



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

R138:1985

**System för rökgaskondensering
vid panncentraler**

Teknik, ekonomi, marknad. Förstudie

**Per Engblom
Arne Jönsson
Sören Lindgren**

Byggeforskningsrådet

R138:1985

SYSTEM FÖR RÖKGASKONDENSERING VID PANNCENTRALER

Teknik, ekonomi, marknad. Förstudie

Per Engblom
Arne Jönsson
Sören Lindgren

	807/85
	<i>Slut</i>
	<i>0999 -</i>
	<i>färdig</i>
LIBR	697.3:
	533

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 841022-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Wahlings
Installationsutveckling AB, Danderyd.

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

R138:1985

ISBN 91-540-4473-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm
Liber Tryck AB Stockholm 1985

INNEHÅLL

FÖRORD	5	
SAMMANFATTNING	7	
1	TEKNIK.....	9
1.1	Systemlösningar.....	9
1.2	Värmeväxlare.....	16
2.	TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR.....	19
3.	REFERENSANLÄGGNINGAR I SVERIGE.....	21
3.1	Driftserfarenheter.....	21
3.2	Slutsatser.....	25
4.	LÖNSAMHET.....	27
4.1	Investering.....	27
4.2	Driftskostnader.....	29
4.3	Lönsamhetsberäkning.....	29
4.4	Lönsamhet med värmepump.....	32
5.	MARKNAD.....	35
6.	UTVECKLINGSBEHOV.....	39
LITTERATUR.....	40	

FÖRORD

Denna rapport redovisar en förstudie som syftar till att översiktligt undersöka teknik, ekonomi och marknad för rökgaskondensering. Beroende på resultatet av förstudien kan man sedan gå vidare med vissa detaljstudier.

Förstudien har bedrivits genom litteraturstudier, insamlande av erfarenheter från de anläggningar som byggts och genom kontakter med tillverkare av rökgaskondenseringsutrustning. Då sju anläggningar redan är byggda idag i Sverige och flera anläggningar är planerade eller under byggnad finns tillräckligt med erfarenheter för att man skall kunna göra en bedömning av lönsamhet och marknad och för att kunna se inom vilka områden det krävs ytterligare kunskaper.

Utredningsarbetet har bedrivits vid Wahlings Installationsutveckling AB, med civilingenjör Sören Lindgren som projektledare och civilingenjörerna Per Engblom och Arne Jönsson som utredningsmän.

SAMMANFATTNING

Denna förstudie behandlar översiktligt teknik, ekonomi och marknad för rökgaskondensering. Arbetet har bedrivits genom litteraturstudier och insamling av erfarenheter från de sju rökgaskondenseringsanläggningar som hittills byggts i Sverige samt genom kontakter med tillverkare.

Den idag vanligaste konstruktionen för rökgaskondenseringsutrustning bygger på tubvärmväxlare där rökgaserna strömmar på insidan av tuberna. För att erhålla god värmeövergång och för att hålla nere dimensionerna passerar rökgaserna med relativt hög hastighet, ca 20 m/s. Rökgaserna går nedåt genom värmväxlaren för att kondensatet skall kunna rinna nedåt till uppsamlingskärlet. Tuberna tillverkas av rostfritt stål.

Tidigare undersökningar av rökgaskondensering tyder på god lönsamhet. Insamlingen av erfarenheter från befintliga anläggningar visar att de tekniska svårigheterna i stort sett är lösta. Den ekonomiska redovisningen är bristfällig, men där den finns så visar den på god lönsamhet. De lönsamhetsberäkningar som gjorts i förstudien tyder på att rökgaskondensering i första hand skall installeras i stora pannor med lång driftstid, vilket betyder pannor större än 0,9-1,8 MW vid en ekvivalent driftttid på 2200 h/år. Från lönsamhetssynpunkt är det likgiltigt om man har flis- eller oljeeldning. Kostnaden för underhåll bestämmer till stor del den undre effektgränsen för lönsam installation.

För att värmepump skall kunna användas som lönsam tillsats till rökgaskondensering krävs en driftstid på ca 3000 h/år och oljeeldade centraler. Energin från fliseldning är för billig för att det skall bli lönsamt att ersätta den med värmepump.

I Sverige finns ca 2000 panncentraler där rökgaskondensering kan vara lönsam att installera. Hälften av dessa tillhör industriella anläggningar. Huvuddelen av panncentralerna byggdes före 1960 varför ca 100 av dessa behöver nya pannor varje år. Vid byte av panna kan det därför vara lämpligt att installera rökgaskondensering.

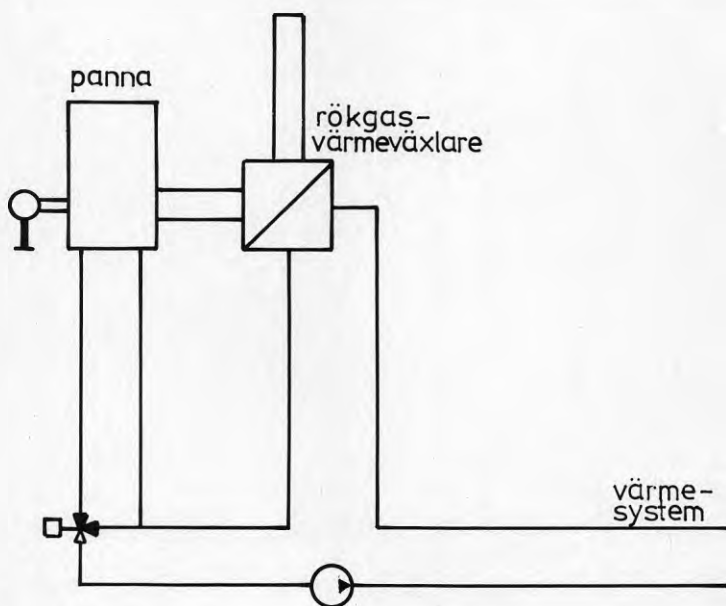
Förutom lönsam värmeåtervinning kan kondenseringen ge rening av rökgaserna. Det krävs dock mätningar i anläggningar för att fastställa rökgaskondenserings renande effekt för olika typer av rökgaser t ex från olja, flis och sopor.

1 TEKNIK

Rökgaskondensering innebär att man kyler ned rökgaserna under syra- och vattendaggpunkten. Därigenom kan nästan hela bränslets värmevärde användas för nyttiga ändamål. Tidigare har man låtit rökgaserna lämna panna och skorsten med en temperatur mellan 160-200°C eftersom avkylning till lägre temperatur medför kondensering av svavelsyra och svavelsyrlighet på de ytor som kyler rökgasen. Kondenseringen ger upphov till korrosion på metaller och till vittring av stenmaterial. De ökade olje- och energipri- serna har dock medfört ökade forsknings- och utvecklingsinsatser inom området med inriktning på att kunna sänka utgående rökgas- temperaturen och därigenom utnyttja större del av bränslets värme- värde.

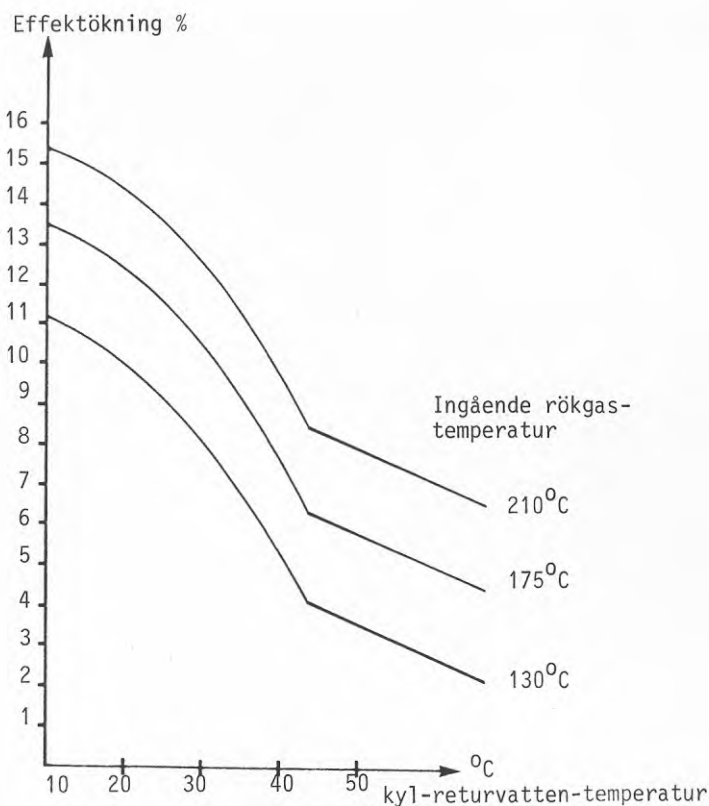
1.1 Systemlösningar

Man kan återvinna värme ur rökgaserna med hjälp av olika system- lösningar. Utförandet beror dels på hur den återvunna värmen skall utnyttjas dels på om man använder värmepump eller ej. Grund- principen för rökgasvärmeåtervinning visas i figur 1.1.



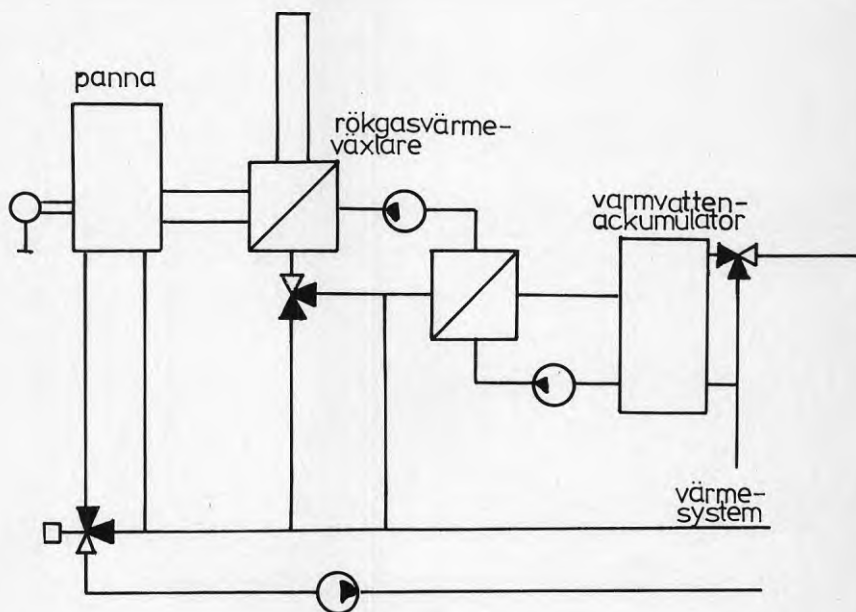
Figur 1.1 Grundprincip för rökgasvärmeåtervinning

Returledningen från värmesystemet kopplas till rökgaskylaren var-
 efter det förvärmade vattnet går in i pannan eller shuntas ut i
 framledningen. Framledningstemperaturen regleras på vanligt sätt
 genom shuntning. Vid kondensering av rökgaser från gaseldade pan-
 nor leds ofta det förvärmade vattnet från rökgaskylaren direkt in
 i pannan. Framledningstemperaturen styrs då genom brännareffekt
 och av brännarens driftstid. Grundkopplingen kan tillämpas vid
 inkoppling av rökgaskondensering i alla befintliga uppvärmnings-
 system. Återvunnen värmemängd ur rökgaserna begränsas av retur-
 temperaturens storlek och av värmeväxlaren. Hög returtemperatur
 ger liten återvunnen energimängd. Effekttökningen i ett system kan
 utläsas ur figur 1.2.



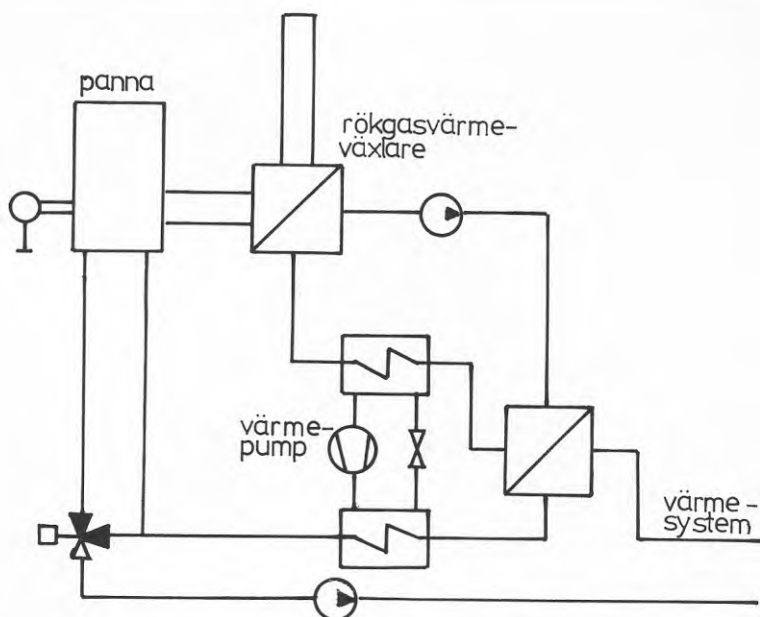
Figur 1.2 Effekttökning som funktion av returvattentemperaturen vid konstant luftöverskott 20 % vid värmeåtervinning (Fagersta Energetic).

För att kunna återvinna värme från rökgaskondenseringen till tappvarmvatten kan man använda kopplingen i figur 1.3 Under tider med varmvattenbehov och då värmepannan går kan den låga tappvattentemperaturen användas för att utvinna mer värme ur rökgaserna, än då återvinningen sker enbart till returen från uppvärmningssystemet.

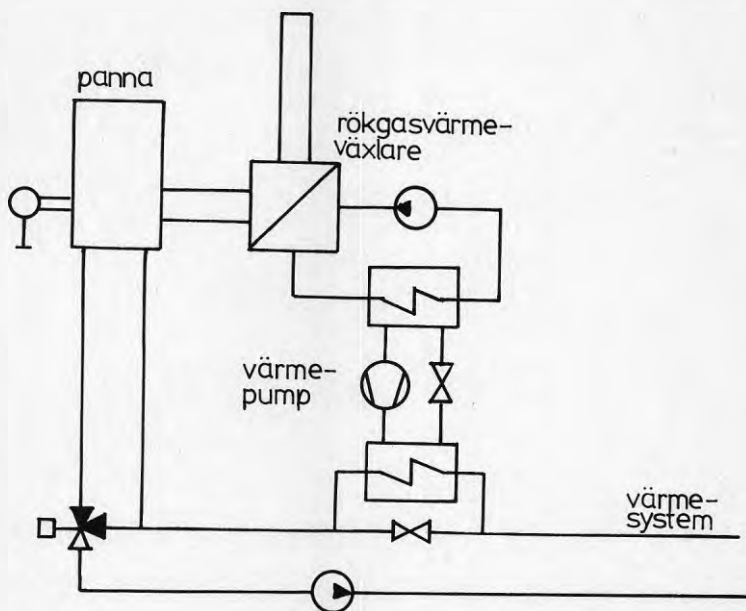


Figur 1.3 Rökgasvärmeåtervinning till både tappvarmvatten och värmesystem. (Fagersta Energetic)

För att ytterligare kunna sänka vattentemperaturen i rökgasvärmesväxlaren kan man använda en värmepump som arbetar mellan returen och rökgasvärmesväxlaren enligt figur 1.4 och 1.5. I figur 1.5 är värmepumpen dimensionerad för hela värmeeffekten från rökgaskondenseringen och i figur 1.4 är den endast dimensionerad för en del av effekten, medan resten överförs till returen i en värmesväxlare.

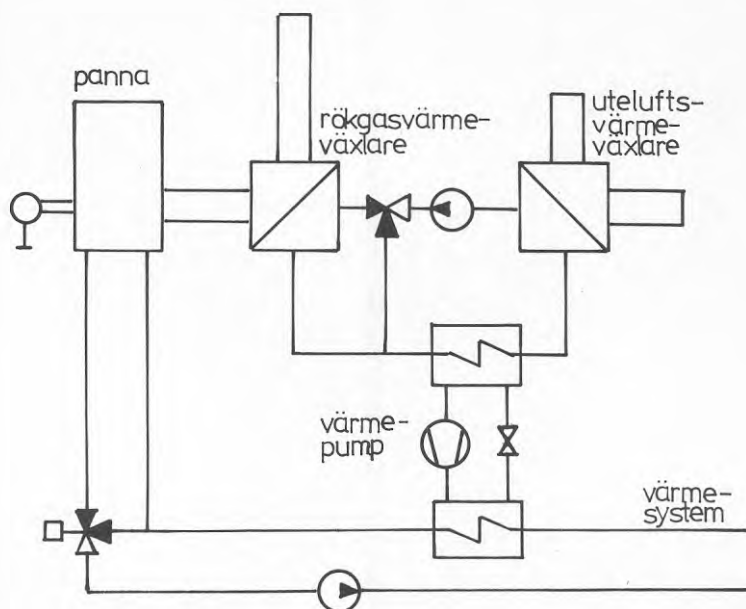


Figur 1.4 Rökgasvärmeåtervinning med hjälp av värmepump.
Del av värmeåtervinningseffekten genom värmepumpen.
(Fagersta Energetic)



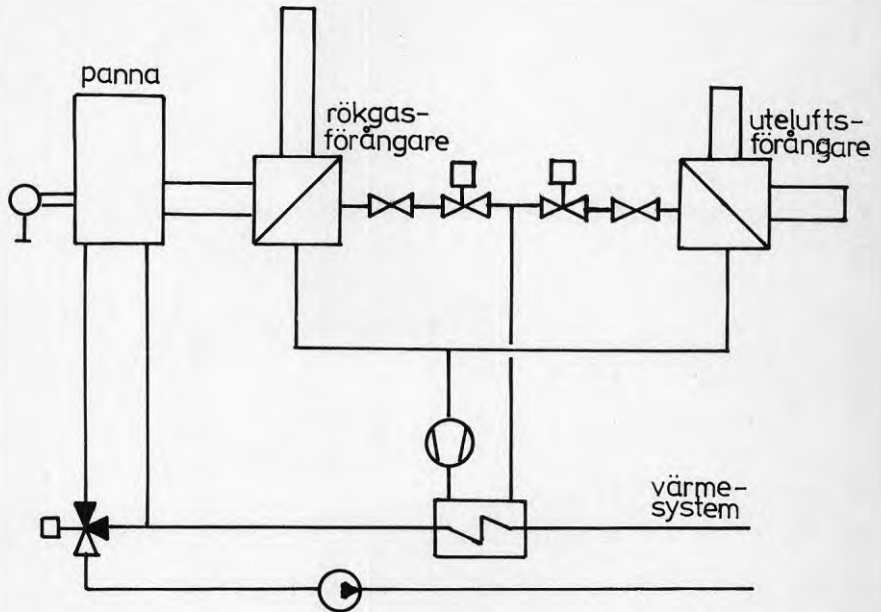
Figur 1.5 Rökgasvärmeåtervinning med hjälp av värmepump
Hela värmeåtervinningseffekten genom värmepumpen.
(Fagersta Energetic)

Uteluftsvärmepumpar och rökgaskondensering kan kombineras på flera olika sätt som t ex enligt figur 1.6 där man tar värme ur både uteluft och rökgaser. Värmen transporteras med ett brinesystem. Beroende på hur man väljer värmepumpens effekt i förhållande till rökgasvärmväxlaren kan olika hög förångningstemperatur erhållas. Då uteluften har tillräckligt hög temperatur kan uteluften användas som värmekälla då det inte finns några rökgaser.



Figur 1.6 Kombination av uteluftsvärmepump och rökgasvärmeåtervinning med brinekrets.

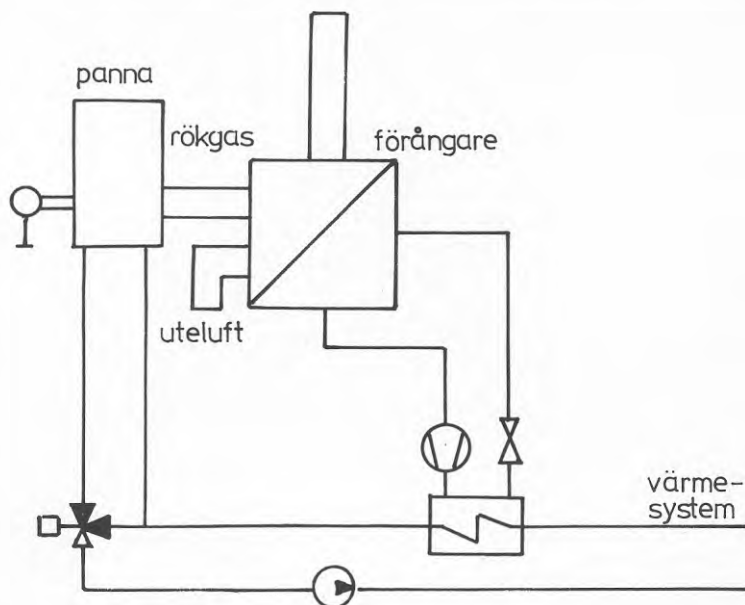
Denna kopplingsprincip kan även utföras utan brinekrets. Då har man direktförångning i både rökgasvärmexlaren och uteluftsvärmexlaren. Detta utförande används i mindre värmepanor avsedda för villor. Figur 1.7.



Figur 1.7 Kombination av uteluftsvärmepump och rökgasvärmeåtervinning med direktförångning. (Swecal EC)

Ett annat sätt att kombinera uteluft och rökgaser som värmekällor för en värmepump är att leda in rökgaserna i uteluftsvärmepumpens förångare enligt figur 1.8. Detta system säljs bl a under namnet Epok-200. I denna typ av värmepump används lamellelement som förångare. Till skydd mot rökgaskondensatet används epoxibeläggning på lamellerna.

En av fördelarna med kombinationerna av uteluftsvärmepump och värmepanna med rökgaskondensering är att man kan använda en uteluftsvärmepump för uppvärmning utan att det krävs hög eleffekt som tillsats vid låg utetemperatur.



Figur 1.8 Kombination av uteluftsvärmepump och rökgasvärmeåtervinning med gemensam förångare för rökgaser och uteluft (Epok-200).

1.2 Värmeväxlare

Eftersom de flesta bränslen innehåller svavel kommer svaveldioxid och svaveltrioxid att falla ut i rökgaskylaren i form av svavelsyra och svavelsyrslighet. Det sura kondensatet ger upphov till korrosion på de flesta metaller. Valet av material behandlas utförligt i Moberg m fl, som i sin tur återger amerikanska undersökningar. Vid kondensering av rökgaser från förbränning av olja med 0,16 viktsprocent svavel fann man att molybdenlegerade syrafasta stål som SS 2353 och SS 2562 kunde ha tillfredsställande livslängd. "Diskbänksplåt" SS 2333 drabbades av punktfrätning.

För att förbättra korrosionsmotståndet hos metaller kan man använda ytbehandling. För att motstå kondenserande rökgaser är teflontäckning en lämplig ytbehandling. Rören beläggs med ett 0,2-0,5 mm tjockt teflonskikt på utsidan.

Den rökgaskondenseringsvärmexlaren som tillverkas i Sverige består av tuber med rökgaserna på insidan och det vatten som skall värmas på utsidan. Tuberna är av rostfritt stål SS 2343. Rökgashastigheten på insidan hålls relativt hög ca 20 m/s, för att få ett högt värmeövergångstal. Denna höga hastighet kräver att en ny rökgasfläkt med högre effekt installeras i befintliga anläggningar. Den nya fläkten kan beroende på inkopplingsätt komplettera eller ersätta den befintliga fläkten.

2. TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

Rökgaskondensering har undersökts i flera av varandra oberoende studier i Sverige.

Den första Edbom, 1982, innehåller tekniska beskrivningar och ekonomiska beräkningar av fem olika systemlösningar för att minska rökgasförlusterna vid träbränsleeldning. Av dessa är ekonomiser och panna med både ekonomiser och särskild rökgaskylare med värmepump de intressantaste alternativen. De beräknade pay-off-tiderna ligger mellan 0,6 och 3,0 år, vilket alltså är en god lönsamhet. Ekonomiser användes i ett antal träbränsleeldade hetvattenpannor. Som ekonomiser utnyttjas värmeväxlare med kamflänsrör av gjutjärn. Träbränslen innehåller lite svavel och man sänker inte rökgastemperaturen så lågt att vattnet i rökgaserna kondenserar.

Enligt Edbom hade inte rökgaskylare för kondensering av vattnet i rökgaser från träeldning provats 1982, utan han rekommenderar att försök bör göras. Värmepumpar som kan användas i dessa system finns redan framtagna. Edboms undersökning gäller pannor i storlekarna 3, 12 och 25 MW.

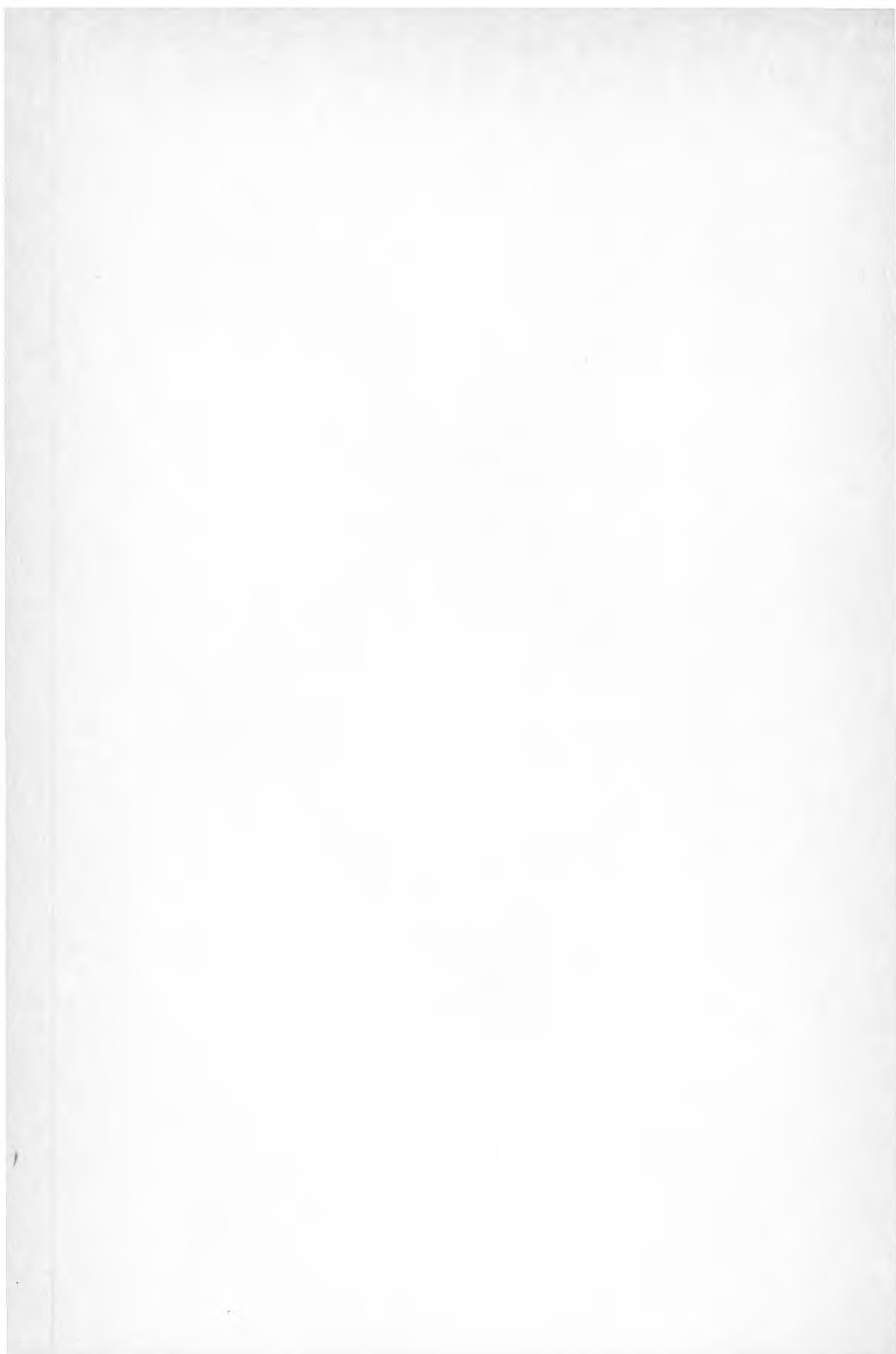
En senare studie av Moberg m fl 1984, kommer fram till i stort sett samma resultat. Det finns nu anläggningar där man kondenserar rökgaser från biobränslen som varit i drift under mer än ett år och med en väl fungerande teknik.

Erfarenheter visar att rökgaskondensering i anläggningar för förbränning av lågsvavlig eldningsolja kan genomföras om värmeväxlaren byggs i syrafast stål (SS 2353, SS 2562).

Rökgaskondensering med värmepump ger en pay-off tid på mellan 4-5 år för en biobränslepanna med 15 MW effekt. Moberg m fl har även funnit att avskiljningen av stoft uppgår till mellan 50-90 %. Avskiljningen av svaveloxider är i de flesta fall över 90 %, medan avskiljningen av kväveoxider är låg d v s under 10 %. Av de organiska ämnena i rökgasen är det främst fenol som avskiljs. PAH (polyaromatiska kolväten) avskiljs genom att de är absorberade stoft och avskiljs därför tillsammans med detta.

I USA har ett 40-tal anläggningar för kondensering av rökgaser från oljepannor sålts. Där använder man tubvärmeväxlare av teflonbelagda koppar-nickel-rör med rökgaserna strömmande på utsidan.

Återvinning av värme i rökgaser från inhemska bränslen, d v s trä och torv, med hjälp av rökgaskondensering och absorptionsvärmepump alternativet kompressorvärmepump har undersökts av Björnskar, m fl, 1984. Undersökningen gäller rökgaskondensering för pannor i fjärrvärmenät. Enbart värmepumpen för rökgaskondenseringen har en värmeeffekt på 6,3 MW. Resultatet av beräkningarna tyder på pay-off-tider på ca 3 år för investeringen i rökgaskylare och värmepump.



3. REFERENSANLÄGGNINGAR I SVERIGE

3.1 Driftserfarenheter

Driftserfarenheter har insamlats från sju svenska panncentraler i storlekar från 0.2-10 MW, konverterade för rökgaskylning. Av dessa anläggningar är endast en kopplad till värmepump. De övriga sex är avsedda att värma returledningen från värmesystemet eller för att dagtid förvärma tappvarmvattnet och nattetid värma returvattnet från värmesystemet.

Fyra av anläggningarna eldas med eldningsolja 1 (Eo1), två med Eo3 LS respektive Eo4, samt en anläggning med flis. Två av anläggningarna har ännu ej tagits i full drift p g a driftstörningar och pågående testkörningar.

När denna nya teknik introducerades drabbades man av en hel del initialsvårigheter. Ingen erfarenhetsbank fanns att tillgå varför man blev hänvisad till att prova sig fram. Detta leder som bekant inte alla gånger direkt till den rätta lösningen. Här nedan följer en kort redovisning av driftserfarenheter från de olika panncentralerna.

Anläggning 1

Denna anläggning som togs i drift 1981 har en panneffekt av 1 MW och drivs med Eo1.

Rökgaskylaren är inkopplad enligt figur 1.3 så att den förvärmer tappvarmvattnet under dagtid och värmer returvattnet från värmesystemet nattetid.

Systemet har enligt personalen fungerat klanderfritt frånsett problem med igensättning av neutraliseringskärlet. Detta kräver idag kontinuerligt underhåll, d v s man måste rensa kärlet manuellt 1 gång per vecka.

Statistik på oljeförbrukningen och oljebesparingen som erhållits från mätningar finns att tillgå från åren 1983-1984, se tabell 1.

Tabell 1

År	Förbrukning	Besparing	
83	288 m ³ Eo1	21 m ³	6,8 %
84	261 m ³ Eo1	22 m ³	7,8 %

Kompletteringen av anläggningen med rökgaskylare bekostades ursprungligen av tillverkaren som då fick ersättning i takt med oljebesparingen. Sedemera såldes utrustningen till panncentralens ägare till ett pris av 100.000 kronor. Med ett oljepris av 3.100 kr/m³ skulle denna investering ha en pay-off tid av 1,5 år.

Anläggning 2

Anläggningen som togs i drift 1982 har en panneffekt av 680 kW och drivs med lågsvavlig Eo3.

Rökgaskylaren används enbart för att förvärma tappvarmvattnet.

Man har haft och har fortfarande problem med stoftigensättning i rökgaskylaren vid fullast. Detta beror dels på ojämn kvalitet på oljan, men även på svårigheter med att nå tillfredsställande resultat vid renspolning av tuberna i rökgaskylaren. För att nå ett bra resultat vid renspolning krävs att man har både rätt tryck på vattnet, korrekt vattenflöde, rätt placering och frekvens. Dessutom är det viktigt att vattnet som används ej är för hårt då det i så fall föreligger risk att det med tiden kan bildas kalkavlagringar i tuberna.

Det ovan nämnda problemet har gjort att driftspersonalen inte anser att utrustningen fungerar helt tillförlitligt.

Statistik på oljeförbrukningen och besparingen finns från mätningar gjorda år 1984. Förbrukningen var då 210 m³ Eo3 och besparingen 17,3 m³, d v s 7,6 %.

Någon exakt uppgift om kostnaden för anläggningen har ej gått att få. Tillverkaren hävdar att kostnaderna ej är relevanta för en motsvarande anläggning idag. Detta beror på att man haft stora utvecklingskostnader med stöd från bl a BFR. På detta har någon ekonomisk utvärdering ej kunnat göras.

Anläggning 3

Pannan som enligt ägaren installerades hösten 1984 har en effekt av 200 kW och eldas med Eo1.

Tappvarmvattnet förvärms under dagtid av värmesystemets retur som sedan återuppvärms i rökgaskylaren. När varmvattenbehov ej föreligger kyls rökgaskylaren enbart av värmesystemets returvattnet.

Inköringsproblem har gjort att någon energibesparing ännu inte erhållits (mars 85). En felaktigt dimensionerad rökgasfläkt har gjort att tryckvakten i pannan löst ut. För att bemästra detta har man varit tvungen att installera en kraftigare fläkt.

Priset för själva rökgaskylaren har uppgetts till 40.000 kronor.

Anläggning 4

Värmeanläggningen som är byggd enligt figur 1.6 togs i drift 1983 och arbetar som uteluftsvärmepump ner till $+ 0^{\circ}\text{C}$ då oljepannan (Eo4) på 1 MW startar. En blandventil shuntar då in den - 8-gradiga köldbäraren från fläktkylaren till rökgaskylaren som då kylar ner rökgasen till ca $+ 6^{\circ}\text{C}$. Vid $- 15^{\circ}\text{C}$ uteluftstemperatur stoppas fläktarna till luftkylaren och värmepumpen, som då reglerat ner sin kapacitet till 90 %, får hela förångareffekten, 240 kW, från rökgaskylaren.

Man har efter diverse igångkörningsproblem enbart haft goda erfarenheter av utrustningen. På grund av rökgaskylarens stora stoftavskiljningskapacitet måste dock buffertkärlet rensas två gånger per vecka.

Anläggningen har enligt uppgift från ägaren kostat 3,3 miljoner kronor komplett med värmepump, rökgaskylare och en elpanna på 400 kW. Elpannan kostade 150.000 kronor och en tillbyggnad 400.000 kronor. Anläggningen har gett en årlig besparing på ca 400.000 kronor, vilket ger en pay-off tid på ca 8 år.

Någon individuell mätning på rökgaskylaren har ej gjorts, men med en drifttid på uppskattningsvis 2000 h/år skall den ge en energibesparing som betalar rökgaskylarens kostnad på 200.000 kronor. Att göra någon uppskattning av enbart rökgaskylarens inbesparing skulle bli mycket ungefärlig vilket gör en ekonomisk analys enbart för denna vansklig.

Anläggning 5

Anläggningen som byggdes 1983 har en panneffekt på 730 kW och drivs med Eo1.

Rökgasen kyls ner från ursprungliga 190°C till ca $40-45^{\circ}\text{C}$. Dagtid förvärmer man tappvarmvattnet och nattetid värmer man returen från värmesystemet enligt shemat i figur 1.3.

Tidigare oljeförbrukning under 3 år korrigerad till normalår har varit 390 m^3 Eo1. Med nuvarande installation sparar men enligt ägaren 43 m^3 /normalår d v s 11 %.

Någon uppgift om investeringens storlek har ej gått att få från entreprenören/tillverkaren som hänvisar till att anläggningen bekostats med hjälp av olika utvecklingsbidrag. Detta gör det inte möjligt med en realistisk ekonomisk utvärdering.

De tekniska problemen har varit fåtaliga. Dock har en rökgasfläkt havererat. Korrosion, stoftigensättningsproblem etc har däremot ej förekommit.

Anläggning 6

Anläggningen består av två fliseldade pannor på vardera 4.6 MW som är kopplade till varsin rökgaskylare med en uppmätt effekt på 0,9 MW.

Rökgasen kyls ner från ursprungliga 175°C till $55-60^{\circ}\text{C}$ av returledningen, enligt principkopplingen i figur 1.1

Pannorna ingår som en mindre del i ett större värmeverk vilket medför att drifttiden blir lång, 7.000 h/år.

Innan anläggningen togs i full drift hade man en del problem. Svårigheterna var från början bl a att den höga stofthalten, 300 mg/m^3 efter cyklonavskiljaren gjorde att rökgaskylaren täpptes igen. Eftersom det då inte fanns någon kunskap om hur renspolningen skulle göras var man tvungen att prova sig fram.

Man erhåller ca 1.5 m^3 rökgaskondensat per timme från anläggningen. Detta kondensat har visat sig vara mycket användbart till högtrycksspolningen av rökgaskylaren. Om vanligt vatten skulle ha använts riskerar man, att tuberna kan kalka igen när vattnet är hårt.

Det har visat sig vara viktigt att rökgaskylaren kan förbikopplas. Detta för att inte ett eventuellt fel i rökgaskylaren skall kunna stoppa hela värmeproduktionen. Knappt något av de på markanden förekommande avstängningsspjällen uppfyller det krav på gastäthet som är nödvändigt för att kunna by-passa rökgaskylaren. Efter olika utprovningar har man slutligen lyckats finna ett fabrikat som uppfyller kravet (Stavsjöspjället).

Skorstenen bör utformas på så sätt att rökgasen inte "rinner" ur skorstenen. Detta har här lösts genom att man i skorstenstoppen har monterat en dysa som höjer hastigheten på rökgasen vid utloppet från skorstenen.

Rökgaskylarna producerar årligen $2 \times 0,9 \times 7000 = 12.600 \text{ MWh}$ värme vilket vid ett energipris av $170:-/\text{MWh}$ har ett värde av $2.142.000:-$. Den totala investeringen var 1983, $2.850.000:-$ vilket ger en pay-off tid på 1,3 år. Till detta skall dock tillfogas att egna insatser från värmeverkets personal har uppskattats till ca 1 milj. kronor. Dessa kostnader skulle dock ej drabba motsvarande anläggning idag.

Man har med tiden samlat på sig en hel del erfarenheter vad gäller förfarandet vid upphandling av kompletterande rökgaskylare till en befintlig panncentral. Det är viktigt bl a för undvikande av tvister mellan leverantör och kund att kontraktet formuleras på så sätt att leverantören måste beakta och åtgärda synpunkter från:

- Sotningsväsende
- Brandväsende
- Tekn. skyddskommittén
- Skyddsombuden
- Försäkringsbolagen

Denna klausul kan spara in många diskussioner mellan leverantör och kund.

Om en tillbyggnad är nödvändig för rökgaskylarna är det viktigt att brandlarm, brandsläckningsutrustning etc i tillbyggnaden är anpassade till det befintliga systemet. Om detta inte görs blir man tungen att göra service och underhåll på två olika system.

Anläggning 7

Denna panna som har en effekt av 200 kW drivs med Eo1.

Utrustningen som ursprungligen bekostades av BFR håller just nu (mars-85) på att utvärderas av Statens Provninganstalt i Borås, så några definitiva uppgifter om besparingen finns ej att tillgå.

Man kylar rökgasen enligt figur 1.1 med hjälp av returvattnet från ett lågtemperatursystem, ned till ca + 30°C vilket preliminärt skulle kunna ge en besparing på 10-12 % av inmatad olja.

Några tekniska problem eller svårigheter med t ex korrosion eller stoft har man ej haft. Uppgifter om investeringens storlek finns ej att tillgå och med hänsyn till att mätresultaten är preliminära kan därför ingen slutsats om ekonomin i anläggningen göras i nuläget.

3.2 Slutsatser

De gjorda erfarenheterna vid de svenska anläggningarna visar på en kraftigt ökad tilltro till rökgaskondenseringstekniken. De tekniska svårigheterna förefaller i stort sett vara lösta. Visserligen har man vid någon panncentral fortfarande problem med driften men de förefaller mera ha karaktären av igångkörningsproblem.

När de tekniska svårigheterna är bemästrade torde det innebära att de ekonomiska argumenten mera kommer att påverka användandet av rökgaskylare.

Av de undersökta anläggningarna finns tyvärr ingen komplett redovisning över vad de olika panncentralerna har kostat. Detta innebär att analysen inte kan bli så fullständig som avsikten var från början. Uppgifterna i tabell 3.2 redovisas aktuella kostnadsdata för de olika anläggningarna

Tabell 3.2 Investering, årlig ekonomisk besparing, Pay-offtid, procentuell besparing och bränsle i de sju undersökta anläggningarna.

Anl.nr	Invest.	Bespar.	Payoff	Bespar.	Bränsle
1	100'	68'	1,5 år	7,7 %	Eo1
2	-	50'	-	7,6 %	Eo3
3	-	-	-	-	Eo1
4	3.300'	400'	8,25 år	-	Eo4
5	-	133'	-	11 %	Eo1
6	2.850'	2.142'	1,3 år	16,3 %	Flis
7	-	-	-	10-12 %	Eo1

Besparingen baserar sig på ett oljepris av:

E01	3.100:-/m ³
Eo3 LS	2.900:-/m ³
Eo4	2.800:-/m ³

Ovanstående sammanställning pekar sålunda på att det är en bra investering att installera en rökgaskylare i en panncentral. För systemlösningen med värmepumpsapplikationer är däremot lönsamheten sämre.

Fliseldade panncentraler med hög halt av vattenånga i rökgaserna uppnår den högsta procentuella besparingen ca 16 %. För oljeeldade panncentraler har en besparing uppmätts motsvarande ca 75-80 % av de värden tillverkaren har förevisat i broschyrmaterial.

För att uppnå största möjliga besparingar är det väsentligt att drifttiden blir så lång som möjligt. Detta gör att s k grundlastpannor som ingår i större värmecentraler är speciellt gynnsamma att komplettera med rökgaskylning eftersom man då kan få långa drifttider och följaktligen också stora besparingar.

4 LÖNSAMHET

Intäkterna från en rökgaskondenseringsutrustning härrör från värdet av det sparade bränslet, vilket är beroende av typ av bränsle. I en oljepanna sparas självfallet olja, men i ett större värmesystem, som t ex ett fjärrvärmenät, kan det sparade bränslet vara trä, kol, eller t ex värme från värmepumpar. Värme från dessa värmekällor är avsevärt billigare än olja.

4.1 Investering

Totala investeringen för en rökgaskondenseringsanläggning består av flera olika delar. De olika delar har en viss minsta storlek som blir av särskild betydelse vid små anläggningsstorlekar, eftersom de då utgör en större andel av den totala investeringen.

För att bedöma om det överhuvudtaget går att installera rökgaskondensering krävs en förundersökning. Denna ger även ett ungefärligt grepp om lönsamheten. Om lönsamheten är god projekteras anläggningen och erforderliga myndighetstillstånd söks från byggnadsnämnden i kommunen. För större anläggningar krävs även kontakter med Länsstyrelsen som svarar för tillsynen av miljöfarlig verksamhet.

Efter projekteringen handlas anläggningen upp och byggs. Ett annat vanligt sätt att bygga är s k totalentreprenad, d v s att entreprenören har hand om både projektering och tillståndssökning. Kostnaden för detta ingår då i priset för anläggningen.

Efter att anläggningen är byggd skall den besiktigas för att fastställa om den uppfyller kontraktensliga fordringar. Därefter överlämnas den till ägaren.

Under byggandet av anläggningen uppträder räntekostnader, eftersom intäkten från anläggningen inte kommer förrän den är klar, medan kostnaderna börjar uppträda redan under projekteringen. Då anläggningen tas i drift tillkommer kostnader för utbildning av personal.

Kostnaden för dessa delmoment har ett minsta belopp som gör att priset för en installation av rökgaskondenseringsutrustning får ett minsta belopp oberoende av anläggningsstorleken.

För ägaren av panncentralen består investeringen av de tidigare beskrivna delarna.

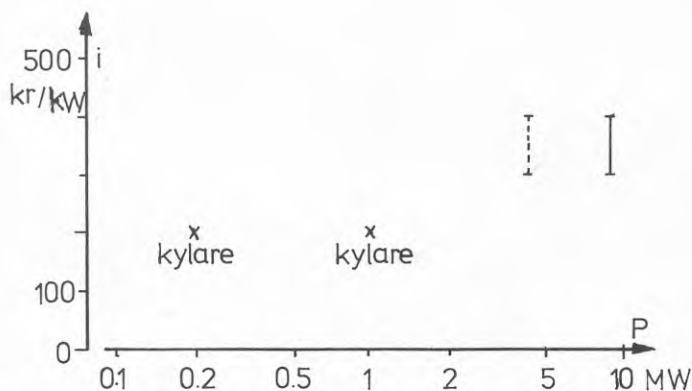
Uppgifterna från referensanläggningarna visar att man inte har kunnat specificera investeringen mer än i tre fall. För referensanläggning 1 har man angett ett symboliskt pris, varför detta inte ger någon uppfattning om den verkliga investeringen.

För att kunna jämföra investeringen för rökgaskondenseringsutrustning vid olika anläggningsstorlek är det en fördel att kunna ange den per kW panneffekt.

För referensanläggning 3 (0,2 MW) uppger man att rökgaskylaren kostat 40.000 kr, vilket ger en specifik investering på 200 kr/kW. För anläggning nr 4 uppger man att rökgaskylaren kostat 200.000 kr, vilket ger en specifik investering på 200 kr/kW.

Den säkraste kostnadsuppgiften kommer från anläggning nr 6 (2 x 4,6 MW) där man anger investeringen till 2,85 Mkr. Dessutom uppger man att man själv satsat 1 Mkr i interna utvecklingskostnader, vilket ger en specifik investering mellan 300-400 kr/kW.

De specifika investeringarna som funktion av panneffekten visas i figur 4.1.



Figur 4.1 Specifik investering som funktion av panneffekt.

Enligt uppgift från en tillverkare av rökgaskondenseringsutrustning ligger investeringen normalt mellan 300-400 kr/kW och den undre effektgränsen för vilka pannor som går att komplettera med rökgaskondensering på ett ekonomiskt sätt är 0,5 MW

Ur figur 4.1 kan man utläsa att rökgaskondenseringsutrustningen för en panna på 4,6 MW kostar ca 300 kr/kW. Om man skall bygga en ny anläggning av detta slag kommer förhoppningsvis behovet av eget arbete att bli mindre, varför den specifika investeringen bör ligga nära 300 kr/kW i detta effektområde. Eftersom den specifika investeringen för själva rökgaskylaren är densamma för 0,2 MW resp 1 MW antas att totala investeringen för en rökgaskondenseringsutrustning i en panna på 500 kW är 400-500 kr/kW.

4.2 Driftskostnader

Driftskostnaden för en rökgaskondenseringsanläggning består till största delen av personalkostnader för skötsel och övervakning. Av referensanläggningarna är det ingen som klarar sig utan minst ett besök av servicepersonal per vecka. Detta besök erfordras för att rensa neutraliseringskärlet.

Utöver personalkostnaden åtgår elenergi för rökgasfläkten och kemikalier till neutraliseringen, men dessa kostnader är små jämförda med personalkostnaden.

Panncentraler som eldas med tjockolja kräver normalt ett besök per vecka för kontroll av utrustningen. I genomsnitt krävs åtgärder några gånger per månad.

Panncentraler som eldas med tunn olja klarar längre uppehåll mellan servicebesöken.

Fliseldade panncentraler kräver tätare servicebesök än panncentraler som eldas med tjockolja.

Rökgaskondenseringsutrustningen kommer således att kräva tätare och längre servicebesök än vad som är normalt i oljeeldade panncentraler, och troligen även något längre besök i fliseldade panncentraler.

Merkostnaden beräknas uppgå till 10.000-20.000 kr/år.

4.3 Lönsamhetsberäkning

För att undersöka lönsamheten med rökgaskondensering används annuitetsmetoden, som innebär att man omvandlar investeringen till årliga annuiteter. Den årliga kapitalkostnaden jämförs därefter med värdet av energibesparingen och med driftkostnaden för att se om investeringen ger upphov till ett årligt överskott. Värdet av energibesparingen skall vara större än summan av årlig kapitalkostnad och driftskostnad.

$$B > I a + D$$

Värdet av besparingen B kan för en rökgaskondenseringsanläggning uttryckas som en procentuell besparing b gånger den tidigare energiförbrukningen Q. För att få värdet av energibesparingen multipliceras med energipriset p.

$$Q b p > I a + D$$

Energiförbrukningen före installation av rökgaskondensering Q kan skrivas som produkten av panneffekt P och ekvivalent drifttid τ .

Investeringen I kan uttryckas som panneffekten P gånger den specifika investeringen i.

$$P \tau b p > P i a + D$$

De två sista sätten att uttrycka lönsamhetsvillkoret gör det möjligt att analysera, dels lönsamheten och dels användningsområdet för rökgaskondensering.

Flis - olja

För att kunna avgöra om rökgaskondensering lämpar sig bäst för flis eller oljeeldning studeras uttrycket för värdet av besparingen: $Q b p$.

Vid fliseldning är besparingen enligt tabell 3.2, 16 % och energipriset vid fliseldning är ca 170 kr/MWh.

Besparingen vid oljeeldning ligger mellan 8-10 % medan energipriset ligger kring 300 kr/MWh.

I uttrycket för värdet av besparingen blir produkten $b p$ 27 kr/MWh vid fliseldning och mellan 24-30 kr/MWh vid oljeeldning.

De båda bränslena har således lika goda förutsättningar att göra rökgaskondenseringen ekonomisk.

Drift

Enligt ovan kommer driftskostnaden att uppgå till mellan 10.000-20.000 kr/år.

För att enbart kunna bära driftskostnaden, $d v s$ om man beräknar lönsamheten utan hänsyn till investeringen erhålls en minsta energiförbrukning före installation av rökgaskondensering på mellan 330-420 MWh/år vid en årlig underhållskostnad av 10.000 kr/år. Vid underhållskostnaden 20.000 kr/år krävs 660-840 MWh/år. Dessa energiförbrukningar motsvaras av en ungefärlig oljeförbrukning av 35-70 m³/år

Högsta investering

Vid beräkning av minsta årliga energiförbrukning före installation av rökgaskondensering försummas investering. Vid beräkningen av högsta tillåtna specifika investering försummas på motsvarande sätt driftskostnaden.

För att kunna bestämma annuitetsfaktorn krävs att man känner investeringens brukstid och att man känner kalkylräntan. Det finns ännu inget underlag för att bestämma livslängden för rökgaskondenseringsutrustning. Här sätts den till mellan 5-10 år. Vid installation i befintlig panncentral måste man ta hänsyn till den befintliga pannans återstående livslängd. Kalkylräntan sätts till 6 % real ränta.

Livslängden 5 år ger annuiteten 0,24 och 10 år ger 0,14.

Förenklas lönsamhetsvillkoret erhålles:

$$\tau b p > i a$$

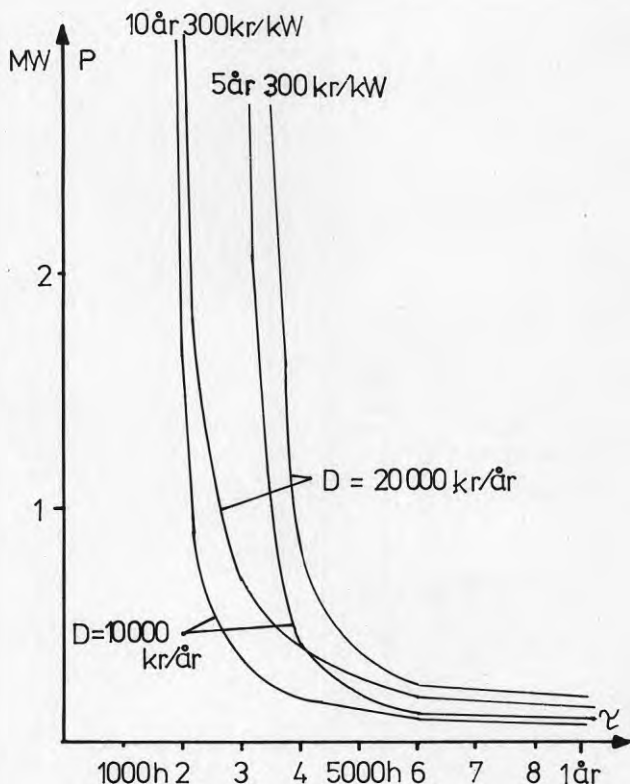
Den ekvivalenta driftstiden τ sätts till 2.200 h vilket motsvarar en panna i ett flerbostadshus.

Besparingen b , gånger energipriset p , sätts till 24 kr/MWh enligt jämförelsen mellan flis och olja. Då erhålls att den specifika investeringen skall vara mindre än 220 kr/kW om brukstiden är 5 år och mindre än 380 kr/kW om brukstiden är 10 år. Enligt figur 4.1 är den specifika investeringen ca 300 kr/kW vid en pann-effekt på 4.6 MW

Lägsta effekt

Enligt tidigare beräkningar skall den minsta oljeförbrukningen för lönsamhet vara mellan 35-70 m³/år, enbart för att energibesparingen skall kunna bli så stor att driftskostnaderna betalas. Därutöver skall kapitalkostnaden betalas. Antag att den specifika investeringen är 300 kr/kW effekt. Med $a = 2.200$ h, $b p = 24$ och $a = 0,14$ måste effekten vara större än 0,9 MW vid driftskostnaden 10.000 kr/år och vara större än 1,8 MW vid driftskostnaden 20.000 kr/år. En effekt 0,9 MW motsvarar en årlig energiförbrukning av 2.000 MWh eller ca 200 m³/olja per år.

Uttrycket för lägsta effekt har ritats upp i figur 4.2 som funktion av pannans ekvivalenta drifttid τ .



Figur 4.2 Lägsta effekt P för lönsamhet som funktion av den ekvivalenta drifttiden, 5 och 10 års brukstid, en specifik investering av 300 kr/kW panneffekt, driftskostnaden 10.000 och 20.000 kr/år och $b p = 24$ kr/MWh.

Ur figur 4.2 framgår att den ekvivalenta drifttiden (h/år) har stor betydelse för lönsamheten. Det finns en minsta drifttid under vilken det inte är möjligt att bygga en lönsam rökgaskondenseringsanläggning. Vid brukstiden 10 år och vid den specifika investeringen 300 kr/kW blir den undre gränsen 1.750 h/år. Vid brukstiden 5 år blir den undre gränsen 3.000 h/år.

Installeras rökgaskondensering på grundlastpannor med en ekvivalent drifttid av 5.000-6.000 h/år sänks enligt figur 4.2 den undre effektgränsen för lönsamhet till ca 200 kW panneffekt. Dock kommer den specifika investeringen att öka vid låga effekter varför figur 4.2 har begränsad giltighet i detta område.

4.4 Lönsamhet för värmepump

Om rökgaskylaren kopplas samman med en värmepump enligt kopplings-schemat i figur 1.4 eller 1.5 så kan man sänka temperaturen i rökgaskylaren och på så sätt återvinna mer värme ur rökgaserna än vid enbart returvärmning. Skillnaden mellan de båda kopplingsprinciperna är att i figur 1.5 måste värmepumpens effekt dimensioneras för hela effektbehovet hos den återvunna värmemängden. Energin för att driva värmepumpens kompressor måste motsvara hela den återvunna värmemängden.

Vid inkoppling av värmepump enligt figur 1.4 räcker det att dimensionera värmepumpens effekt för att motsvara storleksordningen hälften av återvinningsens maximala effekt och energin för att driva värmepumpens kompressor måste bara motsvara ca hälften av den totalt återvunna energin.

Inkoppling av värmepump enligt figur 1.4, kräver således mindre värmepumpeffekt och mindre mängd drivenergi, men ger ändå lika stor återvunnen energimängd. Lönsamhetsbedömning för inkoppling av värmepump gäller därför inkoppling enligt figur 1.4. Att koppla in värmepumpen parallellt med övrig värmeåtervinning påverkar inte lönsamheten med själva rökgaskondenseringsutrustningen då den används utan värmepump.

Värmepumpens lönsamhet kan därför behandlas som om den vore en tillsatsutrustning till rökgaskondensereringen. Lönsamheten med värmepump bedöms enligt nedanstående uttryck:

$$p \cdot \tau \cdot P_{vp} > P_{vp} \cdot i_{vp} \cdot a + \frac{P_{vp} \cdot \tau \cdot E}{\emptyset}$$

P_{vp} , Värmepumpens värmeeffekt

τ , Ekvivalent drifttid

p , Pris på sparad energi

i_{vp} , Specifik investering för värmepumpen

a , Annuitetsfaktor

E , Pris på värmepumpens drivenergi

\emptyset , Värmefaktor

Det vänstra ledet $P_{vp} \tau p$, uttrycker värdet av den energi som sparas till följd av att man installerar värmepumpen.

$P_{vp} i_{vp} a$, uttrycker värmepumpens årliga kapitalkostnad.

$\frac{P_{vp} \tau E}{\emptyset}$, uttrycker den årliga kostnaden för drivenergi till värmepumpen.

Om installationen av värmepump skall vara lönsam skall värdet av energibesparingen vara större än summan av kapital och driftskostnader. I uttrycket finns endast drivenergikostnaden med, i verkligheten tillkommer även kostnader för personal och reservdelar på värmepumpen. I en översiktlig beräkning försummas dessa driftskostnader tillsvidare.

Uttrycket förenklas till:

$$p > \frac{i_{vp} a}{\tau} + \frac{E}{\emptyset}$$

Här inses att värmepumpinstallation är fördelaktigare vid oljeeldning, eftersom priset på den sparade energin p är större vid oljeeldning. Om elenergi används som drivenergi för värmepumpens kompressor är E ca 300 kr/MWh. Värmefaktorn \emptyset sätts till 3. Priset på den sparade energin vid oljeeldning sätts till 300 kr/MWh. Annuitetsfaktorn sätts till 0,14 enligt lönsamhetsberäkningen för enbart rökgaskylaren, vilket förutsätter 10 års brukstid.

Då erhålles ett samband mellan ekvivalent driftstid och specifik investering. Vid den specifika investeringen för värmepumpen på 4.000 kr/kW måste den ekvivalenta drifttiden överstiga 2.800 h/år. Vid 5.000 kr/kW måste den vara 3.500 h/år och vid 6.000 kr/kW måste den uppgå till 4.200 h/år.

Det som avgör användningen av värmepump i samband med rökgaskondensering är sålunda investeringen och ekvivalenta driftstiden.

Det krävs dock längre ekvivalent drifttid för lönsamhet med värmepump än vad som gäller för en panncentral med en panna eller för panncentralen som helhet. Dock uppnås dessa driftstider i grundlastpannor.

Fliseldning

Vid fliseldning är priset på den sparade energin lägre än vid oljeeldning. I avsnitt 4.3 sattes det till 170 kr/MWh. Vid en specifik investering för värmepumpen på 5.000 kr/kW värmeeffekt kommer det att krävas en ekvivalent driftstid på 10.000 h/år för lönsamhet. Eftersom detta är fler timmar än vad som motsvarar ett år kan inte värmepumpen bli lönsam som tillsats till rökgaskondensering vid fliseldning.

5 MARKNAD

För att bedöma rökgaskondenseringens marknad är det av värde att känna till hur många pannor som lämpar sig för komplettering med rökgaskondensering. Pannor större än 40 kW finns i flerbostadshus, skolor, kontor, handel, sjukhus m m, d v s i byggnader större än en- eller tvåfamiljshus.

I Sverige finns totalt ca 118.000 flerbostadshus, varav hälften är anslutna till fjärrvärme och övriga har egen panna eller kvarterscentral. m m. Grupp- eller kvarterscentraler har studerats i Energi 85, som är underlag för tabell 5.1 nedan.

Tabell 5.1 Ungefärlig storlek, antal och användning hos gruppcentraler i Sverige, Energi 85.

	Antal st	Effekt MW
Bostäder	2000	0,5-1
	1000	1-3
	300	3-6
	100	6-
Allmänsektor Landsting	1000	0,5-1
	800	1-3
	100	3-6
	400	6-
Industri	1200	0,5-1
	1800	1-3
	400	3-6
	600	6-

I dessa gruppcentraler finns en eller flera pannor. De enskilda pannornas effekter är oftast dimensionerade så att man får en viss reserveffekt. Det förekommer även s k sommarpannor dimensionerade för varmvattenvärmning sommartid.

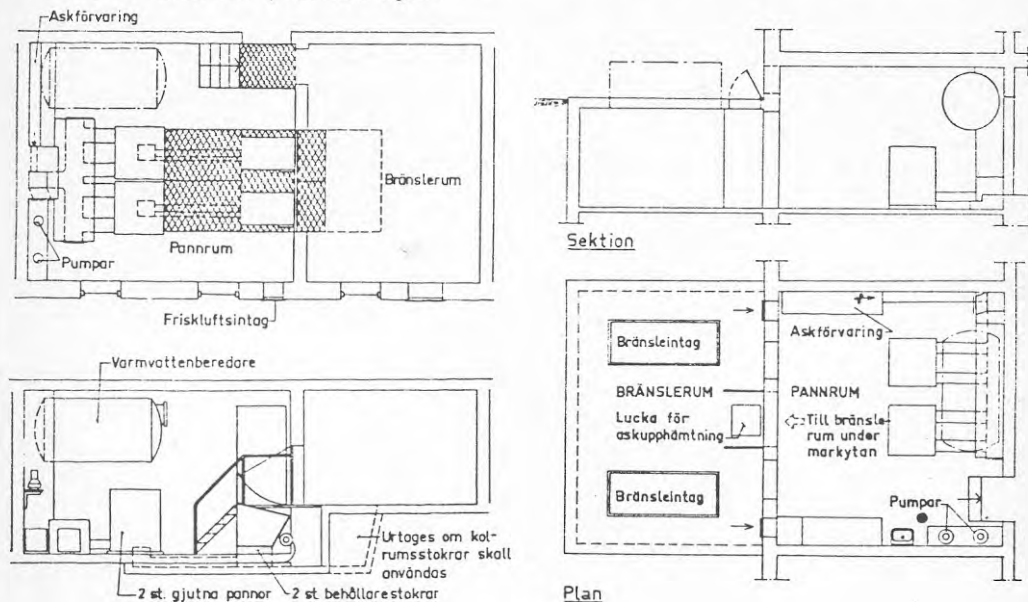
Enligt Värmemätningens utredningen så har ca 40.000 av flerbostadshusen egen panna. Ca 20.000 av dessa flerbostadshus har endast mellan 3 och 6 lägenheter.

Husen med högst 6 lägenheter har pannor med i de flesta fall lägre effekt än 40 kW, varför de resterande 20.000 husen har pannor med effekt inom det studerade området. Utöver dessa panncentraler finns pannor som används i fjärrvärmeverk. Värmeverksföreningen har statistik över pannornas storlek och antal. 1978 hade man 300 pannor som var mindre än 4 MW. Hetvattencentraler, 1978.

I effektområdet 40 kW - 4 MW finns det således 10.000 panncentraler, 20.000 flerbostadshus med egen panna och 400 pannor anslutna till fjärrvärmenät.

Huvuddelen av pannrum och panncentraler för bostadsuppvärmning är enligt Värmemätningensutredningen byggda före 1960.

Därför kan nedanstående figurer ur VVS-Handboken vara representativa för planlösningen.



Figur 5.1 Planlösningar av pannrum

Figurerna visar att pannorna är ställda mot en liggande samlingskanal som i sin tur är ansluten till skorstenen. Den liggande rökkanalen ligger vid en vägg. Installation av rökgaskylning på en av pannorna på figurerna skulle kräva dragningar av nya rökgaskanaler inne i pannrummet. På den vänstra skissen är det tveksamt om det går att få plats med fläkt och rökgaskylare och ändå behålla åtkomligheten för pumparna.

Enligt lönsamhetsberäkningen bör panncentralens effekt vara större än 0,9 - 1,8 MW för att rökgaskondenseringsutrustningen skall kunna bli lönsam. Det stora intervallet beror på skillnader i antagen årlig underhållskostnad.

Enligt tabell 5.1, förteckningen över antalet panncentraler, så finns det ca 3.700 panncentraler med en effekt större än 1,5 MW. 900 av dessa nyttjas för uppvärmning av bostäder och 900 för uppvärmning inom allmän sektor, d v s kontor och fövaltning samt inom landstingen som främst har sjukvårdsbyggnader. Resterande 1.900 panncentraler finns inom industrin. Enligt Energi 85 ligger hälften av dessa panncentraler inom områden som kan anslutas till fjärrvärme före 1990. Således återstår ca 2.000 panncentraler där installation av rökgaskondensering bör undersökas närmare.

De panncentraler som i första hand bör undersökas är de som förser bostäder och sjukhus med värme. I bostäder och i landsting har man den relativt låga reala kalkylräntan på 6 % som använts i lönsamhetsberäkningen och man har större möjlighet att överblicka den framtida utnyttjandet av sina anläggningar.

Lönsamheten med rökgaskondenseringsutrustning är bäst i stora panncentraler, beroende på att där finns tillgång till driftspersonal och beroende på att den specifika investeringen blir lägre i större anläggningar. Då rökgaskondensering installerats i fler panncentraler kommer man att få ett bättre begrepp om priset som troligen kommer att sjunka när man fått större erfarenhet av tekniken. En större erfarenhet kan kanske leda till mindre underhållsbehov för utrustningen. Då kommer rökgaskondenseringsutrustning att kunna användas även vid mindre panncentraler.

Rökgaskondensering har enligt lönsamhetsberäkningen lika god lönsamhet vid fliseldning som vid oljeeldning. Därför kommer rökgaskondensering att kunna installeras vid ny- och ombyggnad av fastbränsleeldade panncentraler liksom vid ev nybyggnad av oljeeldade panncentraler.

Ett annat bra tillfälle att installera rökgaskondensering är då man byter ut förbrukade oljepannor mot nya. Eftersom en del av panncentralerna är byggda före 1960 är de nu över 25 år, vilket är mer än medellivslängden för en gjutjärnspanna. En stor del, ca 50 %, av de 2.000 panncentralerna kommer att kräva byte av pannor inom den närmaste 10-årsperioden.

Värmepumpar har lägre lönsamhet än själva rökgaskondenseringsutrustningen. De kommer därför endast att kunna användas för pannor av ovanstående storlek, d v s större än 1,5 MW och med en ekvivalent drifttid av ca 4.000 h/år vid oljeeldning. Värmepumpar kan troligen inte användas som komplement till rökgaskondensering vid fliseldning på ett lönsamt sätt. Anledningen är det låga energipriset vid fliseldning.

En svensk tillverkare av rökgaskondenseringsutrustning förhandlar om avtal med en stor bostadsförvaltande organisation om marknadsföring av rökgaskondenseringsutrustning för panncentraler. Den svenska tillverkaren har även fått kontrakt på rökgaskondenseringsutrustning för sopförbränningspannor i Uppsala. Soppannorna har en sammanlagd effekt av 78 MW.

Statens energiverk har beviljat Stockholms Energi 2 Mkr till en pilotanläggning vid soppannorna i Högdalen. Denna rökgaskondenseringsutrustning skall främst ge renare rökgaser. Efter mätning av hur rökgaskondenseringen påverkar föroreningarna i rökgaserna skall dock rökgaskylarna kombineras med värmeåtervinning.

Ett annat användningsområde för värmepump är som tillsats till rökgaskondensering för att förstärka den renande verkan som rökgaskondenseringen har på rökgaserna. Varje grads sänkning av rökgastemperaturen medför ytterligare rening av rökgaserna, dels genom att större delen av de organiska föroreningarna i rökgaserna kondenserar och dels genom den förbättrade skrubbeffekten från det kondenserande vattnet.

När det gäller större panncentraler finns det inga hinder för en utökad tillämpning av rökgaskondenseringsystem. För att rökgaskondensering skall kunna användas i mindre panncentraler och i mindre pannor krävs i första hand att underhållsbehovet minskas, d v s att utrustningen inte kräver mer skötsel än en oljeeldningsanläggning. Dessutom får inte priset per effektenhet för utrustningen stiga då man installerar den i pannor med mindre effekt. Här erfordras sålunda viss produktutveckling.

Då rökgaskondensering redan i nuläge går att använda på ett lönsamt sätt kommer tekniken att spridas på kommersiella villkor, varför något ytterligare statligt stöd inte bedöms vara nödvändig för spridningen.

Däremot är det angeläget att utröna rökgaskondenseringsens effekter på föroreningshalten i rökgaser av olika typ och att undersöka konsekvenserna av utsläppen i spillvattennätet av förorenat kondensvatten från rökgaskondenseringsanläggningar med olika slag av rökgaser som t ex från sop- och kolförbränning.

Reducerar rökgaskondenseringen föroreningshalten i rökgaserna på ett avgörande sätt samtidigt som den är lönsam genom sin värmeåtervinnande funktion, kommer denna teknik att vinna stor spridning.

Man måste även undersöka långtidsegenskaperna hos materialet i kondenseringsutrustningen. Korrosionsskador uppträder inte alltid omedelbart. Om de uppträder måste man byta ut materialet i kondenseringsutrustningen, vilket kommer att ge högre underhållskostnader.

En annan angelägen uppgift är att föra erfarenheter från de första anläggningarna vidare. Ett lämpligt sätt för detta är att skriva en handledning för de som avser att installera rökgaskondenseringsutrustningar.

LITTERATUR

Bathke, H & Janneman, T, 1982, Übersicht über gasbeheizte Brennwertkessel. (gwf-gas/erdgas) 123 (1982) H. 10/11, 515-527 s.

Björnskär, K, Blomquist, PA, Schmeling, P, 1984, Energiåtervinning genom utnyttjande av absorptionsvärmepump i kombination med rökgaskylare. En teknisk-ekonomisk studie. (Statens råd för byggnadsforskning) BFR-uppdrag nr 820333-4. Studsvik energiteknik AB EI-84/101, Stockholm 1984, 40 sid.

Edbom, E, 1982, Utveckling av metoder för erhållande av mindre rökgasförluster vid eldning med träbränsle. (Stiftelsen för värmeteknisk forskning) Projekt C14, delrapport 1, Studsvik, Nyköping 1982, 120 sid.

Energi 85, Energianvändning i bebyggelse, (Statens råd för byggnadsforskning) G26:1984, Stockholm 1984, 369 sid.

EPOK-200, Broschyr, (Scandiaterm värmesystem AB)

Fagersta, Energibesparing och rökgasrening med kondenserande rökgaskylare (Fagersta Energetics) Broschyr, 38 sid.

Futura från Effikal, Broschyr, (Kyl AB Frigoväst)

Gruppcentraler för fasta bränslen med rökgaskondensering och direktanslutning av fastigheter. Systemstudie för Hammarstrand (Statens råd för byggnadsforskning) Anslagsrapport 831577-1, Stockholm 1984, ca 40 sid

Hetvattencentraler 1978, Riktlinjer sammanställda av Svenska Värmeverksföreningens arbetsgrupp för hetvattencentraler, (värmeverksföreningen), 96 sid. Stockholm 1978.

Larsson, K m fl, 1984, gruppcentraler och utvecklingsmöjligheter (Statens råd för byggnadsforskning) R149:1984, 204 sid. Stockholm 1984.

Moberg, PO, Westermark, M, Ajnefors, F, 1984, Rökgasrening och värmeåtervinning genom kondensering. (Statens Energiverk) FBA-84/19, Stockholm 1984, 120 sid.

Rosby, U, 1984, Värmepump-panna, (Förlags AB VVS) vvs & energi 3/84, s 25-27.

Rosson van, G J, 1983, Probleme des Abgaskondensats aus Brennwertkessel. (gwf-gas/erdgas) 124 (1983) H.2, 104-114 s.

VVS-Handboken, 1963 (Förlags AB VVS) Stockholm 1963, 1030 sid

Värmemättningsutredningen, 1983, Mätning och debitering av varmvatten (Bostadsdepartementet) Ds Bo 1983:4, Stockholm 1983, 221 sid.

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 841022-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Wahlings
Installationsutveckling AB, Danderyd.

R138: 1985

ISBN 91-540-4473-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6705138

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirka pris: 30 kr exkl moms