



Decentraliserad vätskevärmning med gas

Värmning av olika slags vätskor förekommer inom många industribranscher. Om vätskevärmning ska ske på flera ställen inom en industri- eller anläggning är det vanligt att man utnyttjar ett centralt ång- eller hetvattensystem. Ånga eller hetvatten produceras då i en centralt belägen panna (som kan vara gaseldad) och distribueras sedan i rörledningar ut till de olika uppvärmningsobjekten.

En annan metod, som tillämpas allt mer, är så kallad decentraliserad värmning. Metoden innebär att värmen produceras lokalt vid respektive uppvärmningsobjekt.

Här är det alltså bränslet som distribueras ut till de olika objekten

i stället för ånga eller hetvatten. Man kan i princip utnyttja vilket bränsle som helst men av praktiska och ekonomiska skäl är det nästan uteslutande gasformiga bränslen som kommer ifråga.

Fördelar med decentraliserad värmning

Den största fördelen med decentraliserad värmning är att man undviker ett antal energiförluster jämfört med centraliserade system. Vid övergång från ett centralt ångsystem undviker man således:

- Strålnings- och konvektionsförluster från ångpannan
- Distributionsförluster i form av strålning och konvektion från ledningar och armatur
- Energiförluster i avspänningsånga vid processer med avledare av flottör- och klocktyp
- Energiförluster från bottenblåsning av ångpannan

Svenska erfarenheter pekar på energibesparingar som normalt ligger inom inter-

vallet 5 – 20%, men värden upp till 30% har noterats.

Andra fördelar är:

- Reducerade emissioner av främst NO_x och CO_2
- Låga investeringskostnader
- Möjligheter till förbättrad temperaturreglering
- Minskad elförbrukning
- Förbättrad arbetsmiljö
- Lägre kostnader för vattenbehandling

Exempel på industrier med vätskevärmning är följande:

- Livsmedelsindustrin för värmning av lut-, syra- och hetvattentankar samt beredning av spol- och tappvarmvatten
- Verkstadsindustrin för värmning av olika bad för ytbehandling av metaller, till exempel avfettning och fosfatering
- Textilindustrin för värmning av färgbåd

Ett annat tillämpningsområde är uppvärmning av vatten i simhallar.

Teknisk princip

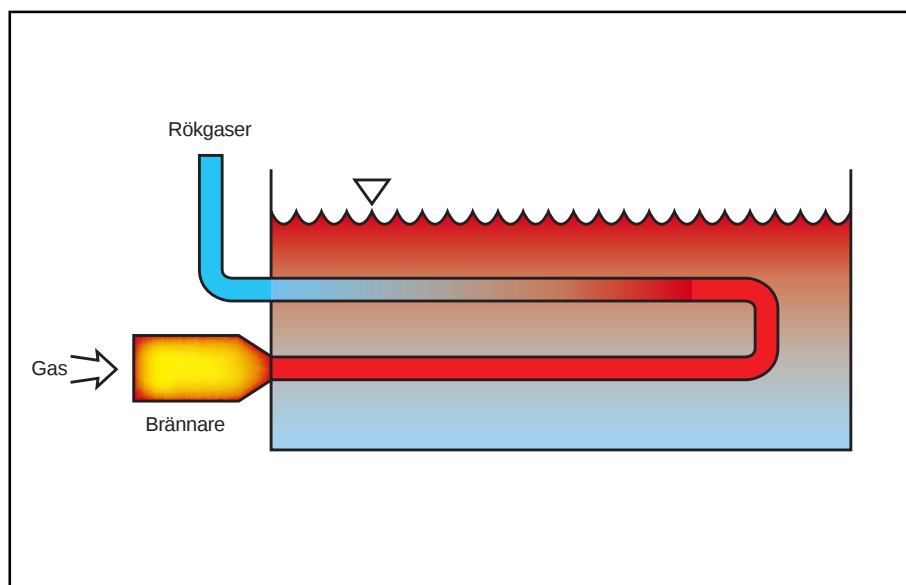
Vätskevärmning med gas innebär att gasen förbränns i ett rör som är nedsänkt i den vätska som skall värmas, se figur 1.

De heta rökgaserna värmer rörväggarna som i sin tur värmer vätskan. Figuren visar en indirekt rörvärmare, kännetecknad av att rökgaserna hela tiden befinner sig i röret och därifrån avleds till någon form av avgaskanal.

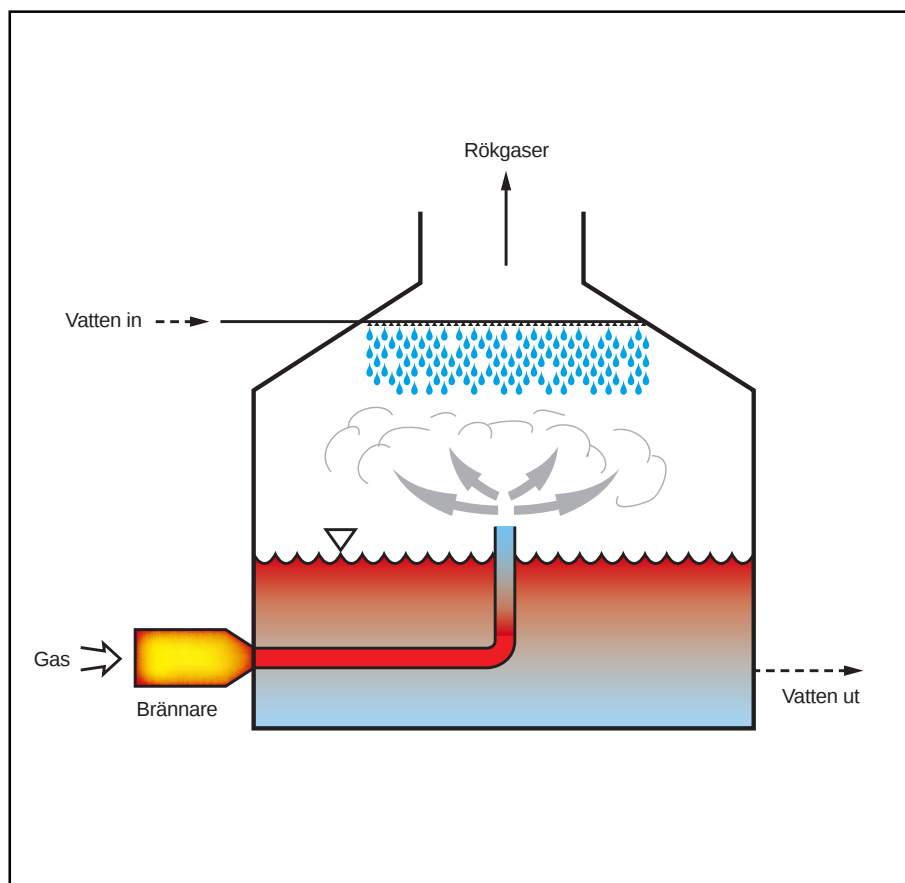
Brännaren kan vara över- eller undertryckseldad, det vill säga med luftfläkten placerad före respektive efter brännaren. I Sverige är flertalet vätskevärmare undertryckseldade.

Röret, eller värmeväxlaren är vanligen av rostfritt stål och utformad som en slät tub. På senare tid har man även börjat använda veckade (korrugerade) tuber för att öka den specifika värmeöverföringsförmågan.

Vätskevärmaren kan också vara utformad som en direktkontaktvärmare, se figur 2.



Figur 1. Indirekt vätskevärmare (immersionsrörvärmare).



Figur 2. Direktkontaktvärmare

I en direktkontaktvärmare låter man, som namnet anger, avgaserna komma i direkt kontakt med den vätska som skall värmas. Rent praktiskt åstadkommes detta genom att vätskan sprayas över rökgaserna, precis som i en skrubber. Jämfört med en indirekt värmare kan man här utnyttja mer av rökgaserna värmeinnehåll.

För att kunna bedöma decentraliserad värmning med gas, gentemot centrala ångsystem, har SGC låtit utföra mätningar på ett par befintliga anläggningar. Därutöver har SGC och DGC (Dansk Gas-teknisk Center) undersökt möjliga förbättringar hos vätskevärmare genom att ersätta släta rör med veckade, och att ersätta normal förbränning med pulserande förbränning. Resultaten redovisas nedan.

Konvertering från centralt ångsystem till decentraliserad värmning

Den aktuella anläggningen är slakteriet Scan Väst i Varberg.

På Scan Väst har man gått över till helt decentraliserad processvärmning genom att ersätta en äldre ångcentral med en naturgaseldad vätskevärmare för skållkaret (345 kW) och en "decentraliserad" natur-

gaseldad varmvattenpanna (440 kW). Den senare förser olika processer med varmvatten samt varmvatten för sterilisering, tvätt och rengöring.

Vätskevärmarens verkningsgrad uppmättes till drygt 90% och totalt medförde övergången till decentraliserad värmning en bränslebesparing på 24%. Denna relativt höga siffra berodde mycket på att den tidigare ångpannan nästan alltid kördes på dellast, med stora systemförluster som följd.

CO₂-utsläppen minskade med 23% och NO_x-utsläppen med 18%, till stor del beroende på den lägre bränsleförbrukningen. Däremot ökade utsläppen av CO och oförbrända kolväten vilket man dock förväntade sig kunna åtgärda framöver genom förbränningstekniska justeringar.

Andra fördelar med konverteringen var att vattenavdunstningen från skållkaret minskade med bättre arbetsmiljö som följd samt att temperaturregleringen förbättrades med högre produktkvalitet som följd.

Den lägre bränsleförbrukningen gjorde att kostnaden för övergången till decentraliserad värmning var betald på 5 år. Därutöver gjordes en besparing på

120 000 kr/år genom att det inte längre fanns något behov av särskild pannskötare.

Komplettering av centralt ångsystem med gaseldad värmare

Vid bryggeriaktiebolaget Falken planerades 1989 en utökning av produktionskapaciteten med cirka 50%. Det visade sig emellertid vid en energikartering att kapaciteten hos den befintliga gaseldade ångpannan ej var tillräcklig för att klara denna utökning. Alternativen var då att antingen bygga ut ångsystemet eller att ersätta en äldre ångvärmad sköljmaskin med en större gaseldad sådan. I båda fallen bibehölls således det centrala ångsystemet.

Det senare alternativet valdes och en 885 kW gasvärmad sköljmaskin installerades. Värmaren består av ett centralt rör i vilket förbränningen sker, samt åtta stycken förgreningar som utgår vinkelrätt från förbränningsdelen.

I detta projekt visade det sig att vätskevärmaren hade något sämre verkningsgrad än den befintliga gaseldade ångpannan, 86% mot gaspannans 90%. Den utökade produktionen i bryggeriet medförde därför en ökning i den totala energianvändningen med cirka 12% jämfört med 6%, om det centrala ångsystemet hade kunnat klara av energitillförseln till den större sköljmaskinen.

Liksom vid Scan Väst erhöles relativt höga halter av CO och oförbrända kolväten. Anledningen var att brännkammaren i sköljmaskinen var allt för kort. Värmaren kan därför inte anses som representativ avseende emissioner från gaseldade värmare.

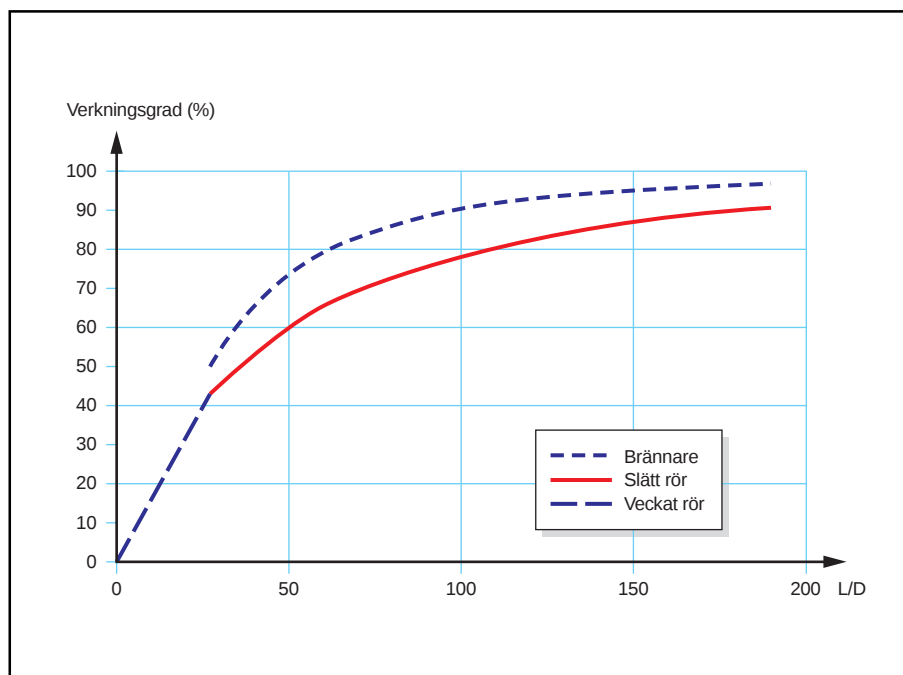
I ekonomiskt hänseende var emellertid investeringen i en gaseldad värmare en riktig satsning. Värmaren kostade cirka 400 000 kr, vilket kan jämföras med en utbyggnad av ångcentralen som skulle kostat några miljoner kronor.

Förbättrad värmeöverföring med veckade rör

Genom att använda veckade rör i vätskevärmare, i stället för släta, uppnås flera fördelar:

- Kraftigt förbättrad värmeöverföring
- Större yta per längdenhet
- Förenklad installation med koppling
- Tar upp termisk expansion
- Flexibilitet

I ett SGC-projekt (doktorandarbete vid LTH/Malmö), gjordes under tiden 1993-1996 omfattande mätningar av värme-



Figur 3. Verkningsgraden som funktion av L/D för släta och veckade tuber

övergångstal, verkningsgrad och emissioner på en laboratorieuppbyggd vätskevärmare med veckade rör. I projektet ingick även att ta fram en beräkningsmodell för värmeöverföringen. Mätresultaten och beräkningsmodellen verifierades senare av DGC genom mätningar på en kommersiell vätskevärmare.

Sammanfattningsvis kan sägas att värmeöverföringsförmågan ökar till ungefär den dubbla då släta rör ersätts med veckade. Detta framgår av figur 3 som visar verkningsgraden som funktion av förhållandet L/D, där L är rörlängden och D rördiametern.

Några data från mätningarna på den danska vätskevärmaren ges i tabellen nedan.

	Slätt rör	Veckat rör
Effekt, kW	348	376
Avgastemp. °C	208	95
Verkningsgrad, %	90,7	96,4
Emissioner vid 0 % O ₂ , ppm:		
CO	12	36
NO _x	99	93
C _x H _y	0	0

Förbättrad värmeöverföring med pulserande förbränning

Pulserande förbränning kan tillämpas även för vätskevärmare. Pulserande förbränning kännetecknas av hög effekttät-

het, vilket ger kompakta enheter samt låg NO_x-produktion.

Vid DGC har mätningar gjorts på en laboratorieuppbyggd vätskevärmare i form av en vattentank i vilken placerats en immersionsrörvärmare med pulserande förbränning. Försöken utfördes med såväl släta som veckade rör. För jämförelsens skull mätte man även på en icke pulserande, det vill säga, konventionell värmare.

Försöken visade att verkningsgraden ökar markant vid pulserande förbränning. Ökningen jämfört med konventionell förbränning och släta rör ligger mellan 6 och 13 procentenheter beroende på vattentemperaturen. Om pulserande förbränning med veckade rör jämförs med konventionell förbränning med släta rör ligger ökningen mellan 7 och 14 procentenheter. Det innebär alltså att det spelar ingen större roll om man väljer släta eller veckade rör vid pulserande förbränning om man enbart ser till verkningsgraden.

NO_x-nivåerna uppmättes till 8 – 21 ppm vid pulserande förbränning med släta rör och till 93 – 99 ppm vid konventionell förbränning, det vill säga en avsevärd förbättring.

En av nackdelarna med pulserande förbränning är ljudnivån. Vid de danska försöken uppmättes den till 77 dB, men genom ljudisoleringsåtgärder kan man komma ner i väsentligt lägre värden.

Att tänka på ...

...vid planer på att gå över till decentraliserad vätskevärmning:

- Gör en ordentlig analys av hela energisystemet innan något ändras
- Beakta inte enbart energikostnaderna utan även investeringskostnaderna
- Värmarna måste ha hög verkningsgrad för att vara ekonomiskt motiverade, speciellt om enbart delar av ett centralt system skall slopas
- Välj noggrant dimensionerade förbränningskammare för att undvika höga halter av CO och oförbrända kolväten
- Välj veckade rör vid utrymmesproblem. Tänk dock på att tryckfallet blir större och att kraftigare fläktar kan behövas!

FÖR MER INFORMATION

Följande rapporter ger mer information om tekniken kring decentraliserad vätskevärmning:

Rolf Christensen, ÅF-Energikonsult Syd

Decentraliserad användning av gas för vätskevärmning

Rapport SGC 027

Oktober 1992

Rolf Christensen, LTH

An Experimental and Theoretical Study of Decentralized Gas Fired Liquid Heating

Dep. of Chemical Eng., Univ. of Lund

December 1996

Michael Andersen

Vätskeopvarmning med rörbränder

Dansk Gasteknisk Center

Projektrapport, oktober 1996

Asger N Myken

Vätskeopvarmning med pulserende bränder

Dansk Gasteknisk Center

Projektrapport, oktober 1998

