

# Total udnyttelse af energien i Bjerringbro

Ny varmepumpe på kraftvarmeværket i Bjerringbro udnytter varmen i røggassen og øger dermed værkets varmeeffekt uden merforbrug af naturgas.



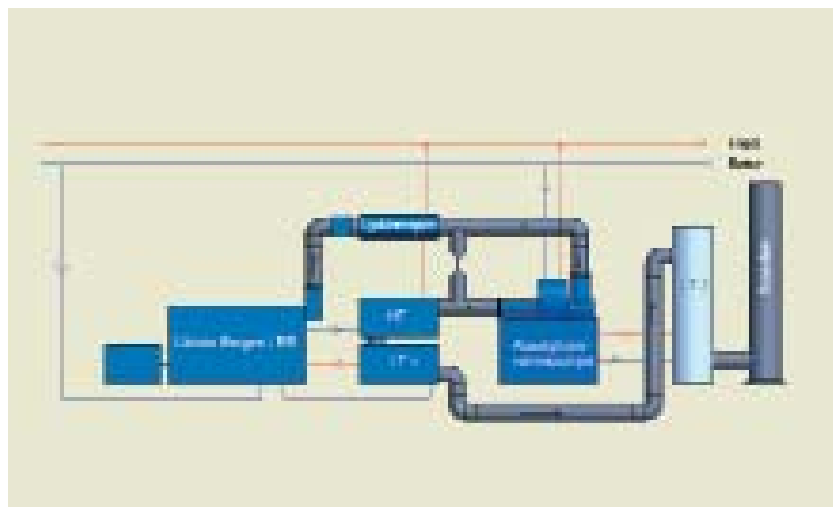
## EFFEKTIVISERING

Af driftsleder Charles W. Hansen, Bjerringbro Varmeværk Amba, salgssingeniør Bjarne Christensen, Hollensen Energi A/S og ingeniør Niels Otto Clausen, COWI A/S

Hvis nogen tror, at fjernvarme er gammel teknologi uden de helt store fremtidsperspektiver, skulle de vende blikket mod Bjerringbro Kraftvarmeværk. Her er det ved at anvende kendt teknologi på en helt ny måde lykkedes at udnytte energien langt mere effektivt. Resultatet er, at der spares på den dyre naturgas samtidig med, at udslippet af CO<sub>2</sub> nedbringes med 1.350 ton om året. Og investeringen? Den forventes at være tjent hjem i løbet af to år.

Det hele begyndte med, at Bjerringbro Varmeværk Amba skulle investere i nyt udstyr. En gaskedel var tjenlig til udskiftning, men med stigende priser på naturgas var der interesse for at finde noget, der var mere effektivt end blot at købe en ny naturgaskedel.

En mulighed kunne være at kondensere røggassen fra motoren ved hjælp af el, men det var ikke rigtig interessant på grund af afgiften på el. Kunne man i stedet anvende røggas-



Anlægsopbygning med absorptionsvarmepumpen, som betyder, at den samlede virkningsgrad er øget fra 90,5 % til 102,2 %.

sen til at drive en varmepumpe, var det noget helt andet.

### 0,9 MW ekstra

I løbet af 2006 blev det klart, at Thermax kunne levere en hensigtsmæssig absorptionsvarmepumpe, og beslutningen om at installere et anlæg på den ene af motorerne blev taget i foråret 2006.

I november 2007 kunne Bjerringbro Varmeværk konstatere, at virkeligheden overgik de første beregninger. Ved at installere en absorptions-

varmepumpe på den ene af Bjerringbro Kraftvarmeværks fire gasmotorer er der nu en ekstra varmeeffekt på 0,9 MW til rådighed. Og det er vel at mærke uden, at der anvendes mere naturgas.

Tidligere blev røggassen fra motoren afkølet fra 428 °C til 63 °C i fjernvarmevekslere, før den blev ledt ud direkte gennem skorstenen. I en ny røggasveksler forbundet med varmepumpens fordamper, sker der nu en yderligere nedkøling til 27 °C og en kondensering af røgens vanddamp. Varmepumpens absorber og kondensator køles med fjernvarmevand, som herved opvarmes fra ca. 40 °C til 80 °C. Det ligger over driftstemperaturerne i Bjerringbros fjernvarmenet, og der er derfor ikke behov for køling til omgivelserne af varme fra varmepumpen, som udnytter røggassens fordampningsvarme uden tab. Kondensering af røggassen har tidligere været over-

	FØR	NU
Røggastemperatur i skorsten	63 °C	27 °C
Virkningsgrad el	42,1 %	42,1 %
Virkningsgrad varme	48,4 %	60,1 %
Samlet virkningsgrad	90,5 %	102,2 %
Varmeydelse	3,7 MW	4,6 MW

Oversigt over ydelse og virkningsgrad før og efter installering af absorptionsvarmepumpen.

vejet, men nettets returtemperatur er ikke lav nok hertil.

### Højere virkningsgrad

Motoranlæggets varmekoefficiensgrad var før ombygningen 48,4 % og er nu med den ekstra ydelse på 0,9 MW øget til 60,1 %, mens el-virkningsgraden er uændret 42,1 %. Anlæggets totalvirkningsgrad er således steget fra 90,5 % til 102,2 %. Der er med andre ord opnået en effektforøgelse fra 3,7 MW til 4,6 MW, uden at dette medfører merforbrug af naturgas. Dog skal den kondenserede vanddamp fra røggassen udledes som spildevand, hvilket medfører en udledningsafgift.

En konsekvens af ombygningen af foreløbig det ene motoranlæg er, at fjernvarmefremløbstemperaturen herfra er blevet sænket fra maks. 90 °C til 80 °C. Det betyder, at kapaciteten af anlæggets akkumulerings-tank - i det omfang varmen alene leveres af det ombyggede anlæg - reduceres tilsvarende. Derfor overvejer Bjerringbro Varmeværk at etablere endnu en akkumulerings-tank for at opretholde den fulde kapacitet.

### Handlingsplan revideres løbende

De første idéer om brug af en varmepumpe til øget udnyttelse af varmen i røggassen opstod i forbindelse med udarbejdelse af værkets handlingsplan i oktober 2005. Handlingsplanen er siden revideret flere gange.

Blandt overvejelserne i øjeblikket er den ekstra akkumulerings-tank, som er en forudsætning for, at der er økonomi i at installere røggaskøling på endnu en af kraftvarmeanlæggets fire 18-cylindrede lean-burn motorer fra Rolls-Royce/Ullstein.

For selv om marginalprisen er faldet med 100 kr. på den ombyggede motor, skal der være plads til at gemme den varme, der produceres, når elprisen er høj.

Om den tredje og den fjerde motor på et tidspunkt skal forsynes med varmepumper, afhænger af Bjerringbros fremtidige varmebehov samt af det driftstimetal, de enkelte motorer forventes at få.

Under alle omstændigheder er en handlingsplan et godt redskab til at



Med stigende gaspriser og stabile el-priser har målet for Bjerringbro Varmeværk været at få mest mulig varme ved brug af mindst mulig energi. Det er lykkedes med installationen af en absorptionsvarmepumpe på den ene af værkets fire gasmotorer. Foto: Bjarne Christensen.

vurdere de fremtidige investeringer.

Prøvedriften har vist, at anlægget yder, hvad der er blevet stillet i udsigt. Kraftvarmeanlæggets varmeeffekt kan derfor principielt hæves med yderligere 3 x 0,9 MW uden merforbrug af naturgas.

Anlægget er i november 2007 blevet endeligt overtaget af Bjerringbro Varmeværk Amba, som har gennemført projektet i samarbejde med Hollensen Energy A/S og COWI. Thermax har leveret det indisk producerede absorptionskøleanlæg.

Investeringen i varmepumpe, bygning og installation beløber sig til ca. 6 mio. kr.

### Mulighed for fjernkøling

En anden anvendelsesmulighed for absorptionskøleanlæg på kraftvarmeverker er produktion af fjernkøling, som også indgår i Bjerringbro Varmeværks handlingsplan.

Ved fjernkøling vil fordelingsnettet blive forsynet fra fordampere med en fremløbstemperatur på 6 °C og en

(Fortsættes næste side)

(Fortsat fra forrige side)

returtemperatur på 14 °C, mens røggassen kun nedkøles til 63 °C. I dette tilfælde vil det være nødvendigt at bortkøle en del af overskudsvarmen i et køletårn.

Et sådant anlægs COP vil være af størrelsesordenen 3,0 (Coefficient Of Performance er forholdet mellem køleeffekt og den tilførte varme- eller el-effekt).

Til sammenligning er COP for et absorptionskøleanlæg drevet med varmt vand ca. 0,7, mens et traditionelt kompressor anlæg har en COP omkring 5. I sidstnævnte tilfælde skal det tages i betragtning, at drivenergien er elektricitet med de konverteringstab, som det indebærer.

Set i det lys er muligheden for fjernkøling på denne måde perspektivrig.

cwh@bjerringbro-varme.dk  
bch@hollensen.dk  
ncl@cowi.dk

## SÅDAN FUNGERER DET

## SÅDAN FUNGERER DET

Den varme udstødningssgas ledes igennem maskinens generatordel, der indeholder en blanding af vand og lithiumbromid (LiBr), cirka 58 % LiBr. I generatordelen tilføres så meget varme fra udstødningssgasen, at opløsningen koger og vandet drives ud som vanddamp. Den koncentrerede LiBr-opløsning, cirka 62 % løber tilbage til maskinens absorberdel via en modstrømsvarmeveksler.

Vanddampen fra generatoren fortættes i en kondensator og løber via en varmeveksler, som afkøler det 80 grader varme kondensat med returvandet fra fjernvarmen, tilbage til fordamperen.

Fra fordamperen pumpes vandet via rislerør ud over fordamperens rør. Herved fordamper vandet under optagelse af den nødvendige fordampningsvarme fra fordamperrørene, da der i fordamperen hersker et tryk, som svarer til den ønskede fordampningstemperatur.

Det fordampede vand passerer en kolonne absorberør, som får vanddampen til at kondensere igen, og fordampningsvarmen afleveres som kondenseringsvarme. Kondensatet/vandet opsuges herefter af den kraftige LiBr-opløsning fra generatoren, som er løbet til absorbereren, og den nu fortyndede LiBr-opløsning på cirka 58 % pumpes tilbage til generatoren, og processens kredsløb er sluttet.

Det, som udnyttes til fjernvarme, er, at det kolde vand i fordamperkredsen, kondenserer en stor del af vanddampen i motorens røggas i en dertil indrettet varmeveksler. Røggassen afkøles samtidig til cirka 27 °C og den varme, som herved optages i fordamperkredsen, frigives i absorptionskølemaskinen via absorbereren og en række interne varmevekslere, som bl.a. også genanvender kondenseringsvarmen fra vandet i kredsløbet.

Varmeydelsen på en 18 cylindret Ulstein Bergen/Rolls Royce motor er hermed steget med i alt 888 kWh pr. driftstime, svarende til at motorens varmevirkningsgrad er forbedret med 11,7 %.