

Småskalig elproduktion baserad på biobränsle och konvertering från hetvatten till ånga presenteras i denna artikel av Anders Kullendorff, S.E.P. Scandinavian Energy Project AB och Hans-Åke Tilly, AB Eksjö Energiverk.

Småskalig elproduktion

Kraftvärme, och speciellt biobränslebaserad sådan, är mer aktuell än någonsin. Annat önskemål är att utnyttja även mindre värmeunderlag. Går det att få lönsamhet i liten skala på tillkommande biobränslebaserad el i storleken en MW? Svaret på frågan har hitintills blivit nej av flera olika själ. Energiverket i Eksjö har studerat frågan flera gånger de senaste åren och nu funnit en lösning.

I dagarna tas en mindre turbinanläggning på 1 MW i drift. Investeringen är lönsam för Energiverket även med hårda ekonomiska villkor.

Eksjö energiverk

Eksjö Energiverk ansvarar för el-distribution, fjärrvärme och avfallshantering i Eksjö kommun samt avfallsförbränning för Eksjö, Sävsjö och Vetlanda kommuner. Några stolpar

- bildat 1898
- fjärrvärmerörelsen 1976
- renhållning överförs till Energiverket 1986

Produktionen av värme sker i tre fastbränsleeldade hetvattenpannor. Panna 1 och 2 är av fluidbäddtyp, 8 respektive 12 MW, medan panna 4 på 6 MW är av rostertyp.

(Panna 3 är en reservoljepanna). Bränsle är kommunalt av-

fall, cirka 20 procent, och resten skogsbränsle. Typiska produktionsdata är

- total värmeproduktion 120 GWh
- andel fastbränsle 99,5 procent (endast olja för start)
- avfall kommer för 1998 att svara för cirka 60 procent av årsvärmebehovet
- intern elförbrukning för verket 4,7 GWh per år
- intern effektförbrukning för verket varierar under året mellan 0,6 och 1,2 MW

Småskalig kraftvärme – Lönsamhetsfilosofi

Tekniken för elproduktion med ångpanna och ångturbin är väl känd. Idag börjar lönsamhet finnas, ofta dock med statsstöd, för större nybyggnads- och ombyggnadsprojekt från 5 till 10 MW el och uppåt. Lönsamhet i storleken 1 MW med konventionell teknik är dock fortfarande utopisk.

Filosofi

Den grundläggande filosofin för att kunna förverkliga lönsam småskalig kraftvärmeproduktion

har varit

- utnyttja befintlig anläggning maximalt
- minsta möjliga ingrepp i pannan
- enklast möjliga system- och maskinval
- ingen fokusering på verkningsgrad – enbart lönsamhet
- marginalinvestering skall täckas av marginalintäkter

Teknisk lösning

Bakgrund

I samband med att panna 2 byggdes om av miljöskäl, undersöktes också alternativet att konvertera denna till ångpanna samt komplettera med turbin. Nödvändiga investeringskostnader speciellt vad avser pannan blev för höga och alternativet föll.

Önskemålet om egen elproduktion kvarstod och en ny okonventionell metod parat med ett mycket krasst lönsamhetstänkande blev lösningen.

Extern ångproduktion

Ett alternativ till att producera ånga i den befintliga pannan är att göra det utanför pannan i en ånggenerator. Detta kan göras

- indirekt
- direkt

Ånga kan produceras genom att hetvatten, som normalt leds till fjärrvärmväxlarna, i stället leds till ånggeneratoren. Om ånggeneratoren är av indirekt typ så värmväxlas i fjärrvärmvattnet mot en sekundärsida med lägre tryck där vatten koka till ånga. Är ånggeneratoren av direkt typ sänks trycket i denna och en del av vattnet förångas.

Processbeskrivning

Här har valts den direkta metoden, *figur 1* visar processprinciperna. Den ånga som produceras i ånggeneratoren leds till en enkel turbin för mättad ånga för elproduktion med efterföljande värmeproduktion i turbinkondensorn.

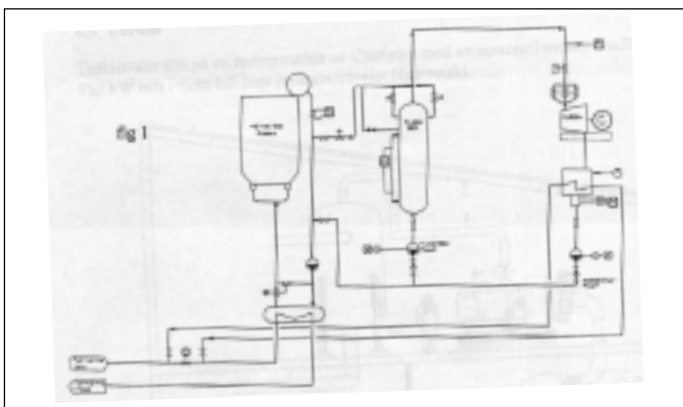
Tekniska förutsättningar och några data

Den befintliga vattenrörspannan har 16 bars övertryck som konstruktionstryck. Praktisk drifttryck in till flashbox kommer att vara 14,5 bar absolut. Några data

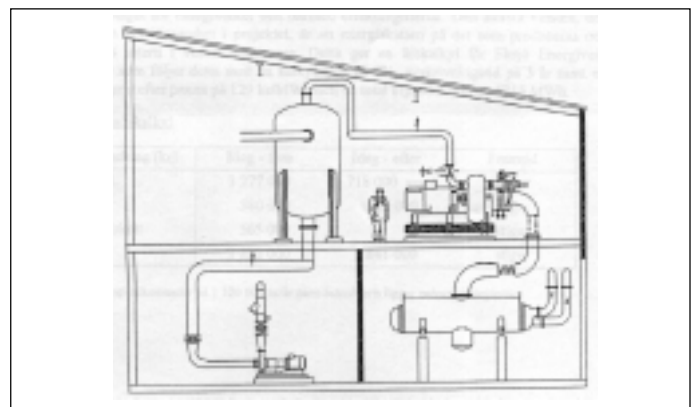
- drifttrycktemperatur till flashbox 14,5 bar / 197 °C
- tryck/temperatur i flashbox 9,5 bar / 178 °C
- ångproduktion
- flashvattenflöde 107 kg/s
- genererad ånga 3,8 kg/s
- andel genererad ånga av flöde in 3,4 procent

FORTSÄTTNING PÅ SIDAN 33

**ÅRETS
BIOENERGI
DAGAR
97
I VÄXJÖ**



Figur 1. Flödesschema panna och turbinanläggningen.



Figur 2. Arrangemang för ånggenerator, turbin och kondensator.

Kostnadslag [kr]	Idag – förr	Idag – efter	Framtid
Energi	1 277 000	1 718 000 ¹⁾	stiger
Effekt	380 000	123 000	stiger
Energiskatt	565 000	0	stiger
Totalt	2 222 000	1 841 000	stiger

Tabell 1. Elkostnadskalkyl. ¹⁾Kapitalkostnader på 1 320 000 kr/år samt bränslepris ligger enbart i energipriset.

FORTSÄTTNING FRÅN SID 31

- kondensator
- tryck 0,5 bar
- temperatur 81 °C
- generatorspänning 400V
- genererad eleffekt cirka 950 kW
- producerad elenergi 5700 h/år
- alfavärde 0,127

Turbin

Turbinvalet föll på en enstegsturbin av Custistyp med en nominell mottryckseffekt på 950 kW och i detta fall blev leverantörsvalet Nadrowski.

Arrangemang och layout

Ånggenerator, turbin och kondensator samt kompletterande elutrustning har placerats i existerande byggnader i så nära anslutning som möjligt till pannan. *Figur 2* visar arrangemanget för flashbox med turbin.

Leverantör

Kraftvärmeprocessen, som får sin första tillämpning vid Energiverket i Eksjö, har utvecklats tillsammans med det lokalt baserade Mariannelunds företaget Vaporel AB.

Vaporel levererar hela utrustningen med turn key ansvar. S.E.P. Scandinavian Energy Project AB. genomförde initialt en förstudie och har även varit behjälpliga i leveransstadiet.

Ekonomiska kalkyl

Investering

Total investeringskostnad för hela mottryckskonceptet är 6,2 MSEK det vill säga drygt 6500 kr/kW.

Investeringsbedömning

Det är inte möjligt att konkurrera med själva energipriset – elektronerna. Denna ekvationen blir ett nollsummespel. Däremot finns det pengar att vinna på att sänka effektuttaget för energiverket och därmed effektavgifterna.

Den största vinsten, och det som ger lönsamhet i projektet, är att energiskatten på det som produceras och används internt i verket elimineras.

Detta ger en årskalkyl för Eksjö Energi- verk ungefär som följer detta med en kalkylränta på åtta procent, avskrivningstid på fem år samt ett bränslepris efter panna på 129 kr/MWh och en total elproduktion av 5 715 MWh. (Se tabell 1).

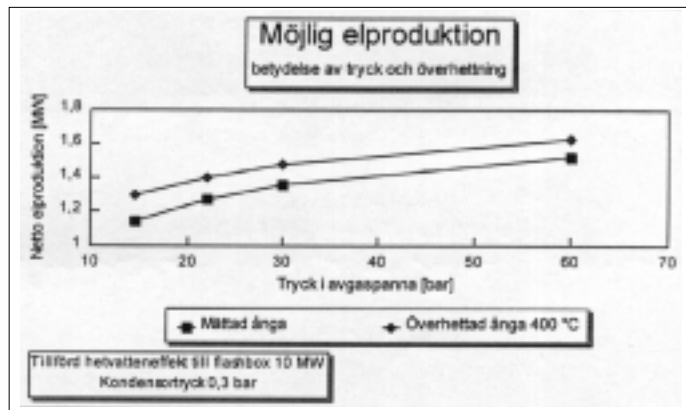
En jämförelse

Det är självfallet klart att med andra ränte- och avskrivningsvillkor fås betydligt bättre lönsamhet.

Nedan visas tre jämförelser. (Se tabell 2).

Kostnadslag	Eksjö	Någon annan	Samhällskalkyl
Ränta [%] / avskrivning [år]	8/5	8/10	6/20
Kapitalkostnad – år I [kr]	1 302 000	837 000	512 000
Kapitalkostnad [kr/MWh]	227	146	90
Bränslekostnad [kr/MWh]	129	129	129
Totalkostnad [kr/MWh]	356	275	219

Tabell 2. Kostnadjämförelser.



Figur 3. Känslighetsanalys av betydelsen av panntryck och eventuell överhettning.

Framtidstankar

Marknad

Konceptet som nu demonstreras i Eksjö är inte enbart begränsat till mindre eller medelstora kommunala värmeverk. En väl så intressant möjlig marknad är medelstora eller större sågverk. Det ekonomiska utfallet kan här bli väl så intressant på grund av det lokalt fallande billiga bränslet

och ett över året jämt värmeunderlag. Det skall i detta sammanhang erinras att bränsle levererat till ett värmeverk till exempel från ett sågverk kostnadsmsigt innehåller en stor kostnadskomponent för omlastning och transport. Denna lägre bränsle-

kostnad tillsammans med driftförutsättningarna torde balansera dagens olika skatteförutsättningar.

Teknikutveckling

En vid första anblicken praktisk begränsning för konceptet är att många hetvattenpannor har låga tryckklasser kanske endast 6 bar. Detta utesluter på intet sätt flashkonceptet.

Den väsentliga kostnaden ligger i pannanläggningen i stort och ett byte av avgaspannan kan i många fall med lönsamhet inkluderas i ett ombyggnadskoncept.

Detta ger dessutom en möjlighet att väsentligt utöka elproduktionen på samma värmebas. Det-

ta kan ske genom

- extra höjning av panntrycket
- efterföljande överhettning

Vilket tryck som väljs är en teknisk fråga som beror på aktuell leverantör av avgaspannan. En efterföljande överhettning anpassas lämpligen till aktuell turbin. I *figur 3* visas effekten av tryckhöjning och överhettning relativt baskonceptet som demonstreras i Eksjö.

Det kan konstateras att en höjning av hetvattentrycket är mycket effektiv och att en överhettning självfallet förbättrar konceptet.

Slutord

I Eksjö kommer i dagarna lönsam biobränslebaserad elproduktion att demonstreras i storleken 1 MW.

Konceptet är i motsats till vad som ofta framför lönsamt på sina egna meriter, det vill säga investeringen bärs av marginalintäkter, och hela nyttan tillfaller Energiverket och dess värmekunder. Beskrivet konceptet kan med säkerhet användas vid många andra mindre energiverk eller på industrier till exempel sågverk.

Sälunda kan en normal biobränsleldad hetvattenverkspanna med en värmeeffekt på 10 MW med god lönsamhet kompletteras för en lönsam elproduktion på 1,2 till 1,5 MW. Den billiga externa ånggenereringen ger förutsättningar för lönsamhet ner till cirka 0,5 MW el! □

Mer om Årets Bioenergidagar på nästa sida