för asbestcement, 0,75 mm för plåtkanaler upp till 100 mm diameter, 1 mm för plåtkanaler över 100 mm diameter. För stålplåt anses 2 mm tjocklek räcka mot korrosion. Avgaskanaler av plåt måste motsvara DIN 1298 eller vara godkända av DVGW.

Avgaskanals dimension

Tvårsnittarean på avgaskanaler bestäms med hjälp av gasapparaternas märkeffekt, antal anslutningar, utnyttjningstid och den verksamma skorstenshöjden enligt nedanstående formel.

$$A = a \cdot \frac{c(b-h) + \tau Q_n}{bc + h} \quad \text{där}$$

A (cm ²)	Avgaskanalens minsta tillåtna tvårsnittsarea
Q _n (Mcal/h)	Gasapparaternas totala märkeffekt
τ (m·h/10 ³ kcal)	Faktor för utnyttjningstid kortvarig: τ = 0,588 långvarig τ = 1,0
h (m)	Verksam skorstenshöjd. Vid h större än 8 m sätts h till 8 m.
a (cm ²)	Konstant, a = 100 cm ²
b (m)	" b = 20 m
c (-)	Faktor för skorstenutförande Formstycke: c = 1,0 Murad kanal: c = 0,63

Avgaskanaler av formstycken måste ha en tvårsnittsarea av minst 100 cm.

Vid murade kanaler skall dessa ha en tvårsnittsarea på minst 13,5x13,5 cm.

Vid rätvinkliga kanaler får den längre sidan vara högst 1,5 gånger längre än den kortare som måste vara minst 10 cm.

Avgaskanaler får inte ha större tvårsnittsarea än 1,5 gånger minsta tillåtna tvårsnittsarea.

Om ytterligare gasapparater ansluts till en avgaskanal så att sammanlagda värmeeffekten ökar med mer än 25 %, måste ett större avgasrör installeras.

Vågräta eller lutande avgasrör tillåts, om dess totala längd inte överstiger 2 m. För varje 2 m verksam skorstenshöjd får inte mer än 1 m avgaskanal utföras vågrät eller lutande.

En skorsten (avgaskanal) får bara på ett ställe vara sned, och en mindre vinkel mot det vågräta planet än 60° är otillfredsställande. Endast i undantagsfall får man gå ner till 45° och detta då glatta kanalmaterial används. I dessa fall skall kanalböjen förses med inspektionsslucka.

Den verksamma skorstenshöjden måste vara minst 4,5 m. 4 m accepteras då den överst anslutna eldstaden eldas endast med gas.

Avgaskanals mynning

Mynning på avgaskanal får inte placeras i omedelbara närheten av fönster och balkonger. Några mer detaljerade regler omnämns inte.

Övrigt

Man kan notera att värmeisolering av avgaskanaler endast nämns i samband med att avgaskanaler passerar ett kallt utrymme eller då kanal passerar genom vägg eller golv.

Beträffande gaspannor med större märkeffekt än 30 kW och pannor där avgasflödet inte upphålls med fläktgasbrännare skall dessa ha separat skorsten.

5.3 Frankrike

Frankrikes naturgasnorm "Document Technique Unifié" (D.T.U n° 61-1) finns praktiskt beskriven i form av handboken "Guide pratique des installations de gaz" (april 1982) ur vilken följande uppgifter hämtats.

Kondens

Kondensproblemet behandlas inte som något större problem. Man nämner dock att ett avtappningsrör eller dylikt för kondensat skall finnas om kanalen är utvändigt, är oisolerad eller om den korsar ouppvämt utrymme. Problemet med kondensbildning avspeglas i att fukttåliga material rekommenderas till avgaskanaler.

Material

I normen omnämns betong, terrakotta, dubbelsidigt emaljerat stål och asbestcement som traditionella material som kan användas i nya avgaskanaler.

Som exempel på "speciella" material för avgaskanaler med naturligt drag nämns nedanstående:

- asbestcement
- aluminium (renhet 99,5 %)
- rostfritt stål
- glaserad sandsten
- gjutjärn

Vanligt eller galvaniserat stål tillåts inte i avgaskanaler med naturligt drag.

Vid mekaniska avgasevakivering gäller samma kanalmaterial som vid självdrag. Anslutningskanaler till gasapparater får dock vara av galvaniserat stål om kanalen är lättillgänglig.

Avgaskanals dimension

Man skiljer på avgaskanaler för mekanisk avgasevakivering och för självdrag.

Vid mekanisk avgasevakivering gäller att en anslutning skall vara minst lika stor som den minsta av gasapparatens avgasöppning och huvudavgaskanalens anslutningsöppning. Anslutningskanalens längd skall vara så kort som möjligt. Största tillåtna längd på anslutningskanal är 10 m förutom en 90° krök och 2 m stigrör. En oisolerad anslutningskanal i ett uppvärmt utrymme skall ha en stigning på minst 3 %.

Vid självdrag tillåts vågräta kanaler upp till 6 meters längd om dessa är konstruerade för att tåla kondens. I övrigt tillåts kanallängder upp till 3 m. Om den "vågräta" kanalens längd överstiger 1 m, skall dess stigning vara minst 3 %.

Avgaskanalens dimension vid självdrag är i den franska normen kopplad till kanalens höjd, diameter och antal krökar, ansluten maximal effekt och anslutningsledningens diameter.

Avgaskanals mynning

Kanalmyningar skall vara försedda med vindskydd mot tillbakslag. Om mynning är försedd med vindskydd får detta ej hindra avgaserna.

Mynning skall placeras på sådan höjd att man ej riskerar bakslag på grund av att kringliggande byggnadsdelar stör luftströmningen.

För tak med större lutning än 15° mot horisontalplanet gäller att:

- Avgaskanal skall utmynna minst 0,4 m över alla byggnadsdelar inom ett avstånd av 8 m. Byggnadsdelar med små dimensioner som t ex skorstenar påverkar emellertid inte placering av avgas kanalsmynning.
- Avgaskanal får utmynna i höjd med takås om vindskydd mot tillbakslag finns och om mynningen ligger minst lika högt som alla byggnadsdelar inom ett avstånd av 8 m.

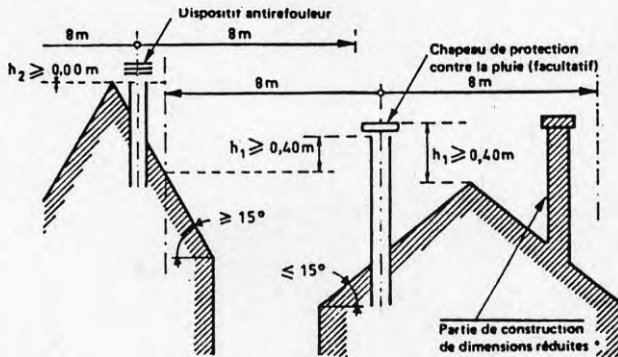


Fig 5.3 Avgaskanals mynning.

För terrasstak eller tak med mindre lutning än 15° mot horisontalplanet gäller:

- Kanalmyningen skall vara belägen minst 1,2 m ovan tak samt vara minst 0,4 m högre än alla byggnadsdelar inom ett avstånd av 8 m.
- Kanalmyningen skall vara belägen minst 1 m ovan uppstående kant runt tak om kanten ligger inom ett avstånd av 8 m.
- Kanalmyning skall vara belägen minst 0,40 m ovan alla byggnadsdelar inom ett avstånd av 8 m.

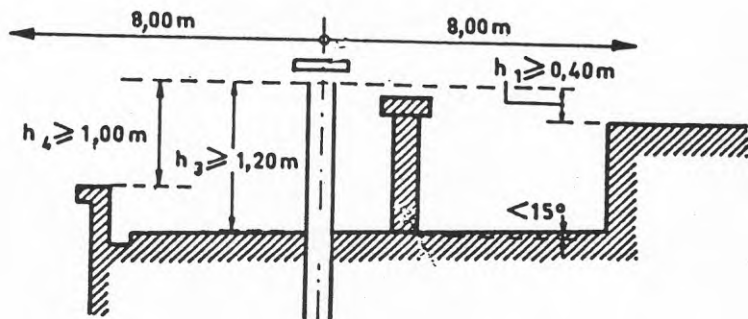


Bild 5.4 För kanalmyning mot innergård gäller att avståndet till fönster och ventilationsöppningar skall vara minst 0,60 m.

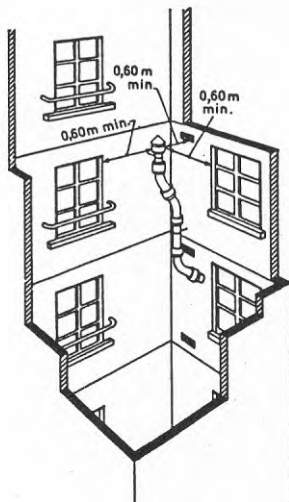


Bild 5.5 Kanalmyningar på innergård.

Övrigt

Vid genomgång av normen har följande noterats:

- Isolering av avgaskanaler behandlas överhuvudtaget inte.

- Syrafast stål omnämns inte. Rostfritt stål tas däremot upp i samband med avgaskanaler liksom aluminium.
- Man tillåter "långa vågräta" kanaler (6 m vid självdrag, 10 m vid mekanisk avgasevakivering) med en stigning av endast 3 %.
- Kondensproblem undviks i Frankrike genom att välja fuktresistent material i avgaskanalerna och genom särskilda avtappningsanordningar för kondensat.
- Man praktiserar system med gemensam kanal för avgaser och avluft. I sådana kombinerade system kan man miss-tänka att problem med att upprätthålla "rätt" avgas- och ventilationsflöden uppstår.

De kombinerade systemen kan eventuellt medverka till minskning av kondensproblemen pga att utspädningen av avgaserna med avluft kan sänka avgasernas daggpunkt.

5.4 Kanada

Kanadas naturgasnorm "CGA Code B149.1" (Installation Code for Gas Burning Appliances and Equipment).

Kondens

Beträffande skorstenar nämns att då en befintlig murad skorsten är ofodrad och man kan vänta sig kondensproblem skall ett godkänt insatsrör eller en annan avgaskanal installeras.

Då en avgaskanal installeras utomhus, sägs det att denna skall isoleras nöjaktigt.

Material

Avgaskanalanslutningar för förbränningsugnar skall ha en rostbeständighet och värmetålighet åtminstone lika med No. 20 GSG galvaniserat stål.

Avgaskanals mynning

Avgaskanal skall mynna tillräckligt högt över byggnaden eller annat hinder så att vind inte orsakar bakslag i kanalen. Avgaskanaler skall mynna minst 2 fot över alla delar av ett hus inom 10 fots omkrets horisontalt, eller minst 3 fot ovanför takgenomgången och minst 2 fot över alla delar av ett hus inom 10 fots omkrets horisontalt.

Fotnot. 1 fot = 0,305 m

Tabell 5.2 Avgaskanals mynningshöjd över platt tak.

Termination Height for Gas Vents and Chimneys Above Flat Roof

Nominal Inside Diameter, In.	Minimum Termination Height, In.
4 or less	24
5	30
6	36
7	48
8	60
10	66
12 and larger	72

Ventilationskanaler och skorstenar skall mynna minst 5 fot högre än den till kanalen högst belägna kanalanslutningen.

En avgaskanal från en väggpanna skall mynna minst 12 fot över botten av pannan. Kanalen får inte innehålla några vågräta eller sneda delar om inte pannan är anpassad för detta.

Avgaskanaler skall mynna på en plats där inte andra avgaser eller avluft kan cirkuleras in i förbränningsluftsintag eller friskluftsintag. Minsta tillåtna avstånd till sådant intag är 6 fot. Minsta tillåtna avstånd till någon annan byggnadsöppning är 3 fot.

Fotnot. 1 fot = 0,305 m
1 inch = 0,254 m

6 SVENSKA NORMER FÖR AVGASKANALER

Allmänna normer för avgaskanaler finns i SBN (Svensk ByggNorm). I SBN görs hänvisningar till Svensk Gasföreningen Naturgasmanualer som kompletterar denna.

Installationstekniskt är det framförallt dimensioneringen av avgasröret/insatsröret samt materialvalet som är av betydelse när åtgärder för att minska risken för kondensbildning studeras.

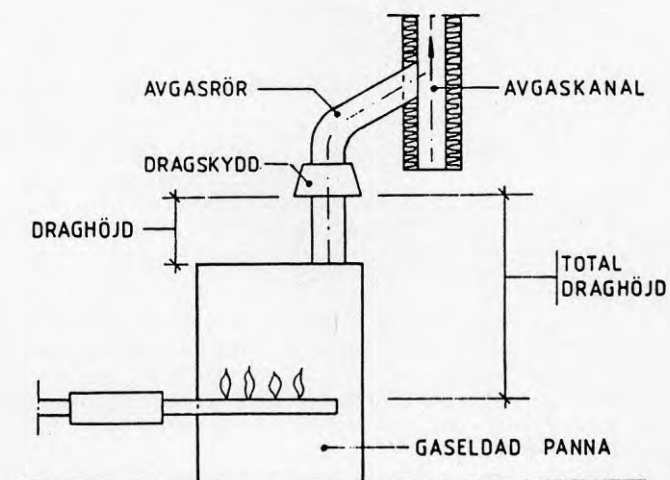


Bild 6.1 Termer och benämningar.

6.1 Dimensionering av avgasrör och avgaskanaler

Avgaskanal

Avgaskanal skall dimensioneras med hänsyn till belastning, tillgänglig kanalhöjd samt andra faktorer som effektivt kan påverka avledning av avgaserna. Avgaskanal för självdrag och panna med dragavbrott kan enligt Naturgasmanualen rent allmänt anses uppfylla ovanstående villkor för effekter upp till 60 kW om de i tabell 6.2 angivna dimensionerna innehålls.

Tabellens dimensioner gäller endast för installationer med en panna ansluten till kanalen samt under förutsättning att inga horisontella dragningar eller skarpa krökar finns i kanalen.

Tabell 6.2 Avgaskanalers dimensionering.

Effekt kW	D(mm) vid slät yta	D(mm) vid skrovlig yta
12 - 60	130 (132,7 cm ²)	200 (314,2) cm ²

Vid övergång från eldning med flytande eller fasta bränslen till gas kan efter samråd med skorstensfejaren den befintliga rökkanalen användas förutsatt att den är i gott skick och så dimensionerad att för pannan erforderliga dragförhållanden kan upprätthållas samt att risken för kondens beaktas.

Dimensioneringen illustreras grafiskt i bilaga 3.

Avgasrör

Avgasrörets innerdiameter får enligt Naturgasmanualen ej underskrida måtten i tabell 6.1

Tabell 6.1 Minsta innerdiameter för avgasrör.

Effekt kW	D mm i	A cm ²	Yta vid rektangulärt tvärsnitt, cm ²
5	65	33,2	42
7	75	44,2	56
11	90	63,6	81
16	100	78,5	100
20	110	95,0	121
30	125	122,7	156
45	140	153,9	196
57	150	176,7	225

De i tabellen angivna minimidimensionerna gäller för relativt korta avgasrör och gynnsamma dragförhållanden samt för värmeeffekter upp till 60 kW. Vid ogynnsamma dragförhållanden skall avgasröret dimensioneras med hänsyn till den aktuella installationens utformning. Om pannans avgasanslutning har större dimension än i tabellen angiven skall röret utföras i samma dimension som pannanslutningens.

Självdragssystem skall dimensioneras så att ett korrekt förhållande avgasmängd/kanalhöjd/kanalmotstånd erhålles.

SG-TS 402 kan användas vid dimensioneringen. Bilaga 4.

För korrekt dimensioneringsval måste verklig avgasmängd bedömas. Hänsyn tas till

- Gaseffekt
- Luftfaktor
- Utspädning i systemet
(Ex luftinjektering i eldstad efter förbränning, dragavbrott vid atmosfärsbrännare)

System med forcerat drag

Vid forcerat drag kan kanaltvärsnittet väljas avsevärt mindre än i självdragssystem. För att minska risken för sot och stoftpåslag på avgassystemets innerväggar anger SBN 1980 följande för oljeeldning:

Flödehastigheten vid märkeffekt skall minst vara 25 m/s. Av bullerbegränsningsskäl bör normalt den maximala avgashastigheten ej heller nämnvärt överstiga 25 m/s. Flödehastigheten vid minieffekt får ej underskrida 8 m/s. Avgaserna från naturgaseldning innehåller emellertid mindre stoft och sot än vid oljeeldning, varför lägre flödehastigheter rent tekniskt kan väljas utan att problem uppstår.

Tryckfallsberäkning vid gaseldning med forcerat drag sker som vid konventionell oljeeldning.

6.2 Material i avgaskanaler

I gällande byggnorm SNB 80 anges speciella bestämmelser för avgaskanaler från eldstäder som vid drift med maximal effekt inte ger en högre avgastemperatur i kanalen än 150°C.

Sådan avgaskanal som anordnas med dragavbrott godtas dimensionerad enligt Svenska Gasföreningens anvisningar.

Sådan avgaskanal anordnad utan dragavbrott godtas dimensionerad i enlighet med vad som gäller för röckkanaler.

Enligt Svenska Gasföreningens anvisningar gäller följande för avgassystem för max 150°C avgastemperatur:

- Inre kanalvägg i rostfritt eller syrafast stål med en godstjocklek av min 0,7 mm, alternativt aluminium med min 1 mm godstjocklek.

Avgasrör och dragskydd utföres i samma material som avgaskanal.

För insatsrör för förebyggande av kondensering finns inte några speciella anvisningar för avgaskanaler. För insatsrör i röckkanaler godtas 1,5 mm godstjocklek, oberoende av materialkvalitet.

I avsnitt 8.2.2 behandlas material i insatsrör.

7 UTVÄRDERING

Vid en analys av problemen med kondensering i avgaskanaler är det helt naturligt att dra paralleller vid motsvarande problem i rökkanaler. I samband med övergång från fastbränsle till olja uppmärksammades problemen med kondensbildning. Framför allt de höga svavelhalterna i eldningsolja medförde, att det var helt nödvändigt att dimensionera panna, oljebrännare och rökkanal så att kondensering undveks.

Med naturgas som bränsle förändras förutsättningarna, eftersom kondensatet ej blir lika korrosivt som vid oljeeldning.

Även om några åtgärder av de som redovisas i avsnitt 4 tekniskt och driftsekonomiskt är att föredra framför andra, går det inte att generellt rekommendera enbart dessa.

Huvudsyftet med att sträva efter en låg avgastemperatur är att förbättra eldningsanläggningens verkningsgrad. En låg avgastemperatur innebär också att de brandtekniska kraven på avgaskanalen mildras.

Att i befintliga anläggningar alltid sträva efter att sänka avgastemperaturen så lågt som möjligt är inte alltid optimalt sett till totalekonomin. Investeringarna för att åstadkomma detta återbetalas ej alltid genom lägre energiförbrukning.

7.1 Ändrade driftbetingelser

Av bild 7.1 framgår sambandet mellan avgasernas CO₂-halt och daggpunkten för avgaserna.

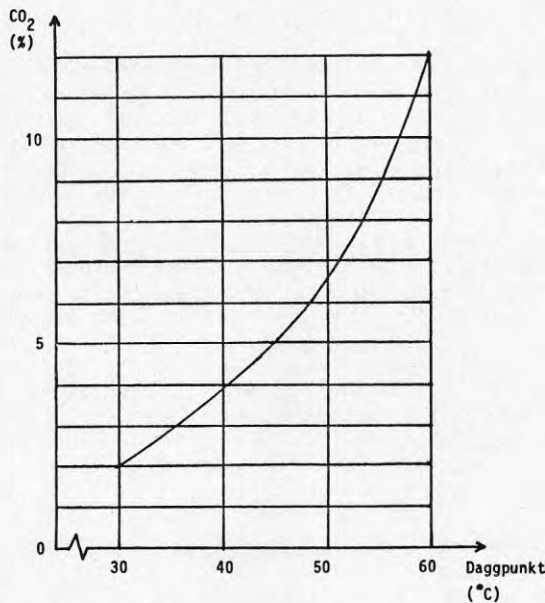


Bild 7.1 Daggpunkt vid olika CO₂ halter.

En ökning av luftfaktorn innebär en sänkning av CO₂-halten och därmed även en sänkning av avgasernas daggpunkt.

Ett annat sätt att minska risken för kondens i avgaskanalen är att leda in varm pannrumsluft i avgaskanalen direkt efter pannan. Åtgärden medför ingen påverkan på förbränningsverkningsgraden, men den luft som tillförs avgaskanalen är luft som värmts från utetemperatur till pannrumstemperatur. Denna temperaturhöjning kräver någon form av energiinsats.

Det kanske enklaste sättet att öka avgastemperaturen är att öka brännareffekten. En ökning av brännareffekten innebär, att brännarens stilleståndstid förlängs. Detta för i sin tur med sig att genomströmningsförlusterna ökar och årsmedelverkningsgraden sjunker.

En förutsättning för att en förbränningsanläggning skall fungera optimalt är att panna, gasbrännare och avgaskanal är rätt dimensionerade i förhållande till varandra.

Åtgärder som ökat luftöverskott, inblandning av pannrumsluft i avgaskanalen och ökad brännareffekt, innebär att man genom förändrade driftbetingelser försöker anpassa övriga delar av anläggningen till en överdimensionerad och bristfälligt isolerad avgaskanal.

Med de krav som idag ställs på driftsekonomi, är modifieringar av brännare och andra drifttekniska åtgärder för att minska kondensbildningen mindre attraktiva. I många fall är det helt nödvändigt att minska avgaskanalsarean och även försöka isolera kanalen bättre.

7.2 Befintliga röckanaler

Äldre hus har i regel murade tegelskorstenar. Röckkanalen i dessa skorstenar är ofta dimensionerade för stora rökgasflöden, eftersom de i första hand var avsedda för eldning med fast bränsle i form av ved, kol eller koks. Vid övergång till oljeeldning kompensterades i regel ett mindre rökgasflöde med ökad brännareffekt för att hålla rökastemperaturen över syradaggpunkten.

I hus byggda efter 1960 har olika typer av elementskorstenar och röckkanaler i stål blivit vanligare. I regel är dimensioneringen av dessa kanaler bättre, eftersom de ofta redan ursprungligen var avsedda för olja och inte för fasta bränslen.

I äldre byggnader finns redan idag åtgärdade murade kanaler. Insatsrör i stål eller keramiskt material har monterats in i röckkanalen i syfte att minska risken för kondensbildning och har ibland även använts för reparation av otät röckkanal.

En minskning av rökkanalarean medför direkt en förbättring, eftersom avgashastigheten blir högre. Finns det dessutom utrymme för isolering runt insatsröret, förbättras förhållandena ytterligare.

Som framgått är det i första hand i överdimensionerade murade kanaler som risken för kondensering är störst vid övergång till naturgaseldning. Även vid måttligt överdimensionerade rökkanaler kan avsaknaden av isolering av kanalen, i kalla utrymmen, medföra en snabb avkylning med kondensbildning som följd.

I litteraturen nämns att temperaturfall på upp emot 40°C per meter har uppmätts i feldimensionerade och dåligt isolerade rökkanaler.

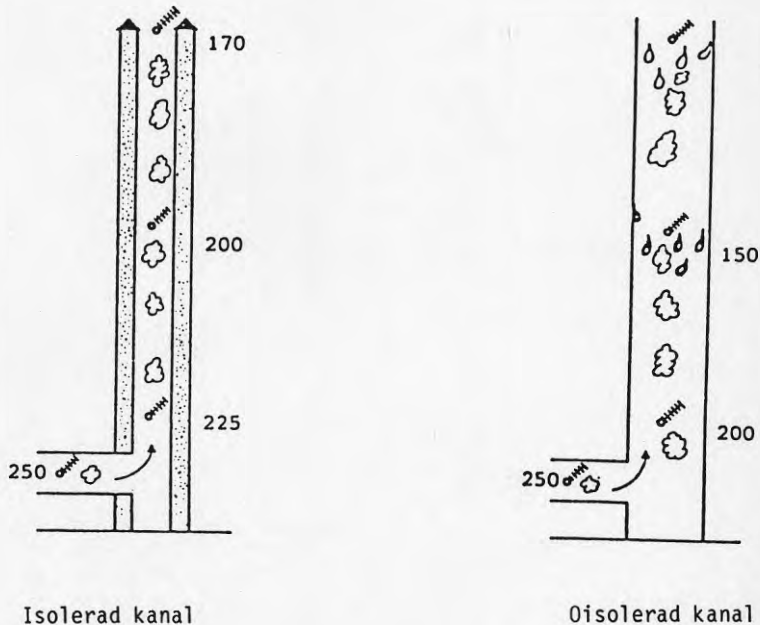


Bild 7.2 Kanaler.

Vid byte av bränsle från olja till naturgas finns det alltid en strävan att utnyttja naturgasens fördelaktiga egenskaper på ett optimalt sätt. Vore förhållandena desamma med den befintliga oljeanläggningen, skulle förutsättningarna vara bättre vid konvertering till naturgas. Denna komplikation medför att det är av största vikt att se över dimensioneringen av enheten panna, brännare och avgaskanal vid konvertering till naturgas.

Följande faktorer är speciellt viktiga att analysera.

- Avgaskanalens dimension i förhållande till brännareffekt.
- Avgastemperatur efter pannan.
- Pannans täthet.
- Avgaskanalens isolering.
- Avgastemperatur i avgaskanalens topp.

8 REKOMMENDATION

8.1 Avgaskanalens dimension i förhållande till brännareffekt

Vid övergång från annat bränsle till naturgas bör man sträva efter att anpassa avgaskanalen till de nya förhållandena.

Svenska Gasföreningens manualer Teknisk Specifikation SG-TS 402 "Dimensionering av avgassystem för självdrag" redovisas i bilaga 4. Befintliga avgaskanaler bör t ex genom installation av insatsrör dimensioneras enligt dessa regler.

Tillämpas sambanden i bilaga 4 (SG-TS 402) erhålls följande för en småhuskorsten:

Tabell 8.1 Dimensionering av avgaskanal för självdrag.
Tillämpning av bilaga 4.

Diameter mm	Effekt kW	
	h = 8 m	h = 1 m
50	2,2	3,0
60	3,6	4,6
70	5,6	6,6
80	8,1	9,0
90	11,2	11,8

Antagande: $K_1 = 1,44$ (kanalspecifik konstant)
 $K_2 = 1,5$ (utspädningsfaktor)

I tabell 8.2 har vi som jämförelse redovisat en beräkning av de dimensioner som godtas enligt danska dimensioneringsregler för avgasrör/avgaskanaler. Kanaldimensioner är minimivärden framtagna genom reducering av avgasrördimensioner.

Tabell 8.2 Dimensionering av avgasrör/avgaskanal från gasapparater med öppen förbränningskammare och fläktgasbrännare enligt danska regler.

Effekt	Avgasrör	Kanalhöjd					
		under 5 m		5-10 m		över 10 m	
	Tvär- snitts- area cm ²	Tvär- snitts- area cm ²	Diam mm	Tvär- snitts- area cm ²	Diam mm	Tvär- snitts- area cm ²	Diam mm
10	90	72	96	59	87	45	76
20	130	104	115	85	104	65	91
30	170	136	132	111	119	85	104

Ofta är det önskvärt att avgashastigheten ökas genom en förminskning av kanalarean i befintliga murade rökkanaler vid övergång till naturgas. Installeras ett insatsrör är det också önskvärt att utrymme för isolering skapas mellan den befintliga rökkanalen och insatsröret.

I Sverige finns inga speciella dimensioneringsregler för insatsrör som installeras i befintliga rökkanaler. I Danmark har man valt att tillämpa de dimensioner som gäller för avgasrör även för insatsrör som installeras i befintliga murade kanaler. Minsta godtagna dimensioner enligt de Danska reglerna framgår av tabell 8.3.

Tabell 8.3 Dimensionering av avgasrör och insatsrör i murade kanaler enligt danska regler.

Diameter mm	Effekt kW
50	3,4
60	5,2
70	7,1
80	11,0
90	16,0
100	21,0

Minsta, godtagna diametern för insatsrör i Sverige är 70 mm. Som framgår av tabellen godtas dimensioner på ned till diameter 50 mm i Danmark.

Att diametern 50 mm godtas medför givetvis att högre strömningshastigheter kan erhållas samtidigt som möjligheten att isolera insatsröret förbättras.

8.2 Förslag till dimensionering av insatsrör

8.2.1 Dimensioner

De dimensioneringsregler som gäller för avgaskanaler ger i stort samma diametrar som de som rekommenderas för avgasrör.

Slutsatsen blir att insatsrör för befintligt murade rökkanaler borde kunna dimensioneras enligt tabell 8.4, som anger minsta diameter vid olika effekter.

I bilaga 3 återges grafiskt resultaten av olika länders normer för dimensionering vid självdrag.

Tabell 8.4 Förslag till dimensionering av insatsrör.

Effekt kW	Diameter mm	Rektangulär tvärsnittsytta, cm ²
5	65	42
7	75	56
11	90	81
16	100	100
20	110	121
30	125	156
45	140	196
57	150	225
75	165	272
93	175	306
120	190	361
140	200	400

Insatsröret installeras lätt utbytbart för att möjliggöra övergång till annat bränsle i framtiden. Vid eldning med andra bränslen föreligger rensningsplikt och insatsrör måste då installeras så att regelbunden rensning kan utföras utan att insatsröret lossnar eller deformeras. Naturgasens renhet innebär mindre behov av rensning.

Enklare insatsrörskonstruktioner borde därför kunna användas i samband med naturgaseldning och kravet lätt utbytbart lättare uppfyllas. Även om rensningsplikt inte föreligger, skall röret ändå vara rensbart.

8.2.2 Material

Enligt SBN 1980 förutsätts insatsrör som skydd mot kondensering vara minst 1,5 mm tjockt oberoende av materialkvaliteten.

För förebyggande av kondensering vid oljeeldning har andra godstjocklekar i specificerade material godtagits genom typgodkännandeförfarande.

I det följande förutsätts att insatsrören utgörs av raka släta rör. På marknaden finns idag böjliga insatsrör av stål eller andra material. För den konstruktionen har ännu inte formulerats några generellt gällande krav. Rören tillverkas ofta genom spiralförfarande där smala band sammanfogas. Fognings- och tillverkningsmetoderna har stor betydelse för slutproduktens egenskaper och det är svårt att komma ifrån typgodkännandeförfarandet för produkten.

Avgaskanal/insatsrör med avgastemperatur av högst 150°C

I naturavgasmanualen godtagna material för avgaskanaler kan även godtas för insatsrör under förutsättning att dimensionering och isolering bedöms utförd så att ingen risk för kondensering föreligger.

Godtagna material och godstjocklekar är:

- Rostfri, syrafast eller förblyad stålplåt med en godstjocklek av minst 0,7 mm.
- Aluminium med en godstjocklek av minst 1 mm.

Ett problem som uppmärksammas är att rökkanalen kan innehålla rester av svavel från tidigare oljeeldning, som i kontakt med fukt bildar svavelsyra. Detta kan vara orsaken till att insatsrör utförda i aluminium i några fall korroderat kraftigt. En rekommendation blir därför att insatsrör i aluminium bör undvikas när denna risk föreligger.

Avgaskanal/insatsrör med avgastemperatur av högst 250°C

I samband med utarbetandet av den nya byggnormen har ytterligare en temperaturgräns diskuterats för avgaskanaler. För en sådan avgaskanal skulle 1,5 mm godstjocklek krävas. Förslagsvis skulle då 0,7 mm godstjocklek kunna godtas för ett insatsrör om temperaturgränsen 250°C förutsättes och insatsröret utförs i rostfri eller syrafast stålplåt.

Avgaskanal/insatsrör med avgastemperatur av högst 350°C

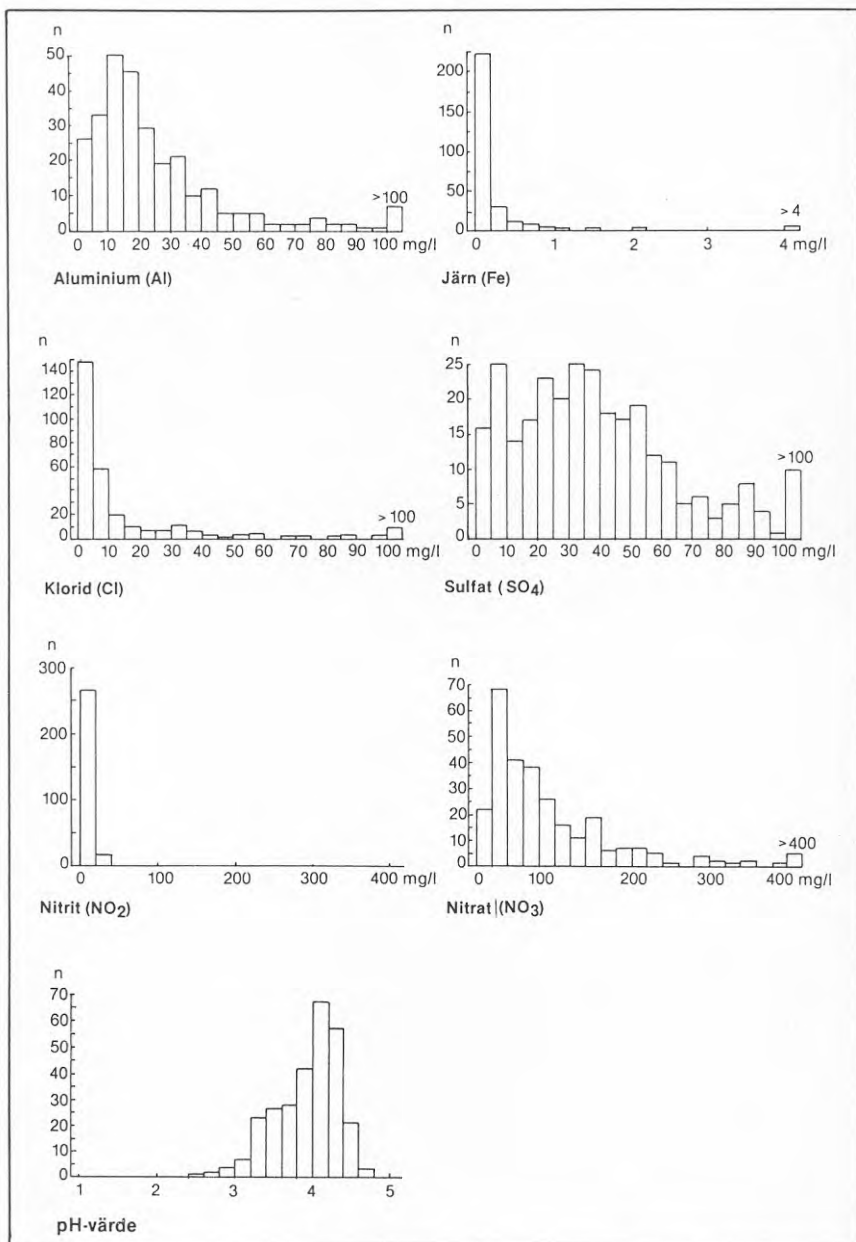
Enligt byggnormen skall avgaskanalen utföras med de krav som gäller för rökkanal.

Detta får till följd att insatsröret lämpligen utförs med en minsta godstjocklek av 1,5 mm och i rostfritt eller syrafast stål.

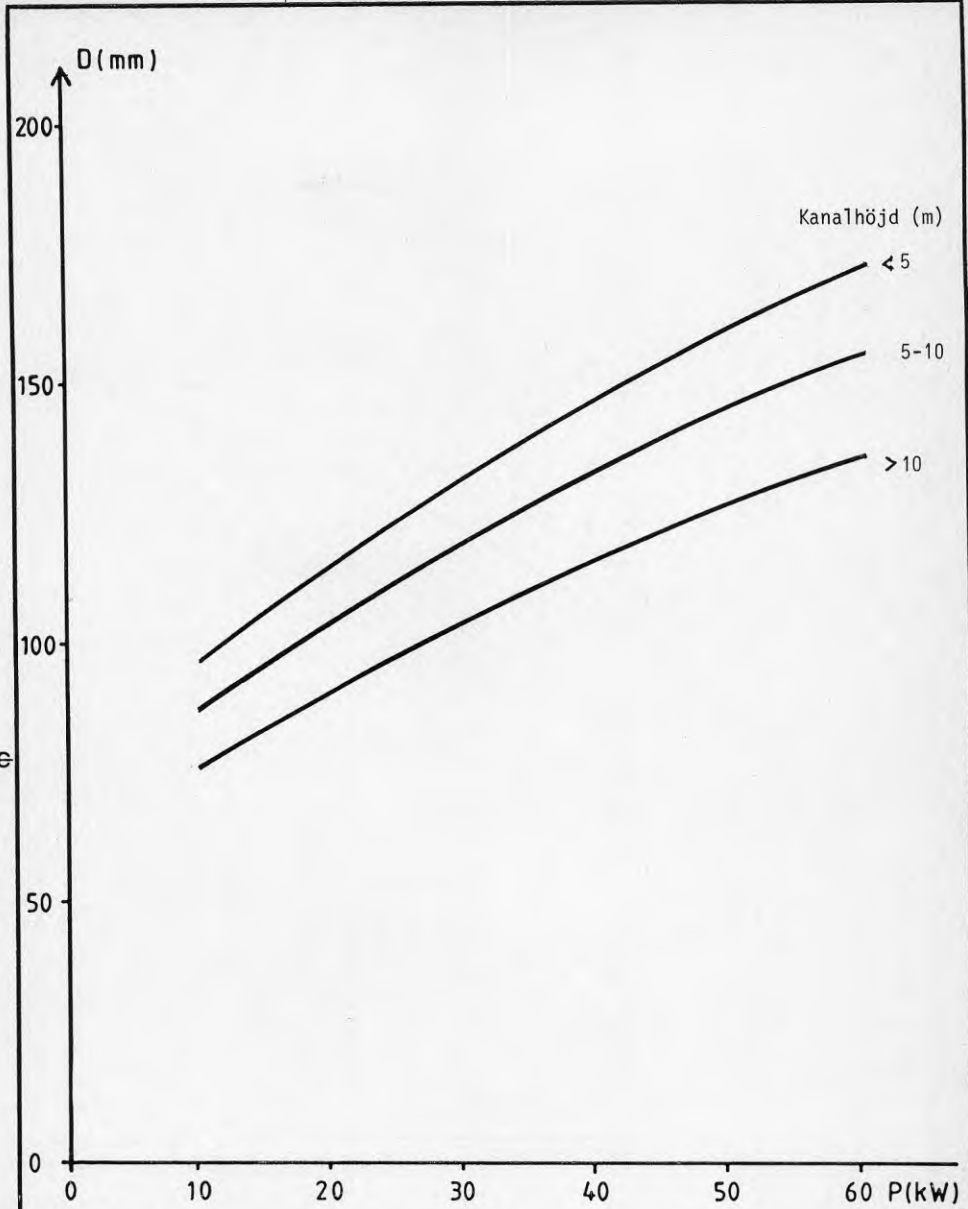
Som nämnts tidigare kan avsteg ifrån dessa krav göras genom typgodkännande.

9 REFERENSER

<u>Titel</u>	<u>Utgiven av</u>
Naturgasmanualen 1982 del 4	Svenska Gasföreningen
Svensk byggnorm 1980	Statens Planverk, 1980
Naturgas hälsa miljö	Vattenfall 1984
Avgaskanaler och deras utförande	Svenska skorstensfejaren 9-10, 1961
Gasapparater och deras installation	Svenska Gasföreningen 1983
Korrosionshårdigheten hos några potentiella material för rökkanaler och kaminer	Studs vik, Peter Tarkpea 1981
Allmänna anvisningar för utförande av gasinstallationer	Svenska Gasföreningen 1980
Installationsregler för gaspannor mindre än 60 kW	Statens Provvningsanstalt 1985-02-14
Kedlers tilpasning til varmeanlaeg og varmtvandsforsyning, skorstene og afraek	Teknologisk Institut, Danmark 1986
Danske avgasreglementet 1981 avsnitt A	Ministeriet for offentlige arbejder
Technische Regeln für Gas-Installationen DVGW-TRGI 1972	Deutscher Verein das Gas- und Wasserfaches, 1972
DVGW-arbeitsblatt G600	DVGW Febr 1981
Installation Code for Gas burning appliances and equipment B 149.1 (CGA CODE B 149.1)	Canadian Standards Association, 1976
Naturgasinstallationer, små anlaeg SBI anvisning 145	Statens Byggeforskningsinstitut, Danmark 1985
Kondenserende gashedler - ny teknik med lavere energiforbrug	Jørgen Nielsen VVS 2, 1983
Naturgashandbok	Sydgas 1981
Naturgasen	Jan Carlsson, VVS & Energi 3/85
Guide pratique des installations de gaz	Societe d'editions du batiment et des travaux publics, 1984



Figur 6:1 Kondensatets sammanstättning vid naturgasförbränning vid mätningar på 283 kondenserande villapannor.
 n = antal pannor.



Byggnadsreglementet 1982, avgasrör, öppet förbr. rum, (Danmark)

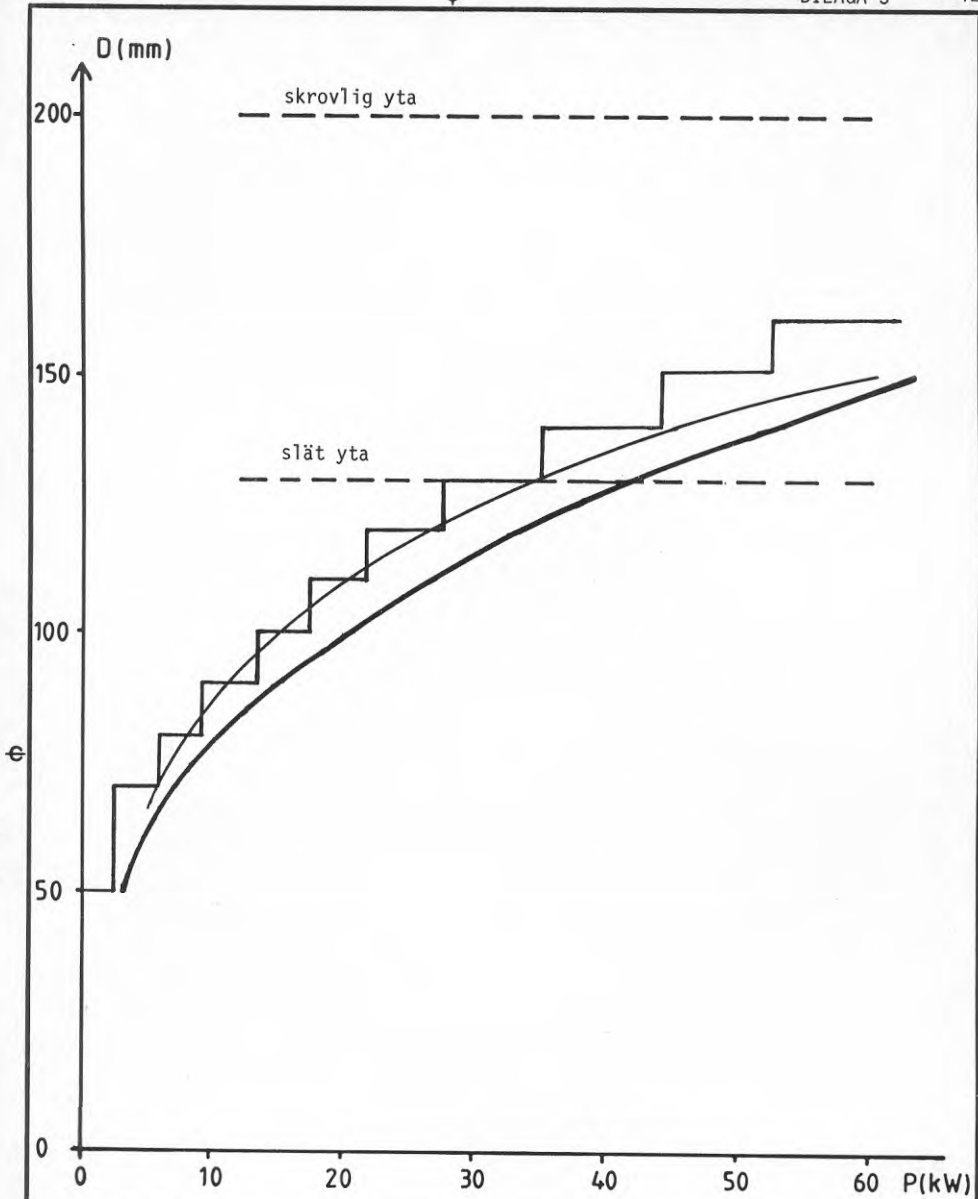
This drawing is the property of AFE-Energitkonsult AB and may not, without permission, be used for other purposes than the project for which it is produced. It is protected by the Swedish copyright law of 1980.

Alla ritning är AFE-Energitkonsult AB:s egendom och får inte användas utan tillstånd för andra ändamål. Detta dokument skyddas enligt 1980 års lag om upphovsrätt.

RIT	KONSTR
GODK	DATUM
AFE:s RITN NR	REV

Beräknat minsta tvärsnitt vid fläktgasbrännare.

GODK	DATUM
BESTALL ARB NR	
FORTS BL	BLAD
BESTALL RITN NR	



This drawing is the property of AF-Energitkonsult AB and may not, without permission, be used for other purpose than the project for which it is intended. It is protected by the Swedish copyright law of 1980.

enna ritning är AF-Energitkonsult AB:s egendom och får inte utan tillstånd utnyttjas för annat ändamål än det uppdrag för vilket den framställts. För ytterligare upplysningar kontakta oss över rätt.

- Naturgasmanualen 1982, avgaskanaler, (Sverige)
- Naturgasmanualen 1982, avgasrör, (Sverige)
- SBI-anvisning 145 1985, avgasrör, öppet förbr. rum, (Danmark)
- DVGW-TRGI 1972, avgasrör, (Tyskland)

RIT	KONSTR
GODK	DATUM
AFE: RITN NR	REV

Minsta tvärsnitt vid atmosfärsbrännare

GODK	DATUM
BESTÄLL ARB NR	
FORTS BL	BLAD
BESTÄLL RITN NR	

INNEHÅLL

1. Allmänt
2. Avgaskanal
3. Avgasrör

Bilaga 1 Dimensioneringsdiagram för avgas-
kanaler, mindre effekter

Bilaga 2 Dimensioneringsdiagram för avgas-
kanaler, större effekter

1. ALLMÄNT

Avgassystem för självdrag dimensioneras enligt de anvisningar som ges i det följande.

2. AVGASKANAL

Avgaskanalens dimension i ett självdragsystem väljs enligt följande samband:

$$A = k_1 \cdot k_2 \cdot P \cdot \frac{k_3}{\sqrt{h}}$$

A : Kanalens tvärsnittsarea, cm^2

k_1 : Konstant relaterad till avgaskanalens fysiska utförande:

glatt rör, cirkulärt tvärsnitt : $k_1 = 1.2$

glatt rör, icke-cirkulärt tvärsnitt : $k_1 = 1.44$

sträv röryta, cirkulärt tvärsnitt : $k_1 = 1.44$

sträv röryta, icke-cirkulärt tvärsnitt : $k_1 = 1.73$

k_2 : utspädningsfaktor

$$k_2 = \frac{V_v}{V_s}$$

V_v = verkligt avgasvolymflöde i kanalen, med hänsyn tagen till luftöverskott vid förbränning och eventuell ytterligare utspädning av avgaserna, t ex i dragavbrott.

V_s = avgasvolymflöde vid stökiometrisk förbränning

k_2 skall alltid väljas ≥ 1.5

P : installationens märkeffekt, kW

h : kanalsystemets draghöjd, m

k_3 : motståndsfaktor

$$k_3 = \frac{0.0625 \cdot h}{d} + 1.8$$

d = kanaldiameter, m

Vid icke-cirkulärt tvärsnitt används hydrauliska diametern

$$\text{(Hydraulisk diameter} = \frac{4 \cdot \text{arean}}{\text{omkretsen}})$$

Formeln baseras på antaganden om ledningsdragningen enligt:

- längd/höjdförhållande max 1.3
- engångstryckförluster motsvarande max 3 st 90° omlänkningar.

En grafisk representation av förhållandet mellan höjd, effekt och tvärsnittsarea återges i bilaga 1 och bilaga 2.

3. AVGASRÖR

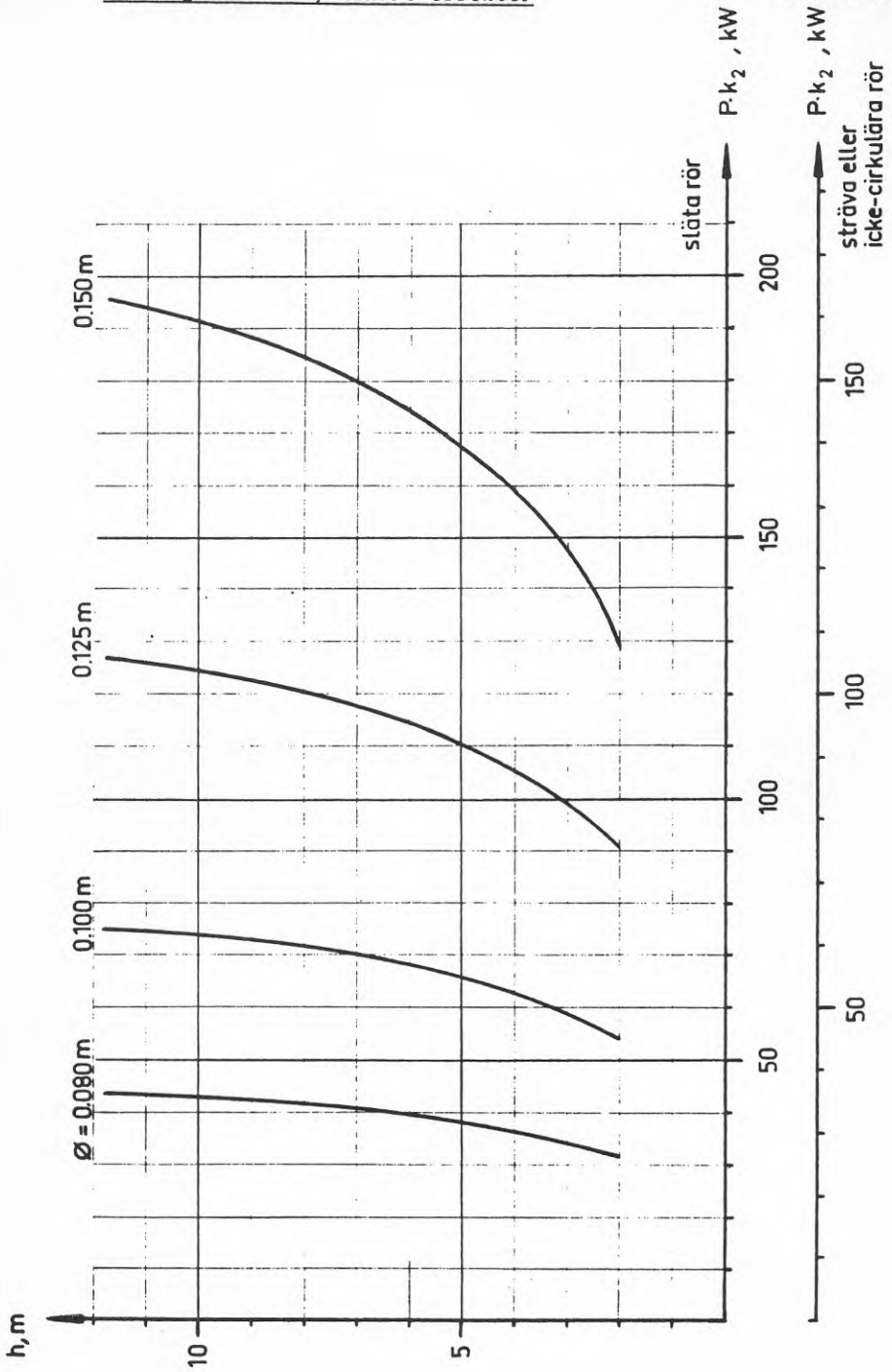
Avgasrörs tvärsnittsareor bör ej understiga nedan givna värden.

Effekt kW	Dimension	
	diameter mm	rektangulär tvärsnittsytta, cm ²
5	65	42
7	75	56
11	90	81
16	100	100
20	110	121
30	125	156
45	140	196
57	150	225
75	165	272
93	175	306
120	190	361
140	200	400

Vid större effekter än 140 kW skall avgasrörets diameter vara samma som avgaskanalens, enligt under 2. redovisade beräkningsmetod.

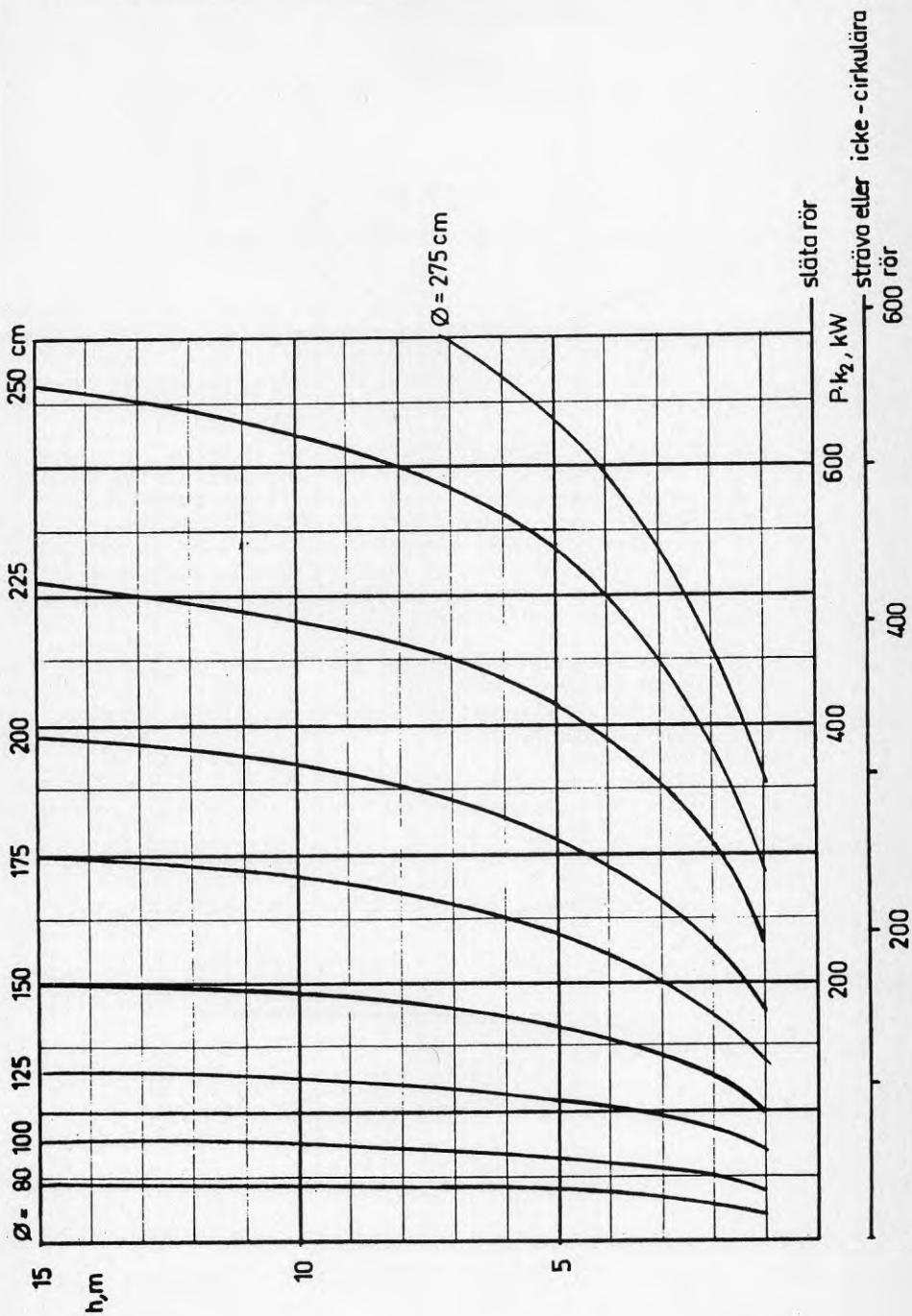
Dimensioneringsdiagram
för avgaskanaler, mindre effekter

BILAGA 1
till SG-TS 402



Dimensioneringsdiagram
för avgaskanaler, större effekter

BILAGA 2
 till SG-TS 402



DEL 2 GASAPPARATER

1 INLEDNING

En bred introduktion av ett nytt energislag i landet medför att ett stort behov av kunskapsuppbyggnad föreligger. Normer och bestämmelser för installation och användning av utrustning för det nya energislaget är ofta inte anpassade till svenska förhållanden.

I syfte att förbättra kunskaperna om de installationstekniska förutsättningarna och egenheterna vid användning av naturgas samt kartlägga vilka problem, som kan föreligga beträffande normers och bestämmelsers tillämplighet, har här avrapporterad studie genomförts.

Vid en genomgång av litteratur och intervjuer med naturgasintressenter visar det sig att de normer och bestämmelser som är naturgasspecifika - det gäller t ex styrning/reglering och distribution - idag ganska väl uppfyller de önskemål som kan ställas. Det blir oklarheter först när naturgasen jämföras med andra bränslen vid förbränning och bortledning av avgaser, eftersom normerna och bestämmelserna baserar sig på de andra bränslenas egenskaper.

I föreliggande rapport beskrivs de vanligaste förbränningsutrustningarna/gasapparaterna i syfte att belysa egenskaper, som kan vara av betydelse när normer och bestämmelser omarbetas och kompletteras.

Studien har begränsats till att omfatta anläggningar för förbränning av naturgasen och behandlar i första hand brännare, pannor, gasapparater och avgassidan.

Kondensproblem i befintliga rökkanaler redovisas i del 1 av denna rapport. "Kondensproblem i avgaskanaler".

2 SAMMANFATTNING

Naturgasen har relativt andra bränsleslag egenskaper som innebär betydande fördelar vid användning. I vissa avseenden kan den jämföras med elanvändning, t ex vad avser utrymmesbehov, enkel användning och renhet vad avser boende- och arbetsmiljö.

Ovanstående leder till att uppställda normer oftast kan uppfyllas, men en bedömning blir att kraven är för hårda i vissa fall. En slutsats av kartläggningen är att de normer och bestämmelser, som gäller generellt för förbränningsanläggningar, på många punkter borde kunna mildras när naturgas används som bränsle. Framför allt gäller detta beträffande utförande av avgasrör och avgaskanaler för olika typer av gasapparater.

För befintliga pannor, som konverteras genom brännarbyte, är det viktigt att undersöka vilka nya material och metoder som kan användas vid modifiering av befintliga rökkanaler. Kraven på temperatur-, korrosions- och fuktbeständighet förändras i jämförelse med olja. Dessa krav förändras än mer påtagligt om kondensering av avgaserna sker innan de lämnar pannan, som är fallet när så kallade kondenserande pannor installeras.

Även för väggpannor är det i första hand bortledandet av avgaserna som är det mest betydande problemet. Direktutsläpp av avgaserna genom yttervägg har inte generellt kunnat accepteras av miljöskäl. Bättre kunskaper om hur avgaserna sprids vid utsläpp genom väggen skulle kunna medföra att konstruktionen godtas.

Ett alternativ är att hitta andra tekniska lösningar för avgasrör/avgaskanaler eller att finna en alternativ placering av pannheten.

För strålningsvärmare och luftvärmare kommer även frågor beträffande öppen eld i vissa typer av lokaler in i bilden. Men även här är frågorna runt hur avgaserna skall bortledas av centralt intresse. Enkla avgasrör/avgaskanaler och kombinerade ventilations- och avgaskanaler borde kunna vara lämpliga. Det är angeläget att undersöka hur rör och kanaler bör utformas för att uppfylla normen, samt att undersöka om normens utformning i detta sammanhang är lämplig.

De installationsavstånd till brännbara byggnadsdelar som normerna anger är troligtvis svåra att ändra på generellt. För gasapparater med speciella egenskaper som minskar värmestrålningen och ger låga temperaturer på apparaternas och tillhörande avgaskanalers ytor borde ett typgodkännandeförfarande kunna medföra förändrade krav vad avser installationsavstånd.

3 NORMER OCH BESTÄMMELSER

Normer och bestämmelser för gasapparater och installation av dessa i byggnader finns i första hand i Svensk Byggnorm SBN 80 (revidering pågår) och i Svenska Gasföreningens Naturgasmanual. Normerna i SBN är ofta övergripande och endast i vissa fall specificerade för naturgas. De normer som generellt gäller måste i tillämpliga delar även beaktas för naturgasinstallationer.

Naturgasmanualen innehåller tilläggsbestämmelser vad gäller naturgasinstallationer. I vissa fall görs hänvisningar från SBN direkt till bestämmelserna i Naturgasmanualen.

Det finns en mängd andra föreskrifter som direkt eller indirekt berör naturgasinstallationer. Nedan visas en sammanställning av de viktigaste föreskrifterna och anvisningarna samt ansvarig myndighet.

	Föreskrifter	Anvisningar	Myndigheter
Högtrycksnät	SÄI FS 1987:2	Naturgas-systemnorm NGSN 1987, TKK, SGF	SÄI
Lågtrycksnät			
Fördel-ningsnät	-	Naturgas-manualen (SGF)	SÄI
Distribu-tionsnät			
Servisled-ning			
Installation	-	Naturgas-manualen (SGF)	SÄI
Pannutrymme	SBN 80	SBN 80	Statens planverk
Pannor och brännare	Varmvatten-normer I och II Vattenvärmare-normer SBN 80 SIND FS 1978:6	Naturgas-manualen SBN 80 SGFs normal-bestämmelser för utförande av stadsgas-installationer	Arbetskydds-styrelsen Statens planverk
Skorsten	SBN 80	SBN 80	Statens planverk

Förkortningar

- SBN - Svensk byggnorm
- SGF - Svenska Gasföreningen
- SIND FS - Statens industriverks författningssamling
- SÄI - Sprängämnesinspektionen
- TKK - Tryckkärlskommisionen

Såväl Statens planverk, Statens Provninganstalt som Svenska Gasföreningen typgodkänner utrustning inom det förbrännings- tekniska området. Statens planverk utfärdar bl a typgodkännan- de för rök- och avgaskanaler, Statens Provninganstalt bl a för pannor allmänt och Svenska Gasföreningen för naturgasut- rustning som pannor och brännare.

4 GASAPPARATER

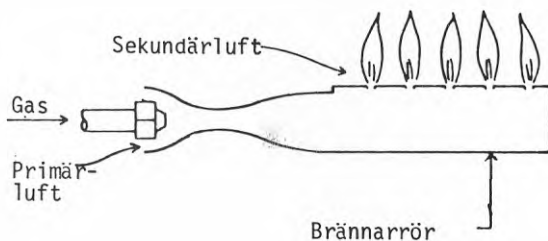
4.1 Allmänt

Vid förbränning av olja och fasta bränslen måste bränslet förgasas före förbränning. Med ett gasformigt bränsle som naturgas underlättas förbränningen, eftersom bränslet redan ursprungligen är i gasfas. Enkel förbränning har medfört att naturgasen har fått många användningsområden. I bilaga 1 visas i figur 1-4 principutföranden för naturgasinstallationer i småhus. Bilagan ger en bild av hela naturgasinstallationen. I de följande avsnitten läggs tyngdpunkten på beskrivning av pannor, brännare och övriga gasapparater.

4.2 Gaspanna med atmosfärsbrännare

Atmosfärsbrännaren fungerar enligt bunsenbrännarprincipen, dvs gasens utströmning från en dysa suger med sig 60-70 % av den nödvändiga luftmängden för förbränningen, primärluft. Sekundärluften sugas upp av flammen och tillförs på detta sätt.

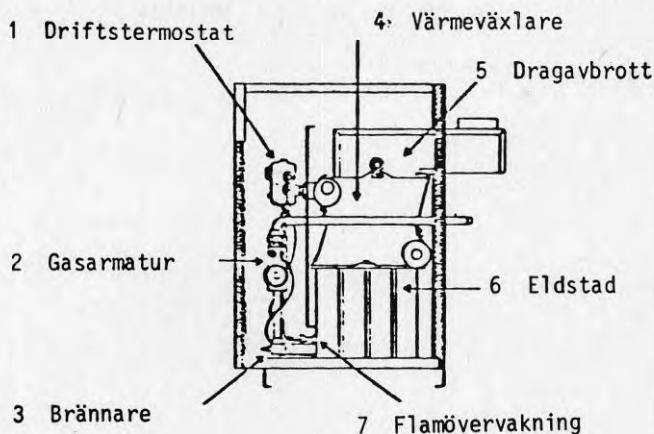
Denna typ av förbränningsanläggning är en väl beprövad och driftsäker konstruktion, se figur 1.



Figur 1 Principskiss atmosfärsbrännare

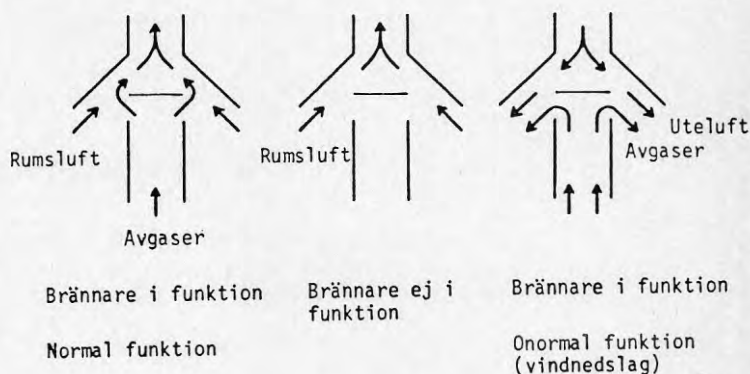
Brännaren arbetar i princip ljudlöst, vilket innebär att pannan blir lätt att placera i en byggnad.

I figur 2 visas hur en panna med atmosfärsbrännare kan vara utförd.



Figur 2 Gaspanna med atmosfärsbrännare

Pannor med atmosfärsbrännare skall vara försedda med dragavbrott. Dragavbrottet medför att ett konstant drag erhålls genom pannan. Dragavbrottet skall även vara försett med ett nedslagsskydd, som förhindrar s k nedslag som kan påverka förbränningen.



Figur 3 Dragavbrott, funktion

Atmosfärsbrännarens fördelar är bl a följande:

- Enkel konstruktion
- Hög driftsäkerhet
- Kräver lite tillsyn
- Tystgående
- Relativt billig
- Många placeringsmöjligheter

Vid installation av en panna med atmosfärsbrännare är det viktigt att tänka på följande problem, som kan uppstå.

- Utan automatspjäll kan tomgångsförlusterna bli stora.
- Dragavbrottet kan medföra oönskat hög ventilation av utrymmet där pannan står.
- Konstant brinnande pilotlåga medför ökade genomströmningsförluster.

4.3 Gaspanna med fläktgasbrännare

Är befintlig oljeeldad panna i gott skick, kan en konvertering till gaseldning ske genom byte av oljebrännaren mot en fläktgasbrännare för naturgas.

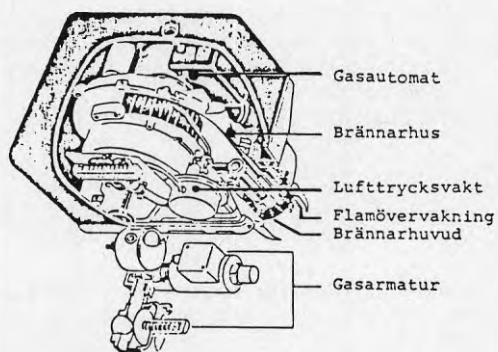
Vid fläktgasbrännare tillförs erforderlig förbränningsluft mekaniskt. Luften kan tillföras under stark turbulens och styras så att önskad flamform och maximal förbränning uppnås. En rätt konstruerad fläktgasbrännare skall ge ett högt förbränningslufttryck och tryckfallet i brännarnosen skall vara stort och helst konstant.

Konvertering genom enbart brännarbyte medför att det är önskvärt att brännaren är konstruerad så att den passar till förekommande befintliga pannor. En brännare, som konstruerats för att arbeta mot höga övertryck med stort tryckfall i brännarnosen, medför att erforderlig turbulens uppstår även vid undertryckseldning.

En brännare med kapacitet att arbeta mot höga övertryck fungerar därför ofta lika bra i undertryckseldade pannor.

Det finns såväl brännare med inbyggd förbränningsluftfläkt, monoblockutförande, som brännare med separat förbränningsluftfläkt, duoblockbrännare.

Fläktgasbrännare har ett brett användningsområde i samband med förbränning av naturgas. Förutom i ång- och varmvattenpannor finns ett stort antal applikationer i industriella processer.



Figur 4 Fläktgasbrännare med inbyggd fläkt.

Regleringen av brännareffekten kan på samma sätt som för oljebrännare ske på ett flertal olika sätt.

- 1-stegsbrännare (on-off)
- 2-stegsbrännare
- 2-stegsbrännare med glidande reglering. Steglös reglering mellan steg 1 och 2
- Modulerande reglering, steglös reglering mellan 0 och maximal effekt.

Mindre anläggningar för bostadsuppvärmning har ofta brännare med enbart on-off-reglering. I många större anläggningar ställs större krav på reglerförmågan och då används ofta brännare av modulerande typ.

Fläktgasbrännarens fördelar har tidigare berörts men är framförallt hög verkningsgrad och att brännaren kan användas till olika pann typer.

Brännartypen har en relativt atmosfärsbrännare hög ljudnivå och kräver mer underhåll än denna.

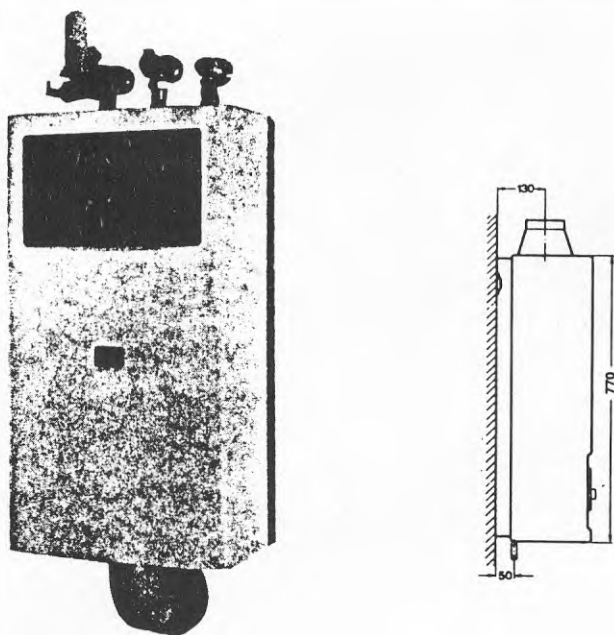
Långa utvädringstider krävs innan omstart. För att undvika stopp och start krävs stort reglerområde för att kontinuerlig drift skall vara möjlig.

I mindre anläggningar med befintliga avgaskanaler, t ex i murverk, kan laglast medföra risk för kondensproblem till följd av små avgasmängder och låg avgashastighet i kanalen.

I befintliga pannor, ursprungligen avsedda för andra bränslen än naturgas, är andelen värmeöverföring genom strålning förhållandevis stor. Vid naturgasförbränning är värmeöverföringen genom strålning betydligt mindre än vid olja och detta måste kompenseras med större konvektionsytor. Används befintliga pannor, kan det därför vara nödvändigt att minska brännarstorleken så att den ligger 20-30 % under pannans nominella maxeffekt. Görs ej detta, blir avgastemperaturen hög och verkningensgraden lägre.

4.4 Vägghärdar

En mycket vanlig pannkonstruktion i andra länder som använder naturgas är de s k väggpannorna eller genomströmningspannorna.



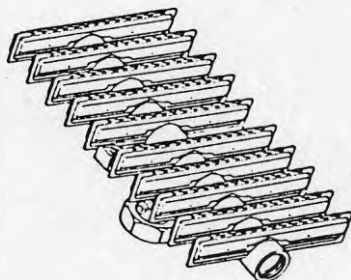
Figur 5 Vägghärd

Panntypen är utvecklad för gaseldning och finns i olika storlekar upp till cirka 30 kW.

Konstruktion

Panntypen har atmosfärsbrännare och är kompakt byggd med en pannenhets som inkluderar utrustning för styrning och reglering. Vatteninnehållet är litet, cirka 2 liter, och dimensionerna på pannan är små. Det kompakta utförandet gör pannan mycket lättplacerad och som namnet antyder, monteras den ofta på en vägg. Installationen är enkel, eftersom avgaskanalen från pannan dras igenom och mynnar direkt utanför väggen.

Pannan utförs för kombinerad rums- och tappvarmvattenuppvärmning men även för enbart rumsuppvärmning. Eftersom vattenvolymen i pannan är liten, eftersträvas ett brett reglerområde, 40-100 % av panneffekten, och brännare med flera steg eller modulerande brännare används. Konstant brännareffekt och on-off-reglering skulle ge korta drift/stilleståndsperioder med försämrade driftsegenskaper. Brännaren har inga likheter med en oljebrännare utan består ofta av tunna rostfria stålplattor med en mängd brännaröppningar i form av hål eller slitsar. Figur 6.



Figur 6 Brännare för väggpanna

För pannor med modulerande brännare blir luftöverskottet stort vid låglastdrift, eftersom lufttillförseln inte styrs av någon fläkt. Det stora luftöverskottet medför att verkningsgraden blir några procent sämre. Lösningar med luftventiler, som styr lufttillförseln, tillämpas.

Fördelarna med väggpannor av genomströmningstyp är som tidigare framgått bl a att de har små dimensioner och är tystgående, vilket gör dem lätta att placera i en bostad. Stilleståndsflusterna blir små vid modulerande brännare, som möjliggör god reglering i förhållande till värmebehovet.

Problemområden

En av idéerna med väggpannor är att avgaserna leds ut genom ett avgasrör, som mynnar direkt utanför väggen. Detta är naturligtvis tekniskt och ekonomiskt fördelaktigt. En avgaskanal, som mynnar ovan tak, ökar anläggningskostnaden högst avsevärt och ställer även andra krav på pannan. För närvarande godtas inte utsläpp av avgaser genom vägg generellt. Orsaken till detta är att NO_2 -koncentrationerna bedöms bli för höga. Stor risk bedöms föreligga för att avgaserna skall sugas in i friskluftsintag och fönster. Risk för höga koncentrationer även utomhus, där människor vistas, kan föreligga.

Statens miljömedicinska laboratorium (SML) har föreslagit följande värden för godtagbar halt av kväveoxider i utomhusluften.

- 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ timmedelvärde, får inte överstigas mer än 12 gånger per år, 99,9 percentilen
- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vinterhalvårsmedelvärde

Värdena bör enligt SML även gälla för inomhusmiljön.

Naturvårdsverket anser, att dessa värden för godtagbara halter bör uppfyllas, där människor normalt vistas. Värdena bör således uppfyllas på egna och angränsande villatomter, balkonger, uteplatser och angränsande gator och vägar. Vidare bör värdena även gälla inomhusmiljön.

En enskild källa bör inte ta i anspråk hela föroreningsutrymmet. Man måste ta hänsyn till andra föroreningskällor i omgivningen.

Sammanlagring kan ske med utsläpp från andra förbränningsanläggningar, biltrafik och användningen av gasspisar e dyl inomhus.

Kvävedioxidhalten, mätt som vinterhalvårsmedelvärde i typiska villaområden i södra Sverige, uppgår i dag till cirka 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I områden, som ligger i närheten av större trafikleder, kan halterna vara högre. Om timmedelvärdena är normalfördelade, kan 99,9 percentilen uppskattas till cirka 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

För väggpannor bör, enligt Naturvårdsverket, nedan angivna föroreningsbidrag kunna godtas. Viss marginal ges då för andra föroreningskällor i den yttre miljön. Föroreningsbidraget bör gälla vid öppningsbara fönster, ventilationsöppningar, balkonger och angränsande områden där människor vistas.

Godtagbart föroreningsbidrag för väggpannor, $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$:

- Vinterhalvårsmedelvärde 25
- 99,9 percentilen av timvärden under en månad 100

Fotnot: 99,9 percentilen är det värde som avgränsar 99,9 % av antalet observationer i en population.

Ovanstående värden tar dock inte hänsyn till eventuella källor inomhus. Naturvårdsverket konstaterar, att hushåll med gasspis e dyl har liten eller ingen marginal till de av SML föreslagna riktvärdena. Installation av väggpannor i hushåll med gasspisar, eller dylika konstruktioner bör därför enligt Naturvårdsverket inte godtas.

För de vanligaste typerna av förbränningsanläggningar kan följande generella sammanfattning göras.

Pannor med balanserat drag:

Enligt SMHI (Rapport 1985:9) erhålls, för pannor med balanserat drag, mycket höga halter av NO₂ på fasaden, även på förhållandevis långt avstånd från utsläppsmynningen (upp till 6 meter). Några avståndsregler för sådana konstruktioner har därför inte angivits. Höga NO₂-halter uppträder på hela husfasaden. Pannotypen bör därför, enligt Naturvårdsverket, inte godtas med utsläpp i vägg.

Pannor med forcerat drag större än 15 kW:

Enligt Naturvårdsverket är det heller inte meningsfullt att ange avståndsregler för större väggpannor med forcerat drag. Avstånden skulle bli alltför stora för att de praktiskt skulle få någon användning. Pannor med forcerat drag större än 15 kW bör därför anslutas till en konventionell skorsten.

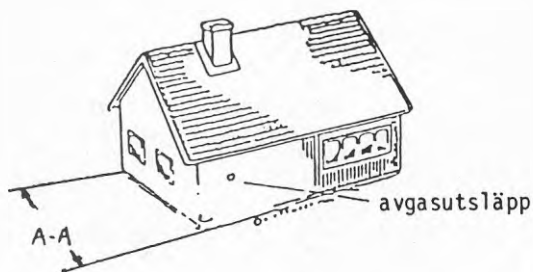
Pannor med forcerat drag mindre än 15 kW:

Naturvårdsverket anser att placering av pannor, med forcerat drag, mindre än 15 kW med högre röktempertur än 80°C i första hand bör ske på fasad utan vare sig fönster eller friskluftintag. Är detta inte praktiskt möjligt, bör nedan angivna avstånd tillämpas.

Pannor med forcerat drag, mindre än 15 kW, minimiavstånd i meter.

-	Nedan friskluftintag eller öppningsbart fönster	2,5
-	Ovan eller vid sidan av dito	1,3
-	Ovan mark eller balkong	2,0

Pannorna bör inte placeras i anslutning till slutna gårdsutrymmen. Avståndet avgasrör - motstående hus bör uppgå till minst 2 gånger måttet A - A i figur 7.



Figur 7 Avstånd avgasrör - motstående hus

Om inte dessa värden kan uppfyllas, återstår möjligheten att dra rökröret ovan tak. Höjden bör då beräknas enligt planverkets bestämmelser för pannor mindre än 60 kW.

Utveckling

Flera faktorer är av betydelse för kväveoxidutsläppens storlek och koncentration. Några faktorer som behöver analyseras ytterligare är bl a rökstemperaturerna och rökshastighetens betydelse samt avgasutstickets utformning.

Som framgått skall ett flertal kväveoxidkällor tillsammans rymmas inom ett s k föroreningsutrymme. Forskning och utveckling medför förhoppningsvis att såväl utsläppen från andra föroreningskällor som från naturgasförbränning kommer att minska. Även vad gäller spridningsbilder och koncentrationer på grund av sammanlagring av olika föroreningskällor, kan fortsatt forskning ge en fullständigare bild.

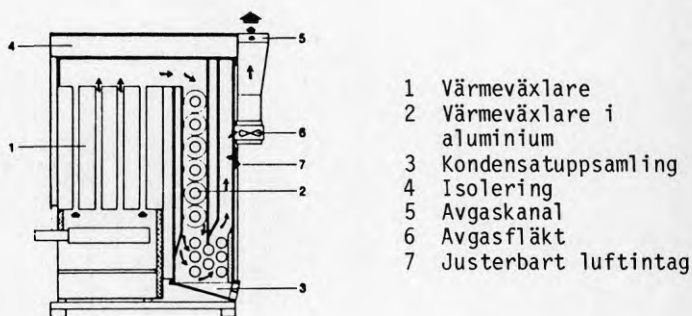
Installation av avgaskanal, typ skorsten, som mynnar ovan yttertak, medför betydande kostnadsökningar i jämförelse med utsläpp genom vägg. I nybebyggelse finns dock möjligheten att installera pannan högre upp i byggnaden, t ex på vinden, vilket medför att avgaskanalen kan göras förhållandevis kort och billig.

4.5 Pannor med kondenseringssteg

En panntyp, som lämpar sig speciellt bra för naturgaseldning, är en s k kondenserande panna. I denna panntyp sänks rökgas-

temperaturen under rökgasens daggpunkt. En del av rökgasernas vatteninnehåll kondenseras och kondensationsvärmets som frigörs kan utnyttjas.

Konventionella gaspannor, som inte utnyttjar kondensering, har normalt en rökgasstemperatur på 120-250°C beroende på panntyp och tillämpning. En konventionell panna och avgaskanal dimensioneras så att kondensering undviks i såväl panna som rökkanal. Den latent värme, som finns i avgasernas vatteninnehåll, avges via skorstenen till det fria. Om man, som i en kondenserande panna, kyler rökgaserna så kraftigt att temperaturen sjunker under vattenångans daggpunkt, cirka 55°C för naturgas, kan man utnyttja kondensationsvärmets och nyttoverkningsgraden kan höjas med cirka 10 %.



Figur 8 Kondensationspanna med atmosfärsbrännare

Räknat på bränslets undre värmevärde har en bra konventionell naturgaspanna en verkningsgrad på över 90 %. En ökning av denna med 10 % innebär en verkningsgrad på mer än 100 %, räknat på undre värmevärdet. Traditionellt har vi i Sverige i förbrännings-sammanhang beräknat verkningsgraden på det undre värmevärdet för bränslet. För jämförelse med andra förbränningsanläggningar är det naturligtvis en fördel att basera beräkningarna på samma värmevärde (undre), även om verkningsgrader överstigande 100 % kan upplevas något oegentligt vid förbränning.

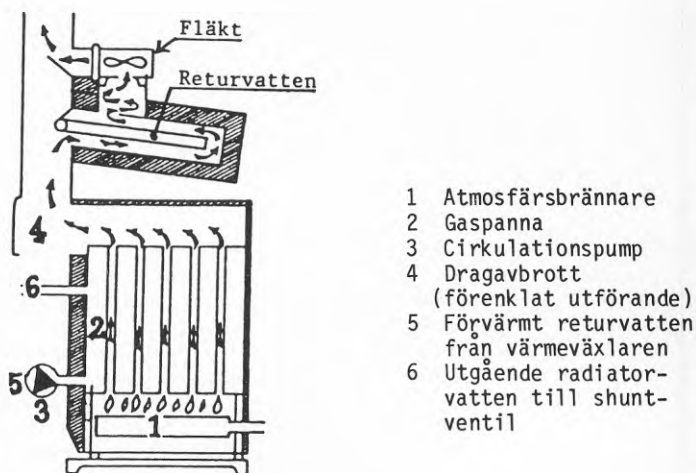
Pannkonstruktioner

I en konventionell panna utan kondensering, där kondensering måste undvikas i såväl panna som avgaskanal, måste avgastemperaturen efter pannan vara anpassad till en tillräckligt hög nivå för att kondensering inte skall ske i avgaskanalen.

I en kondenserande panna eftersträvas i stället kondensering före avgaskanalen. Kondenserande pannor fungerar efter två huvudprinciper, där man skiljer på torra och våta pannor.

Principen med torr panna innebär att värmeväxlarytan ökas genom fler kyltuber. Dessa kyltuber placeras i slutdelen av avgasstråket i pannan.

Kondensationsdelen kan vara inbyggd i en panna, som ursprungligen är avsedd för kondensering, men det finns även separata värmeväxlare som kan monteras på en konventionell panna utan kondensering.



Figur 9 Avgasvärmväxlare för kondensering

För kylning av avgaserna kan returvatten med låg temperatur utnyttjas. Vid tillämpningar, där returtemperaturerna från en användare är höga, kan det vara svårt att erhalla tillräckligt låga temperaturer för kylning i kondensationssteget.

Kondenserande pannor enligt den torra metoden medför att tryckfallet på avgassidan blir större. När atmosfärsbrännare används, är det därför nödvändigt att ha en avgasfläkt efter pannan. Används fläktbrännare, måste denna dimensioneras för det ökade tryckfallet.

I en panna med skvåt kondensering sker värmeöverföringen genom att avgaserna leds genom en vätska med lägre temperatur, varvid avkylning sker. Temperaturen i vätskan bör ligga något över rökgasens daggpunktstemperatur (cirka 55°C) för att en acceptabel temperatur skall erhållas på framledningsvattnet. För att uppnå kondensering är det därför nödvändigt att låta avgaserna passera ytterligare en växlare. Konstruktionen med att avgaserna skall passera genom en vätska medför ett relativt stort mottryck, som gör att principen utesluter kombination med atmosfärsbrännare.

Problemområden

Material i panna/värmeväxlare

Kondensering av rökgaser från förbränning av andra fossila bränslen än naturgas tillämpas. Ett betydande problem vid dessa tillämpningar är att kondensatet blir mycket korrosivt till följd av att bränslena innehåller föroreningar.

Naturgasen är det renaste fossila bränslet, men avgaserna innehåller trots detta vissa korrosiva komponenter som klorid, sulfat, nitrit och nitrat.

Även om korrosionsproblemen är förhållandevis små vid naturgasförbränning, måste dock högre krav på korrosionsbeständigheten ställas i kondenserande pannor än i traditionella pannor. Detta gäller naturligtvis i första hand i den kondenserande delen av pannan.

Erfarenheten i Sverige är ännu inte tillräcklig för att man av dessa skall kunna dra slutsatser beträffande materialval.

Korrosionsstudier har bland annat utförts i Holland de senaste åren. Kondensatets sammansättning har analyserats och de komponenter i kondensatet som styr korrosionshastigheten har undersökts. Man fann att klorid- och nitrathalten är av avgörande betydelse för korrosionshastigheten. Det klargjordes bland annat att kloridinnehållet i kondensatet härstammade från förbränningsluften.

Man har gjort tester i Holland, som visar att rostfritt stål och aluminium är mest beständiga i naturgaspannor. Emaljeringar och plastbeläggningar har också visat god beständighet.

God resistens mot korrosion hos aluminium i kondenserande pannor bedöms till en del bero på att man använt värmesystem

med vanliga temperaturer. Korrosionsresistensen vid låg temperatur skall nu undersökas.

Kondensering av rökgaserna medför även att kraven på avgaskanalen förändras.

Temperaturbeständigheten blir av underordnad betydelse om låga temperaturer kan säkerställas. Den låga temperaturen och en hög relativ fuktighet medför dock att andra krav måste ställas beträffande täthet, vattentålighet och beständighet mot korrosion. Befintliga murade skorstenar kan inte utan åtgärder användas.

Ett sätt att minska risken för kondensering i avgaskanalen är att eftervärma avgaserna efter den styrda kondensering som sker i pannan. Detta kräver dock speciell utrustning och driftsekonomi påverkas negativt.

Internationella undersökningar visar att kondensatet i normala fall inte förorsakar några problem på avloppssystemet dit det leds från pannan. Normalt innebär uppblandningen med övrigt avloppsvatten att utspädningen blir stor.

Anpassning av befintligt värme- och tappvarmvattensystem

För att åstadkomma en effektiv kondensering i pannan är det nödvändigt med låga vattentemperaturer, under avgasernas daggpunkt, i de kondenserande delarna av pannan eller i avgasvärmväxlaren. Där finns således ännu ett skäl till att genomföra energisparåtgärder anpassa befintliga värmesystem till låg temperatur. För att säkerställa att returvattnet till pannan ligger under avgasernas daggpunkt, ställs särskilda krav på koppling och styrning av varmvattenberedare och panna. Även dimensioneringsmässigt skärps kraven, eftersom ytterligare parametrar måste beaktas.

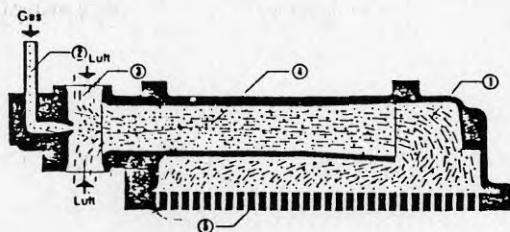
4.6 Strålningsvärmare med naturgas som bränsle

Olika typer av strålningsvärmare har sedan lång tid tillbaka använts i Sverige. De två vanligaste typerna är värmare med direktverkande el och värmare med varmvatten som värmebärare, Strålningsvärmarnas fördelar, dels i energihushållningshänseende, dels rumsklimatmässigt är i stort desamma oavsett vilket energislag eller media som används.

Strålningsvärmearnläggningar indelas efter strålarens temperatur i mörkstrålare och glödstrålare.

Mörk- eller rörstrålare arbetar med en yttemperatur på cirka 350°C och används företrädesvis i lokaler med låg takhöjd. För uppvärmning av högre industri- och affärslokaler lämpar sig gasvärmda IR-strålare med en yttemperatur på cirka 850°C.

Figur 10 visar en vanlig typ av gasbaserad IR-strålare.

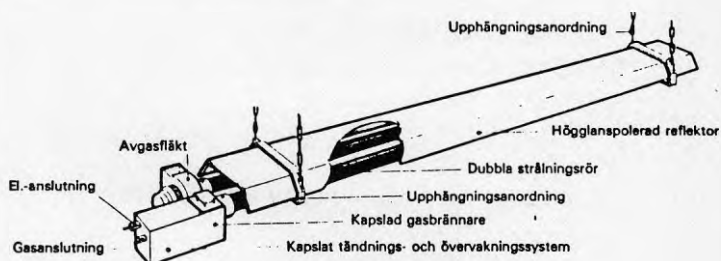


Figur 10 Gasbaserad IR-strålare bestående av brännarhus (1), gasledning med munstycke (2), luftinsug (3), blandningsrör (4), brännarplatta (5)

Funktionen är följande; naturgasen strömmar med hög hastighet till brännaren och suger med sig förbränningsluften. Gasblandningen strömmar genom kapillärerna på en keramikplatta och antänds på framsidan.

En vidareutveckling av gasstrålningsvärmarna är att de förses med värmväxlare för förvärmning av förbränningsluften och utrustning för förvärmning av gas/luftblandningen i brännarkapseln. Syftet är att öka strålningsverkningsgraden.

Det finns även strålningsvärmare med sluten förbränning. Figur 11.

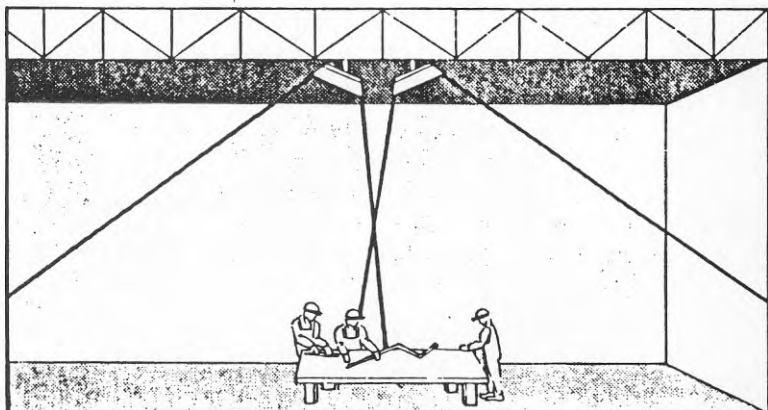


Figur 11 Strålningsvärmare med sluten förbränning av naturgasen

Förbränningen sker i denna strålningsvärmare helt slutet och avgaserna kan via en avgasfläkt ledas bort ifrån lokalen.

Strålningsvärmarens placering kan anpassas efter byggnadens egenskaper, utrustning och användningssätt.

Strålningsvärmare med naturgas som bränsle kan bland annat installeras som vertikalstrålare, snedstrålare i t ex takstag eller som väggstrålare på yttervägg eller pelare. Figur 12 visar ett installationsexempel i en verkstadslokal.



Figur 12 Strålningsvärmare, installationsexempel

Fördelar med strålningsvärmare

Som redan nämnts har strålningsvärmare vissa generella fördelar oavsett vilket energislag som åstadkommer värmestrålningen.

- Transmissions- och ventilationsförlusterna blir lägre på grund av att lufttemperaturen kan hållas lägre än vid uppvärmningssystem, som i huvudsak arbetar efter principen att värma rumsluften.
- Möjligheten att värma endast en liten del av en stor lokal, t ex där folk vistas och utför arbete.
- Liten vertikal temperaturskiktning i lokalerna.
- Liten uppvirvling av damm, eftersom ingen luft behövs som värmebärare.
- En likformig temperaturfördelning över hela lokalytan är, förhållandevis andra system, lätt att åstadkomma.

Förutom de generella fördelarna medför användningen av naturgas följande:

- Den goda reglerbarheten vid gasförbränning ger omedelbar tillgänglighet, dvs ingen tid för uppvärmning av strålar.
- Låg belastning på arbetsmiljön vad avser buller. Om avgaserna leds bort kan gränsvärdena för luftmiljön innehållas.

Problemmråden

Även om en strävan är att göra normer och bestämmelser generella och heltäckande påverkas dessa av den teknik som finns etablerad. Detta får till följd att teknik som utnyttjas i andra länder inte direkt kan överföras till våra förhållanden. I normhänseende godtagna lösningar för bl a hur avgaserna skall ledas bort eller hur en avgaskanal för strålningsvärmare skall utföras finns inte utarbetade.

4.7 Varmluftsaggregat

I luftbehandlingssystem och luftvärmare finns i regel värmebatterier för värmning av luft. Helt dominerande i Sverige är värmebatterier med vatten som värmebärare. För i första hand mindre aggregat finns även elvärmebatterier för värmning av luften.

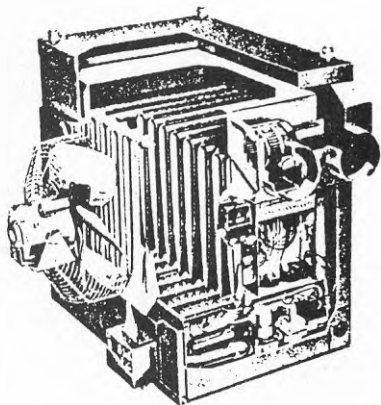
En vanlig typ av varmluftsaggregat för industrilokaler är sk varmluftspannor för oljeeldning. I varmluftspannan sker förbränning av oljan och värmeväxling till luften.

För samtliga dessa tillämpningar är naturgaseldade varmluftsaggregat ett alternativ.

Naturgaseldade varmluftsaggregat

Ett naturgaseldat varmluftsaggregat utgör en separat enhet med egen brännare. Avgaserna från förbränningen värmeväxlas mot den luft som skall värmas. Luft till förbränningen hämtas antingen utifrån eller från lokalen.

Varmluftsaggregaten finns i olika utföranden som varmluftsapparater för recirkulation av lokalens luft, ventilationsaggregat för väggmontage eller enheter som kan byggas in i ett konventionellt luftbehandlingssystem.



Figur 13 Naturgaseldat varmluftsaggregat

Fördelar med naturgas

Ett problem med varmluftspannor för olja är ofta att lokaler försörjs från en enhet placerad i ena änden av lokalen. Detta får till följd att temperaturvariationerna i lokalen blir stora, för hög temperatur nära pannan och ofta oacceptabelt låga temperaturer långt bort från pannan. Ett annat problem har varit dålig reglerbarhet med låg verkningsgrad som följd.

Att installera flera oljeeldade enheter eller konvertera till vattenburna system medför ofta bland annat alltför höga investeringskostnader.

Som ett alternativ till varmluftspannor eller många små enheter anslutna till vattenburen värme skulle naturgaseldade aggregat kunna bli intressanta. Aggregaten kan göras kompakta med ett enkelt avgaskanalsarrangemang och distributionsnätet för gas mellan aggregaten blir betydligt billigare än ett system med vatten som värmebärare.

Problemområden

På samma sätt som för övriga gasapparater är det i första hand enkla normmässigt godtagna avgaskanalslösningar som är ett önskemål.

I övrigt bedöms såväl installation som drift vara enkel och utan speciella problem.

4.8 Övriga gasapparater

I storleksordningen 70-80 % av naturgasanvändningen i Sverige planeras ske i industrin. Uppvärmning av lokaler är en tillämpning även inom industrin och utrustning för detta ändamål har redan behandlats i tidigare avsnitt.

Den största potentialen inom industrin utgör användningen i olika processer. Naturgas lämpar sig ofta bra för värmnings-, värmebehandlings- och smältprocesser. De gasapparater som används för dessa ändamål är ofta speciell processutrustning, som ej behandlas vidare här. Det finns dock några tillämpningar av allmän karaktär som kan vara värda att nämna.

Kondenserande varmvattenberedare

Varmvattenberedare för industriella ändamål med bl a hög verkningsgrad, över 90 %, och låga NO_x -emissioner utvecklas bl a i USA.

Immersionsvärmare för varmvattenberedning

Varmvattenberedning med direktkontakt mellan rökgaser och vatten. I varmvattenberedaren sker dels en indirekt värmning med immersionsrör i botten, dels en värmning genom att rökgaserna stiger uppåt i beredaren och möter det nedåtgående vattenet i direktkontakt. Delvis utvinns kondensationsvärmnet i rökgaserna och verkningsgraden beräknad på det undre värmevärdet överstiger 100 %.

5 SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL INSATSER

Naturgasen har relativt andra bränsleslag egenskaper som innebär betydande fördelar vid användning. I vissa avseenden kan den jämföras med elanvändning, t ex vad avser utrymmesbehov, enkel användning och renhet vad avser boende- och arbetsmiljö.

Detta leder till att uppställda normer oftast kan uppfyllas, men en bedömning blir att kraven är för hårda i vissa fall. En slutsats av kartläggningen är att de normer och bestämmelser, som gäller generellt för förbränningsanläggningar, på många punkter borde kunna mildras när naturgas används som bränsle. Framför allt gäller detta beträffande utförande av avgasrör och avgaskanaler för olika typer av gasapparater.

För befintliga pannor, som konverteras genom brännarbyte, är det viktigt att undersöka vilka nya material och metoder som kan användas vid modifiering av befintliga röckanaler. Kraven på temperatur-, korrosions- och fuktbeständighet förändras i jämförelse med olja. Dessa krav förändras än mer påtagligt om kondensering av avgaserna sker innan de lämnar pannan, som är fallet när så kallade kondenserande pannor installeras.

Även för väggpannor är det i första hand bortledandet av avgaserna som är det mest betydande problemet. Direktutsläpp av avgaserna genom yttervägg har inte generellt kunnat accepteras av miljöskäl. Bättre kunskaper om hur avgaserna sprids vid utsläpp genom väggen skulle kunna medföra att konstruktionen godtas.

Ett alternativ är att hitta andra tekniska lösningar för avgasrör/avgaskanaler eller att finna en alternativ placering av pannenheten.

För strålningsvärmare och luftvärmare kommer även frågor beträffande öppen eld i vissa typer av lokaler in i bilden. Men även här är frågorna runt hur avgaserna skall bortledas av centralt intresse. Enkla avgasrör/avgaskanaler och kombinerade ventilations- och avgaskanaler borde kunna vara lämpliga. Det är angeläget att undersöka hur rör och kanaler bör utformas för att uppfylla normen, samt att undersöka om normens utformning i detta sammanhang är lämplig.

De installationsavstånd till brännbara byggnadsdelar som normerna anger är troligtvis svåra att ändra på generellt. För gasapparater med speciella egenskaper som minskar värmestrålningen och ger låga temperaturer på apparaternas och tillhörande avgaskanalers ytor borde ett typgodkännandeförfarande kunna medföra förändrade krav vad avser installationsavstånden.

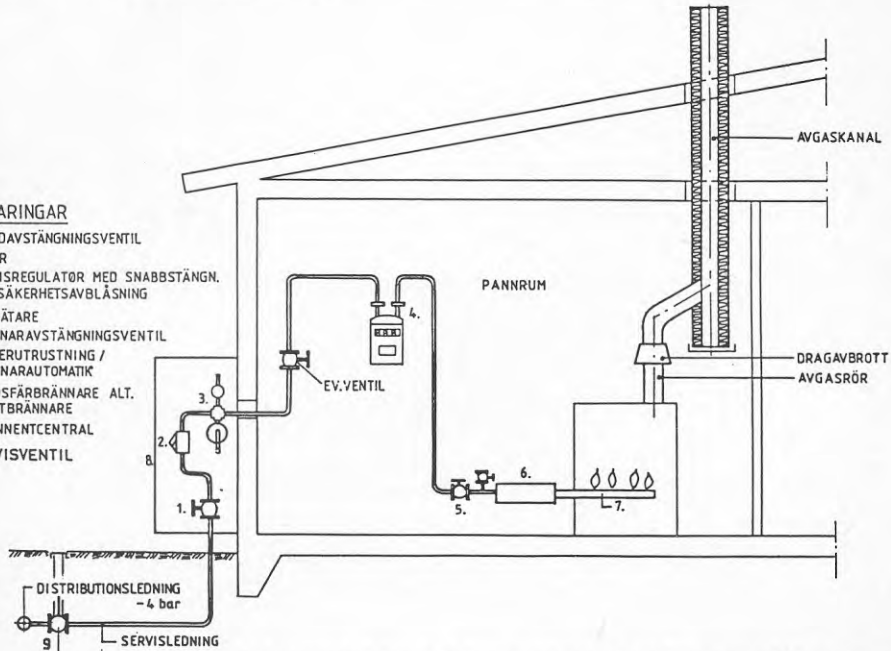
6 REFERENSER

<u>Titel</u>	<u>Utgiven av</u>
Naturgasmanualen 1982 del 4	Svenska Gasföreningen
Svensk byggnorm 1980	Statens Planverk, 1980
Avgaskanaler och deras utförande	Svenska skorstensfejaren 9-10, 1961
Gasapparater och deras installation	Svenska Gasföreningen 1983
Allmänna anvisningar för utförande av gasolininstallationer	Svenska Gasföreningen 1980
Angående gaseldade vägghärdar	Statens Naturvårdsverk, Thomas Levander 1985-12-04
Installationsregler för gas- härdar mindre än 60 kW	Statens Provvningsanstalt 1985-02-14
Kedlers tilpasning til varmeanlaeg og varmtvandsforsyning, skorstene og afraek	Teknologisk Institut, Danmark 1986
Naturgasinstallationer, små anlæg SBI anvisning 145	Statens Byggeforsknings- institut, Danmark 1985
Kondenserende gaskedler - ny teknik med lavere energiforbrug	Jørgen Nielsen VVS 2, 1983
Naturgashandbok	Sydgas 1981
Naturgasen	Jan Carlsson, VVS & Energi 3/85

Figur 1 PRINCIPUTFORMNING AV GASINSTALLATION FÖR SMAHUS
NOMINELLT TRYCK MAX 4 bar

FÖRKLARINGAR

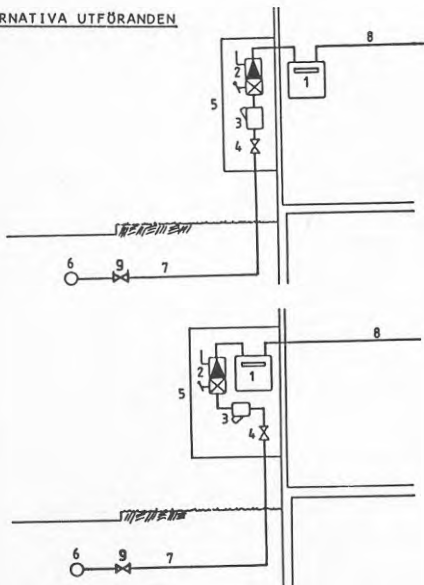
1. HUVUDAVSTÄNGNINGSVENTIL
2. FILTER
3. SERVISREGULATOR MED SNABBSTÄNGN. OCH SÄKERHETS-AVBLÄSNING
4. GASMÄTARE
5. BRÄNNARAVSTÄNGNINGSVENTIL
6. REGLERUTRUSTNING / BRÄNNARAUTOMATIK
7. ATMOSFÄRBRÄNNARE ALT. FLÄKTBRÄNNARE
8. ABONNENTCENTRAL
9. SERVISVENTIL



--- SERVISVENTIL .Vid servisledning ≤ 25 kan servisventil ersättas av sektioneringsventiler i distributionsnät. Sektion får innehålla 15-20 serviser

Figur 2 PRINCIPSCHEMA ÖVER ABONNENTCENTRALER FÖR
4 bar TRYCK

ALTERNATIVA UTFÖRANEN



FÖRKLARINGAR

1. GASMÄTARE
2. SERVISREGULATOR MED INBYGGD SNABBSTÄNGNING OCH SÄKERHETS-AVBLÄSNING
3. FILTER
4. HUVUDAVSTÄNGNINGSVENTIL
5. SKÅP FÖR ABONNENTCENTRAL
6. DISTRIBUTIONSLEDNING 4 BAR
7. SERVISLEDNING
8. TILL FÖRBRUKNINGSPPARAT
9. SERVISVENTIL

Vid servisledning \leq DN 25 kan servisventil ersättas av sektioneringsventiler i distributionsnätet. Sektion får innehålla 15-20 serviser

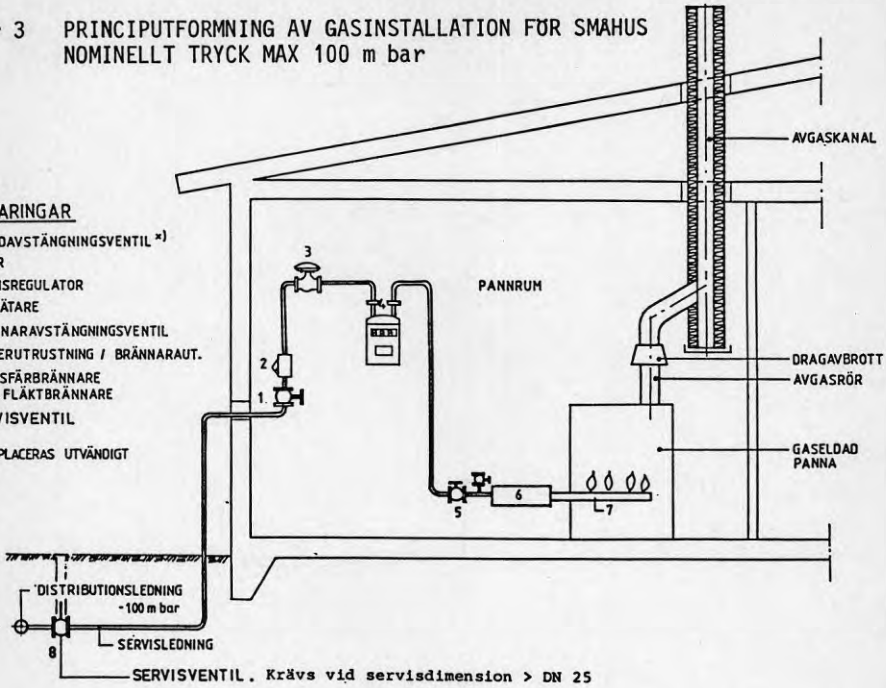
Rev. 841023

Figur 3 PRINCIPUTFORMNING AV GASINSTALLATION FÖR SMAHUS
NOMINELLT TRYCK MAX 100 m bar

FÖRKLARINGAR

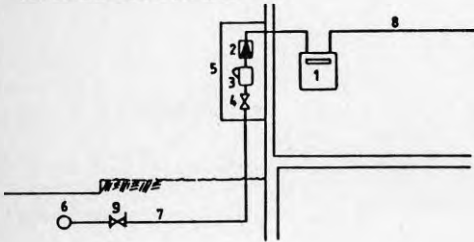
1. HUVUDAVSTÄNGNINGSVENTIL ^{*)}
2. FILTER
3. SERVISREGULATOR
4. GASMÄTARE
5. BRÄNNARAVSTÄNGNINGSVENTIL
6. REGLERUTRUSTNING / BRÄNNARAUT.
7. ATMOSFÄRBRÄNNARE
ALT. FLÄKTBRÄNNARE
8. SERVISVENTIL

^{*)} KAN PLACERAS UTVÄNDIGT



Figur 4 PRINCIPSCHEMA ÖVER ABONNENTCENTRALER FÖR
100 m bar TRYCK

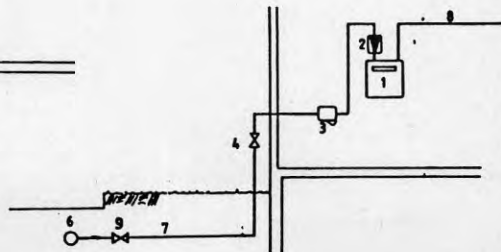
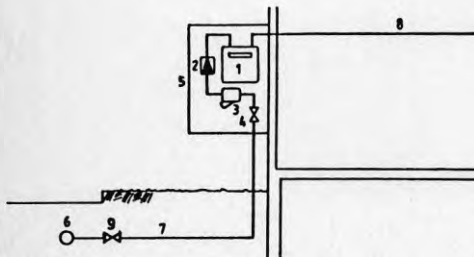
ALTERNATIVA UTFÖRANDEN



FÖRKLARINGAR

1. GASMÄTARE
2. SERVISREGULATOR
3. FILTER
4. HUVUDAVSTÄNGNINGSVENTIL
5. SKÅP FÖR ABONNENTCENTRAL
6. DISTRIBUTIONSLEDNING 100mbar
7. SERVISLEDNING
8. TILL FÖRBRUKNINGSPAPPARAT
9. SERVISVENTIL ^{*)}

^{*)} Krävs vid servisdimension > DN 25



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 860520-4
från Statens råd för byggnadsforskning till ÅF-Energi-
konsult AB, Stockholm.**

R83: 1988

ISBN 91-540-4927-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6708083

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 39 kr exkl moms