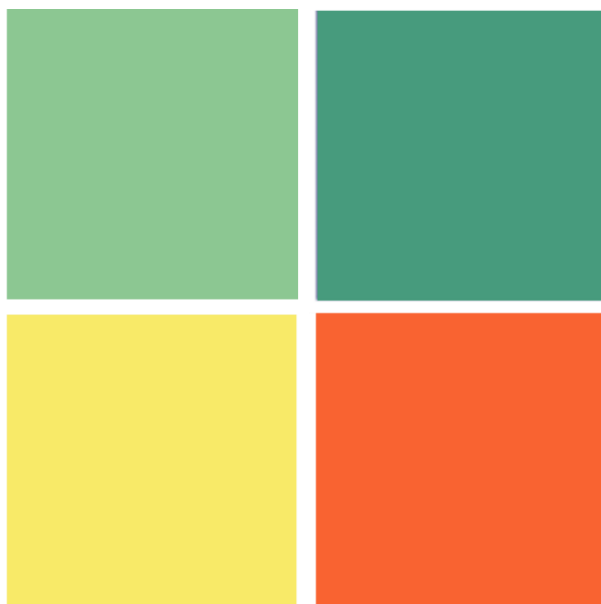


Småskalig kraftvärme inom
sågverksindustrin i sydöstra Sverige -
Förutsättningar och potentialbedömning



Dokumentinformation:

Titel:	Slutrapport för projektet: <i>Småskalig kraftvärme inom sågverksindustrin i sydöstra Sverige - Förutsättningar och potentialbedömning P 46447-1.</i>
Sammanställt av:	Daniella Johansson, Projektledare, Energikontor Sydost AB inom ramen för projektet <i>Småskalig kraftvärme inom sågverksindustrin i sydöstra Sverige</i>
Kvalitetsgranskat av:	Göran Gustavsson och Daniella Johansson, Projektledare, Energikontor Sydost AB inom ramen för projektet <i>Småskalig kraftvärme inom sågverksindustrin i sydöstra Sverige</i>
Utgivare:	Energikontor Sydost AB Smedjegatan 37 352 46 Växjö Sverige
Med stöd från:	Energimyndigheten inom programmet: Biokraft
Utgiven:	Juni 2019

Innehåll

1	Sammanfattning	6
2	Summary	7
3	Inledning	8
3.1	Mål och Syfte	9
3.2	Målgrupper	9
3.3	Avgränsningar	9
3.4	ordlista	10
4	Bakgrund Sågverk	11
4.1	Sågverksindustrin i Sydöstra Sverige	12
4.2	Värme och elbehov på sågverk	12
5	Metod och genomförande	14
5.1	Intervjuer	14
5.1.1	Metodik	14
5.1.2	Syfte	14
5.1.3	Utförande	14
5.1.4	Intervjuobjektet - Sågverksföretag	14
5.2	Litteraturundersökning	14
6	Teori – Ångturbin	16
7	Resultat	18
7.1	ORC-tekniken och dess förutsättningar på sågverk	18
7.2	Våtturbin-tekniken och dess förutsättningar på sågverk	19
7.3	Förgasnings-tekniken och dess förutsättningar på sågverk	20
7.4	Tidigare erfarenheter från småskalig kraftvärme på sågverk	22
7.5	Förutsättningar för småskalig kraftvärme på sågverk i sydost	26
7.5.1	Värmeleveranser och pannor i sydost	26
7.5.2	Torkar	27
7.5.3	Nyinvestering i panna	27
7.6	Teknisk och ekonomisk potential för elproduktion i Sydöstra Sverige	28
7.6.1	ORC-tekniken- Teknisk och ekonomisk potential i sydost	30
7.6.2	Våtturbin - Teknisk och ekonomisk potential i sydost	31
7.6.3	Förgasning – Teknisk och ekonomisk potential i sydost	33
7.7	Potentialen i hela Sverige	35
8	Slutsats och Diskussion	38
9	Referenser	40
10	Bilaga 1 – Intervjuunderlag	41

Förord

Projektet ” *Småskalig kraftvärme inom sågverksindustrin i sydöstra Sverige – Förutsättningar och potentialbedömning*” har finansierats av Energimyndighetens program BOKRAFT och har genomförts av Energikontor Sydost.

I projektet har det genomförts ett antal intervjuer och samtal med företag. Vi vill tacka deltagare och finansiärer som har bidragit till att projektet har gått att genomföra.

Energikontor Sydost

Växjö, Juni 2019

1 Sammanfattning

Sågverksindustrin producerar ca. 4TWh värme varje år. Det mesta av värmnet används för att torka det sågade virket. Endast en liten del används till uppvärmning av egna industrilokaler. Ibland förser pannan som producerar värmnet inte enbart sågverket med värme utan även ett närliggande samhälle med fjärrvärme. Det stora värmeunderlaget i kombination med det stora elbehovet som finns hos sågverk gör att det också är intressant att producera kraftvärme i sågverksindustrin. Endast ett fåtal sågverk har haft kraftvärmeproduktion, och idag finns endast en kraftvärmeanläggning kvar som förser ett sågverk med värme. Att värmeproduktionen är driftsäker är väldigt viktig för ett sågverk, efter som torken är vital för produktionen av virke.

Tekniker för småskalig kraftvärme har sedan 2017 börjat sprida sig på värmeverk runt om i Sverige. Eftersom sågverksindustrin också är en stor producent av värme och eftersom småskalig kraftvärme diskuterats i flera tidigare studier kring sågverkets energieffektivitet och framtid är syftet med denna studie att genomföra en analys av den tekniska och ekonomiska potentialen för småskalig kraftvärmeproduktion inom sågverksindustrin i Sverige. Tre tekniker för småskalig kraftvärme har ingått i studien; Organisk Rankine Cykel (sk. ORC), våtturbin och förgasare. Analysen har genomförts genom en intervjustudie med sågverk i sydöstra Sverige. Intervjuresultaten har analyserats tillsammans med en litteraturstudie och tekniska och ekonomiska erfarenheter från olika småskaliga kraftvärmetekniker.

Arbetet i denna studie ger en uppskattning på återbetalningstider för olika tekniska lösningar för småskalig kraftvärme. Kostnaderna kommer att bero och variera mellan sågverk, men syftet med denna studie var att ge en indikation på om småskalig kraftvärme kan vara lönsamt för sågverk och vilka faktorer som har större eller mindre påverkan. I teorin är en investering lönsam så länge en investering betalar sig själv inom investeringens ekonomiska livslängd.

Potentialen för ORC-tekniken beror på om det finns tillgång till en kallare källa runt 40-50 °C, tex. en fjärrvärmeretur. I sydost är det endast två av de intervjuade sågverken som levererar fjärrvärme. Resultaten i studien visar att återbetalningstiden för en ORC på 50 kW varierar mellan 7 och 23 år, beroende på förutsättningarna. Både ORC och våtturbin tekniken är beroende av en kallare ström föra att producera el. En högre elverkningsgrad uppnås om skillnaden mellan den varma och kalla sidan är stor.

Resultaten i denna studie visar att återbetalningstiden för en ORC och en våtturbin kan hamna under 10 år och ner till 5 år, under rätt förutsättningar. Men för att få rätt ekonomiska förutsättningar behöver varje enskilt fall analyseras. Detsamma gäller för om en förgasare installeras till ett sågverk. I detta fall är flera parametrar som fortfarande är osäkra. Till skillnad från de övriga teknikerna ersätter förgasaren tillverkningen av hetvatten i pannan istället för att adderas till befintlig process. Det är därför troligast att ett byte mot en förgasare sker vid pannbyte. I sydost är det omkring 5 pannor som kan behövas bytas inom 5 år. Förgasningstekniken finns på flera ställen i Europa, men det finns fortfarande osäkerheter kring vilken temperatur som förgasaren kan komma upp i och vilket bränsle som skall användas. Förgasningstekniken genererar mer el än de övriga två teknikerna. En demonstrationsanläggning på ett sågverk är troligt innan sågverk vågar byta den driftsäkra pannan mot en förgasare.

2 Summary

The sawmill industry in Sweden produces around 4 TWh heat, each year. Most of the heat is internally used for drying the produced sawn timber. Only a small part of the heat is used for own buildings and offices. In some sawmills the boiler also supplies a nearby community with district heat. The large heat generation in combination with large electricity demand at sawmills in Sweden makes the sawmill industry also interesting for small scale combined heat and power (CHP) generation. In Sweden, only a few sawmills have in the past produced combined heat and power, and today only one boiler with power generation is left in operation. To guarantee that the heat production is reliable with a high availability is very important for sawmills, since the drying process is vital for the sawn timber production.

Technologies for small scale CHP generation have, since 2017, been introduced in the district heating sector in Sweden. Since sawmills are large producers of heat and since the possibilities for small scale CHP generation in sawmills has been discussed in previous studies, the aim of this study is to analyse the technical and economic potential for small scale CHP in the Swedish sawmill industry. Three technologies have been included: Organic Rankine Cycle (ORC), wet steam (WST) and gasifier. The study is performed by interviews with sawmills in the southeast of Sweden. The interview answers are combined with literature studies and technical and economic calculations based on previous studies and experiences from different small-scale CHP technologies.

The results in this study gives an estimation of the payback time for different small-scale CHP technologies in the sawmill industry. Costs will vary between different sawmills, but the aim is to give an indication if small scale CHP could be a profitable investment for sawmills, and what factors have larger or smaller impact on the payback time. In theory, an investment is profitable if the payback time is lower than the lifetime of the technology.

The potential for the ORC technology depends on the availability of a cold stream around 40-50 °C, e.g. a return stream from the district heating network. The result shows that only two of the interviewed companies deliver district heating to a nearby community. The result also shows that the payback time for an ORC (50 kW) vary between 7 and 23 years, depending on the prerequisites. The power generation from both the ORC and the WST is depending on the heat difference between the heat production from the boiler and from a colder stream. A higher power efficiency is generated if the difference between the cold and the warm side is large.

The results show that the payback time for an ORC and a WST could be below 10 years and down to 5 years, with the right prerequisites. But, every installation at the sawmill should be analysed for their specific conditions. The same apply for the gasifier. In the gasifier case, there are more parameters that are unsettled. In contrast to the other two technologies, the gasifier will replace the existing boiler instead of being added to. That will most likely happen when it is time to replace the existing boiler. In southeast Sweden there are ca. 5 boilers that will be replaced within 5 years. There are, in recent years, gasifiers installed at sawmills in Europe and in Japan. However, there are still uncertainties regarding outlet temperature and which fuel that can be used. The gasifier technology has the potential to generate more electricity than the other two technologies. A demonstration facility at a sawmill would be likely before a sawmill dare to replace the reliable heat water boiler with a gasifier.

3 Inledning

Europa och Sverige är mitt i omställningen från fossil- och kärnkraftsbaserad el till förnybart som vind, sol och bioenergi. Den ökande andelen väderberoende elektricitet kommer att öka behovet av planeringsbar elproduktion som kan garantera produktion året runt. Om småskalig kraftvärme installeras på lokala fjärrvärmeverk, närvärmeverk, mindre industrier och lantbruk kan det öka den planeringsbar elproduktionen samtidigt som det ökar säkerheten för dessa aktörer vid el-effektbrist, elavbrott eller i beredskapslägen.

En utbyggd lokal och småskalig biokraftproduktion producerar väderberoende el, när elbehovet är som störst, som har möjlighet att stabiliserar elnätet med egen lokal svängmassa vilket bidrar positivt till systemet när elproduktion utan svängmassa ökar, vilket är speciellt värdefullt för elområde 4 där elproduktionen är långt under elanvändningen. Intresset för småskalig kraftvärme har ökat under de senaste åren och fler företag med olika tekniska lösningar har bildats.

Sedan Energikontor Sydost genomförde en förstudie kring möjligheter för småskalig kraftvärme i sydost år 2012 har flera svenska och internationella leverantörer startat verksamhet som rör småskalig kraftvärme (Energikontor Sydost, 2013). Genom projektet småskalig kraftvärme från bioenergi i sydöstra Sverige- demonstrationsprojekt har Energikontor Sydost jobbat med att sprida erfarenheter från demonstrationsanläggningar för småskalig kraftvärme och under de senaste åren märks att intresset från småskalig kraftvärme har ökat¹. Totalt har närmre 900 studiebesökare besökt de tre demonstrationsanläggningarna som ingår i projektet.

Den bransch som visat störst intresse för småskalig kraftvärme är fjärrvärmebanschen. Fjärrvärmebanschen är en viktig målgrupp för småskalig kraftvärme eftersom värmeunderlaget redan finns. Sågverksindustrin pekas också ut som en viktig industri där småskalig kraftvärme har stor potential. I Studien konkurrenskraft småskalig kraftvärme (Oscarsson 2017) uppskattas potentialen för elproduktion i värmeverk under 10 MW och med en värmeproduktion större än 4 GWh per år. I studien beskrivs att värmeproduktionen från sågverk ligger i samma storleksordning som för värmeverk som inkluderas i studien. Utifrån det antagandet beräknas att småskalig el från sågverk bör kunna ge en elproduktion på en halv TWh el per år, dvs i samma storleksordning som från värmeverk. Någon närmare analys av förutsättningarna för elproduktion görs inte för sågverk i den nämnda studien.

Förutsättningarna för kraftvärmeproduktion varierar från anläggning till anläggning och därför är det viktigt att bedöma varje anläggning för sig och dess potential. Genom att studera ett antal sågverk närmare kan vi ge en potential för Sydöstra Sverige och en uppskattning på de tekniska och ekonomiska förutsättningarna.

¹ Mer information om projektet och aktiviteter/resultat finns här:

<http://energikontorsydost.se/smaskalig-kraftvarme-life>

3.1 Mål och Syfte

Det övergripande målet är att undersöka potentialen för småskalig kraftvärme på sågverk i Sydöstra Sverige. För att uppnå detta behöver följande tre delmål nås:

Delmål 1: Identifiera sågverk i Sydöstra Sverige och genomföra för att identifiera förutsättningar för olika tekniker för småskalig kraftvärme i sågverksindustrin

Delmål 2: Kartlägga och analysera den tekniska och ekonomiska potentialen för elproduktion och eleffekt i Sydöstra Sverige. Även beskriva erfarenheter från tidigare studier kring småskalig kraftvärme på sågverk.

Delmål 3: Utifrån projektresultaten ge en bedömning om hur potentialen ser ut för övriga Sverige.

3.2 Målgrupper

Den primära målgruppen för studien är sågindustrin med fokus på sydöstra Sverige. Studien har involverat flertalet av de sågverksföretag som finns etablerade i sydöstra Sverige. De företag som varit direkt involverade har blivit intervjuade. De företag som indirekt blivit involverade har medverkat på seminarium där projektet presenterades.

Följande grupper har varit förstudiens direkta målgrupper:

- Sågverk i Sydöstra Sverige
- Sågverk i hela Sverige, utgående från resultat från sågverk i sydost

Följande grupper är förstudiens indirekta grupper:

- Regioner och kommuner i sydöstra Sverige
- Energimyndigheten
- Bioenergibranschens intresseorganisationer, tex. Svebio.

3.3 Avgränsningar

Studien har avgränsats till Sydöstra Sverige (Blekinge, Kronoberg och Kalmar län). I Sydost ligger 10 av Sveriges 60 största sågverk (Skogsstyrelsen, 2014).

Intervjuer med sågverk har varit en stor del av studien. Antalet intervjuer har avgränsats till att gälla de största sågverken i sydost, vilka utgör 85% av den totala mängden sågat timmer.

Studien av avgränsats till att innefatta tekniker för småskalig kraftvärme som idag finns på marknaden.

Småskalig kraftvärme definieras här som under 10 MW värme, max 1 MW el. I denna studie ingår tekniker som ger från 100 kW upp till 10 MW värme. Anläggningar med större värmeeffekt betraktas inte som småskaliga enligt definitionen i denna studie, som därmed följer Energimyndighetens definition av småskalig kraftvärme (Kjellström, 2012). I EU:s energieffektiviseringsdirektiv är övre gränsen för småskalig kraftvärme 1 MW el och övre gränsen för mikro-kraftvärme är 50 kW el. Några av de inkluderade teknikerna ligger mellan 20-50 kW vilket enligt EU:s energieffektiviseringsdirektiv

skulle klassas som mikro-kraftvärme. Vi har valt att inkludera dessa i definitionen av småskalig kraftvärme eftersom de ligger så nära den övre gränsen av definitionen.

3.4 ordlista

Sydost – Den här förstudien avgränsas till sydost, det vill säga Kronoberg, Kalmar och Blekinge län. Dock har flera sågverksföretag sågverk utanför sydost som inkluderas i intervjuerna.

CHP – Combined heat and power

ORC – Organisk Rankine Cykel

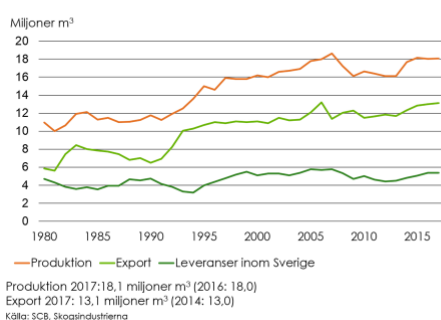
BFB – Bubblande Fluidiserande Bädd

WST – Wet steam turbine (våtturbin)

4 Bakgrund Sågverk

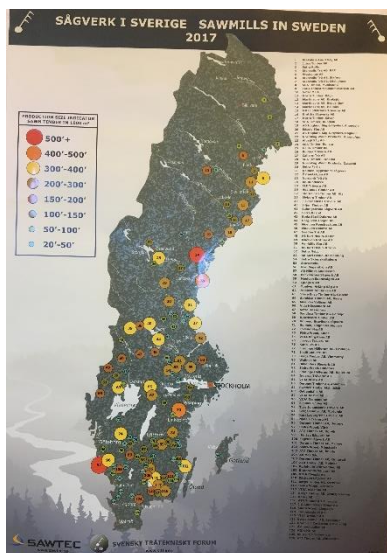
I Sverige finns idag omkring 140 sågverk med en sammanlagd produktion på ca. 18 miljoner m³sågat timmer. Trenden har varit färre företag med specialisering av enskilda sågverken på träslag och produktgrupp. Marknaden för sågade trävaror har varit ökande från 80-talet fram till 2008, och den ekonomiska krisen som rådde de efterföljande åren, Figur 1. Det var främst den inhemska efterfrågan som minskade runt 2008. Exporten fortsatte öka. De senaste åren har produktionen av sågade råvaror återhämtat sig och ligger på en stabilare nivå i storleksordningen jämförbart innan 2008.

Produktion och export 1980-2017 av sågade barrträvaror



Figur 1. Produktion och export av sågade trävaror i Sverige år 2017. Källa: Skogsindustrierna.

Sågverk finns runt om i Sverige. De tjugo största företagen svara för 80 % av landets produktion.

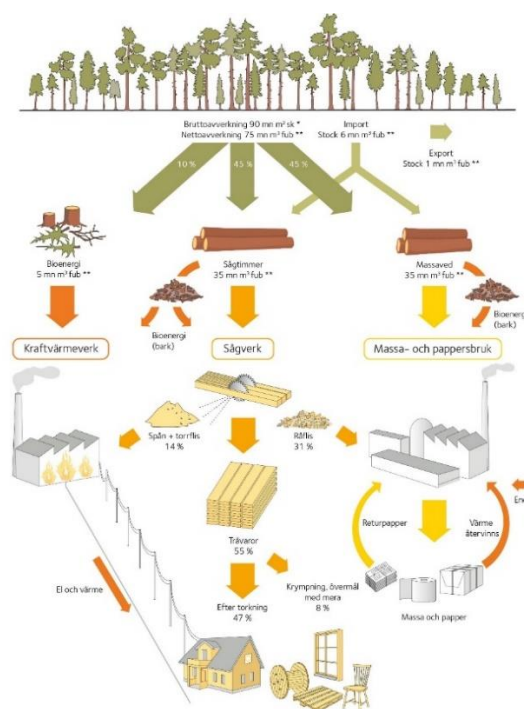


Figur 2. Sågverk i Sverige. Källa: SAWTEC och Svenskt trätekniskt forum 2017

4.1 Sågverksindustrin i Sydöstra Sverige

I sydost finns 24 sågverk som har en produktion större än 20 000 m³ sågat timmer (Svenskt trätekniskt forum, 2018). Densiteten av sågverk är hög i regionen. Till skillnad från övriga Sverige, finns det sågverk av alla storlekar i regionen, men inget av de 4 största sågverken med produktion över 400 000 m³ sågat timmer ligger i sydost (Sawtec, 2017). De största sågverken i sydost tillhör Södra Wood koncernen och VIDA koncernen. ATA Timber AB är också en stor aktör i regionen. Totalt produceras mellan 2,2 och 3,3 miljoner m³ sågat timmer i Kalmar och Kronoberg. Blekinge har endast ett specialsågverk med lägre produktion.

Sågverk är både en bioenergianvändare och en bränsleleverantör. Vid timmerproduktionen bildas biprodukter som sågspån, flis och bark som används internt som bränsle och som säljs som oförädlat biobränsle till värmeverk. Figur 3 visar en schematisk skiss över hur restflödet från sågverkets olika delar går vidare som bioenergi eller som råvara till massa- och pappersindustrin.



Figur 3. Schematisk skiss på virkesanvändningen inom ett sågverk. Källa: Svenskt trä, 2011.

4.2 Värme och elbehov på sågverk

Att sågverken diskuteras som intressanta för elproduktion och framförallt småskalig kraftvärme är främst på grund av följande:

1. Vid produktion av timmer behövs det omkring 250 kWh_{värme} per m³ för torkning av sågat virke. Det finns alltså ett värmeunderlag, vilket möjliggör samtidig elproduktion. (Svebio 2017)
2. Produktionen av sågade trävaror är en elintensiv produktion
3. Värmeproduktion sker över större delen av året och dygnet runt vilket kan ge fördelar för lönsamheten av småskalig kraftvärme

Under åren 2010–2014 pågick forskningsprogramet: *Energieffektivisering i sågverksindustrin*². Rapporten: *State-of the art – Energianvändning i den Svenska sågverksindustrin* innehåller en grundlig beskrivning sågverkens energiutveckling, torkprocesser och energibesparingspotentialer (Andersson et al. 2011). I studien varierar energianvändningen på medverkande sågverk mellan 300 kWh/m³ och ca. 500 kWh/m³. Elanvändningen varierar mellan 65 – 100 kWh/m³, bioenergianvändningen varierar mellan 225 – 390 kWh/m³. Dieselförbrukningen ligger mellan 1,2 och 2,4 l/m³.

De stora användarna av el är torkarna, sågar och spiklinjer (om det finns sådana), el för värmeproduktion och distribution står endast för en liten andel. Torkarna står för den största energianvändningen (omkring 80% av all energi). Av energin i torkarna är 80% värme och resten el för att driva fläktarna. Omkring 10-15 % av energiåtgången är el till sågutrustning, och resten är till belysning och värme av byggnader. (Andersson et al. 2011)

Elanvändningen på ett sågverk varierar en del mellan månaderna och är produktionsberoende. Elanvändningen är i regel mindre under sommarmånaderna när produktionen är lägre. Effektuttaget på sågverken varierar under dagen och under en vecka. För ett sågverk som har produktion på dagtid och inte under helger går effekten upp under dagen. På kvällar och helger går effekt åt till pannor och torkar som i regel inte stängts av.

Beskrivningen i Andersson et al. 2011 speglar också den bild av energianvändningen i sågverk i sydost som fås genom genomförda intervjuer i denna studie.

² https://www.sp.se/SV/INDEX/RESEARCH/EFFENERGI/COMPLETED/ENEFF_EESI/Sidor/default.aspx

5 Metod och genomförande

5.1 Intervjuer

Intervjuer har använts för att nå delmål 1 och 2.

5.1.1 Metodik

Djupintervjuer användes som metodik vid intervjuer med olika aktörer. Intervjuerna har genomförts via telefon. Intervjufrågorna skickades till intervjuobjektet i förväg för möjlighet att läsa igenom innan intervjutillfället. Resultatet från intervjuerna sammanställdes och resultaten från intervjuerna visas inte för enskild aktör utan som ett samlat resultat.

5.1.2 Syfte

Intervjustudien genomfördes med syfte att sammanställa hur värmeproduktionen ser ut på sågverk runt om i sydöstra Sverige och hur industrin ser på nyteknik och möjligheterna för intern elproduktion. Intervjuerna verkar som underlag till potentialbedömningen för småskalig kraftvärme i sågverksindustrin i sydöstra Sverige.

5.1.3 Utförande

Intervjustudien har genomförts genom framtagande av frågeformulär som har reviderats genom möte med leverantörer för olika tekniker för småskalig kraftvärme. Frågeformuläret har också uppdaterats efter första intervjuerna. Frågeformuläret skickades till intervjuobjekt i förväg för möjlighet till genomläsning (Bilaga 1). I de fall intervjuobjektet har begärt det eller i de fall det varit nödvändigt för kvalitetsgranskning har anteckningarna skickats för kontroll av intervjuobjektet.

5.1.4 Intervjuobjektet - Sågverksföretag

Intervjustudien har genomförts med 5 olika företag och 6 olika personer. De intervjuade personerna har i flera fall svarat på frågorna för flera olika sågverk inom företaget. Totalt täcker intervjuerna 12 olika sågverk i sydost och dessutom ytterligare 7 utanför sydost.

De intervjuade sågverken i Sydost täcker 83% av den totala produktionskapaciteten. De sågverk som har en produktion över 100 000 m³ står för ca. 85% av den sågade timmerproduktionen i sydost. Det är också dessa sågverk som intervjustudien har varit inriktade mot. Alla sågverk utom två, som har avböjt att medverka har också intervjuats. De positioner som de intervjuade personerna har haft är antingen Produktions- eller Teknisk chef eller Pannskötare på sågverket.

5.2 Litteraturundersökning

Litteraturundersökning har använts som ett komplement för att nå delmål 1, 2 och 3.

Genom att studera tidigare rapporter och kartläggningar samt information på branschorganisationers hemsidor och enskilda företags hemsidor har sågverksindustrin i sydost kunna kartläggas.

Genom att studera tillgängliga rapporter kring sågverksindustrin, småskalig kraftvärme samt processintegration i sågverk och har tidigare erfarenheter kring småskalig kraftvärme på sågverksindustrin kunnat beskrivas.

Genom att studera tillgängliga rapporter och branschorganisationer har en bild av Sågverksindustrin i Sverige kunnat beskrivas. Detta har legat till grund för att nå delmål 3.

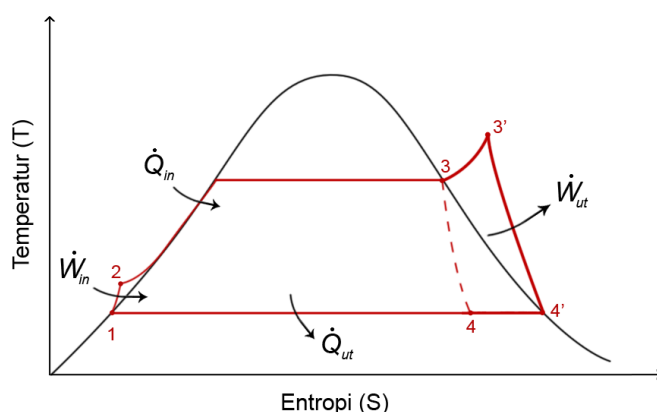
6 Teori – Ångturbin

Att använda den traditionella ångturbinen är det vanligaste sättet att producera el på. Idag används tekniken framförallt i kolkondensverk, kraftvärmeanläggningar och kärnkraftverk.

Ångturbinen finns i olika utföranden och tillgängliga med stora variationer i el-effekt från under 0,1 MW till över 1 000 MW och med ångtryck på några bar till flera hundra bar.

En ångturbin fungerar enligt den termodynamiska modellen, sk. Rankinecykeln. Rankinecykeln följer en sluten cykel där arbetsmediet (vanligtvis vatten) går igenom fyra delprocesser (se också Figur 4 och Figur 5):

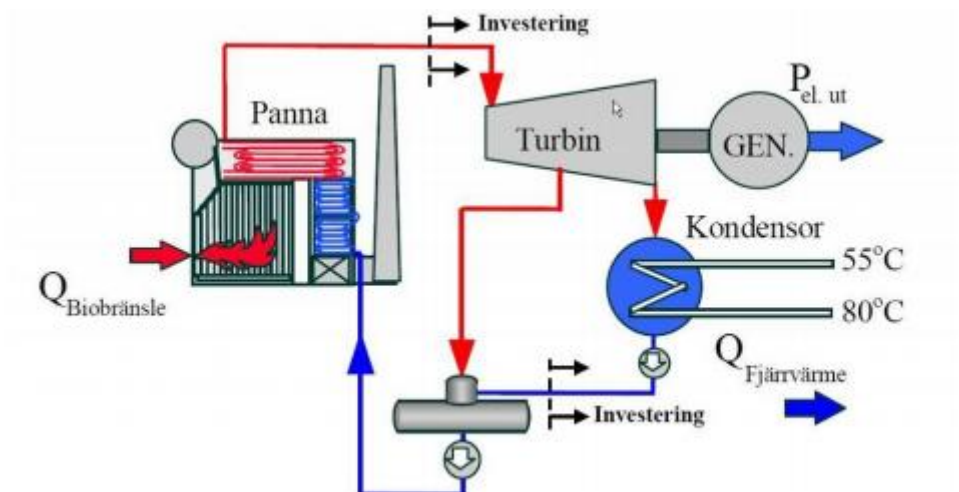
- 1-2, Elektricitet tillförs pumpen.
- 2 – 3: Arbetsmediet värms vid konstant tryck i tex. ångpanna och förångas till torr mättad ånga (och eventuellt också överhettas (2-3')).
- 3- 4: Den mättade ångan expanderas genom en turbin och genererar el. Både temperatur och tryck sänks hos ångan. Viss kondensering sker. Om ångan är överhettad expanderar ångan istället ner till en torr ånga och kondensering av ångan undviks (steg 3' – 4').
- 4-1: Den våta ångan kondenseras vid konstant tryck till mättat vätska. I steg 4' – 1 kondenseras istället den torra ångan till mättad vätska vid konstant tryck.



Figur 4. Rankinecykeln, sk. T-S diagram. Kurvan visar arbetsmediets mättnadslinje. På vänster sida om linjen är arbetsmediet i vätsketillstånd, på höger sida är arbetsmediet i ångfas. Mellan linjerna förångas eller kondenseras mediet (dvs en blandning av ånga och vätska). Källa: Wikipedia, 2019

Ångturbinen begränsas av bildandet av vattendroppar genom expansionen i turbinen (steg 3-4 i Figur 4). Vattendroppar som bildas vid kondensering av ånga sliter på turbinbladen och leder till korrosion som minskar verkningsgraden. Enklart undviks dessa problem genom att överhettas ångan (steg 3' – 4' i Figur 4).

Ett sågverk vill utnyttja spillvärmen från kondensorn i virkestorkarna. Därför är en rimlig kondensstemperatur i ett sågverk mellan 100 - 120 °C. Elverkningsgraden blir då mindre än om kondensering sker till lägre temperaturer, men ökar andelen värme till torkarna.



Figur 5. Schematisk bild över en ångturbin vid ett fjärrvärmeverk. Källa: Energikontor sydost 2002.

Den traditionella ångturbinen är fortfarande den bästa tekniken i storlekar över 2 MW_{el}. För småskalig kraftvärme kan andra tekniker, beroende på de anläggningsspecifika förutsättningarna, vara intressanta och lönsamma. I resultatkapitlet nedan beskrivs tre olika tekniker för småskalig kraftvärme: Organisk rankinecykel (ORC)-tekniken, vatturbin och förgasare.

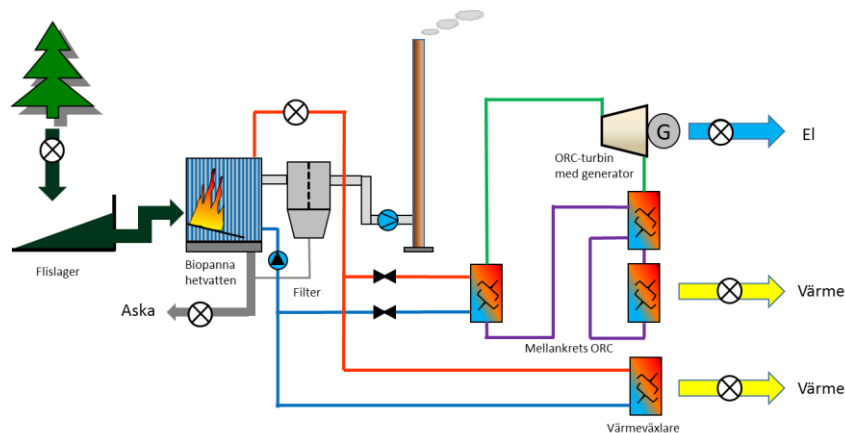
7 Resultat

I detta kapitlet beskrivs resultaten från studien. I de tre första kapitlen beskrivs teknikerna och dess förutsättningar. Resultaten baseras på litteraturstudie, intervjuer och erfarenheter från andra liknande projekt. I kapitel 7.4 beskrivs tidigare erfarenheter av småskalig kraftvärme på sågverk och värmeverk vilket baseras på litteraturstudie, intervjuer med sågverk och värmeverk samt erfarenheter från tidigare studie. Kapitel 7.5 ger en bild av energiproduktion och behov på sågverk i Sydost och baseras på de genomförda intervjuerna. I Kapitel 7.6 beskrivs den tekniska och ekonomiska potentialen för de småskaliga kraftvärme i sydost som baseras på resultaten på litteraturstudie och intervjuer med sågverk och erfarenheter från tidigare studier.

7.1 ORC-tekniken och dess förutsättningar på sågverk

Den organiska rankine cykeltekniken, sk. ORC-tekniken, består av en Rankine Cykel som istället för vatten drivs av ett organiskt medium. Det gör att ORC-turbinen kan drivas av värmekällor runt 100 °C. För att ORC-turbinen skall fungera behöver det finnas en kall ström som kondenserar det organiska mediet efter turbinen. I de småskaliga ORC-system som är installerade på värmeverk i Sverige, används fjärrvärmereturen som kall källa. Störst el-verkningsgrad uppnås vid stor skillnad mellan den varma och kalla källan, då större temperaturskillnad ger högre el-verkningsgrad. En småskalig ORC-turbin har en verkningsgrad mellan 3-15%³. Figur 6 ger en schematisk beskrivning av en ORC som är kopplad till en hetvattenpanna. Hetvattenpannan på bilden använder en del av hetvattnet från pannan för att driva ORC-turbinen och en del går direkt till värmeleverans (fjärrvärme).

I ett sågverk skulle en småskalig ORC-lösning av denna typ vara möjlig om pannan på sågverket både genererar värme till torkarna och fjärrvärme till närliggande samhälle. Om sågverket endast producerar hetvatten för att tillgodose värmebehovet i torkar, ligger generellt returtemperaturen väldigt nära primärledningstemperaturen från pannan. Det innebär att temperaturskillnaden (dT) är få låg för att kunna generera el.



Figur 6. Schematisk beskrivning av ORC-tekniken. Källa: Energikontor sydost och Life+ projektet: Small Scale CHP⁴

³ Baserat på de erfarenheter som fåtts inom projektet: Small Scale CHP from bioenergy in the region of southeast Sweden. <http://energikontorsydost.se/smaskalig-kraftvarme-life>

⁴ <http://energikontorsydost.se/smaskalig-kraftvarme-life>

Förutsättningar:

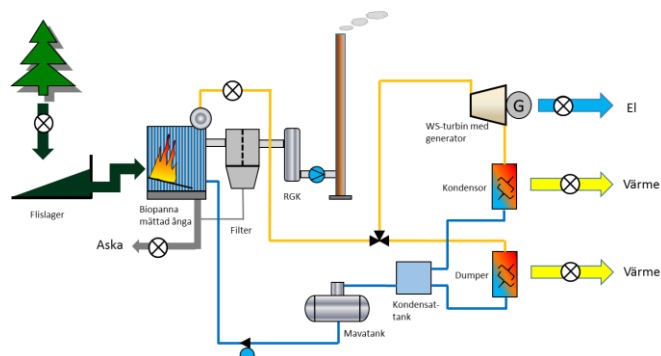
- Att det finns en kallare källa att kyla med, tex retur från hetvattenkrets för uppvärmning av lokaler eller ett närliggande fjärrvärmenät
- Att det finns två kretsar – en med ånga/värme till torkar och en med hetvatten för fjärrvärme eller annan uppvärmning

ORC-tekniken har utvecklats de senaste åren och idag finns flera tillverkare, som alla har en modulbaserad lösning. ORC-tekniken är tillgänglig från 20 kW_{el} till ca. 1 MW_{el}. Beroende på leverantör seriekopplas moduler i en fast storlek eller så anpassas turbincykeln efter storleken. Installationen av en ORC-teknik är relativt enkel eftersom tekniken kommer som en färdig modul. Det som behövs är förenklat rördragning och fyra inkopplingar samt plats för tekniken. Vid större storlekar behöver troligtvis enheten placeras i container utanför pannhuset.

7.2 Våtturbin-tekniken och dess förutsättningar på sågverk

En våtturbin är en ångturbin som drivs av mättad ånga istället för överhettad ånga. Eftersom kondenseringen kommer innebära vattendroppar, är konstruktionen mer robust än en konventionell ångturbin. Idag finns den första våtturbinen i Sverige på 500 kW installerad på Sörbyverket i Ronneby. Ångdata för processen i Ronneby är 180 °C och 14 bar (a). Processen är en 3-steps turbin med varvtal på 21 500 rpm.

Figur 7 visar en schematisk bild över våtturbinen kopplat till en ångpanna. En del hetvattenpannor på värmeverk är förberedda för ångproduktionen genom att det redan finns en ångdom⁵, men som inte används. I dessa fall är det möjligt att justera pannan för ångproduktion och installera en våtturbin för att producera el. Elverkningsgraden för en våtturbin är omkring 15%. Ronneby Miljö och Teknik AB har genom ett demonstrationsprojekt⁶, installerad en våtturbin på en hetvattenpanna som var utrustad med en ångdom. Eftersom våtturbin-processen bygger på samma princip som ORC-tekniken behöver den också kylas för att kondensera vattnet och avge värme. I Ronneby kyls våtturbinen med fjärrvärmereturen. I ett sågverk skulle en våtturbin-lösning vara möjlig om pannan på sågverket både genererar värme till torkarna och fjärrvärme till närliggande samhälle. Mest ekonomiskt vore det om pannan redan är förbered för elproduktion med en ångdom.



Figur 7. Schematisk beskrivning av våtturbin-processen. Källa: Energikontor sydost och Life+ projektet: Small Scale CHP⁷

⁵ En ångdom är en del i en ångpanna. Domen har som uppgift att vara ett balanskärl för kokningen i ångtuberna. I ångdomen separeras ånga och vätska innan ångan tas vidare till eventuell överhettare. Domen är placerad högst upp i pannan.

⁶ <http://energikontorsydost.se/smaskalig-kraftvarme-life>

⁷ <http://energikontorsydost.se/smaskalig-kraftvarme-life>

Förutsättningar:

- Fördel om det redan finns ångproduktion eller en ångdom
- Om ingen ångproduktion – behöver pannan renoveras eller ny panna

Installation av en våtturbin innebär förändringar i pannans drift och modifieringar i pannsystemet, för att möjliggöra ångtillverkning. Det innebär också ombyggnationer och rördragningar i pannhuset. Det som troligtvis är mest utmanande är att i ett befintligt system hitta plats för turbinen och omkringliggande utrustning.

7.3 Förgasnings-tekniken och dess förutsättningar på sågverk

Förgasningstekniken har länge diskuterats som intressant på ett sågverk. Anledningen är tillgången på bränsle och den höga elverkningsgrad som kan uppnås genom förgasning. Till skillnad från de två övriga teknikerna har förgasaren en elverkningsgrad på över 20%, alfavärde på ca. 0,4. Totalverkningsgraden är ca. 80% av tillfört bränsle, ca 25% el och ca. 55% värme. Förgasningstekniken fungerar så att bränslet (flis med en fukthalt mellan 10-15 %) förgasas, vilket innebär en ofullständig förbränning i underskott av syre (se även Figur 8). Det gör att energiinnehållet stannar i gasen som kommer ut från gasreaktorn. Gasen kyls innan den går igenom ett filter och kyls igen innan motorn. Gasmotorn kyls också med returvatten från vattenkretsen. Motorn fungerar bäst om motorn kyls med en ström som är kallare än 80 grader. På Emåmejeriet⁸ finns en småskalig förgasare med en installerad effekt på 40 kW el och 100 kW värme samt ca. 500 l biokol/veckan. Bränslet är torkad flis. I förgasningsprocessen är det viktigt att bränslet är homogent och torrt. På Emåmejeriet har man därför byggt en tork som torkar bränslet med hjälp av restvärme som strålar ut från motorn efter förgasaren.

Statliga bidrag i främst Tyskland och England har gynnat småskaliga förgasningsanläggningar med bränsleeffekt mindre än 1 MW. Det är också i denna storlek som kommersiella förgasningsanläggningar finns tillgängliga. Tekniken som används i dessa anläggningar är medströmsförgasning. Fördelen med tekniken är att nästan all tjära förbränns, tekniken är enkel, testad och har relativt låga kostnader. Flera anläggningar har uppvisat långa drifttider⁹. Nackdelen är att tekniken är begränsad i storlek (upp till ca. 2 MW eller 10 t/dag tillfört bränsle (E4Tech, 2009)), temperaturen ut ur förgasaren, behov av torr biomassa samt en relativt stor andel koks som inte konverterar. Det senare har visat sig kunna klassas som biokol¹⁰ och därmed finns det en biprodukt från förgasaren som har ett värde och kan säljas.

Det finns även förgasare med andra tekniker, men dessa är fortfarande inte fullt ut kommersiella. Exempel på förgasningsanläggningar med fluidiserad bädd är Repotecs anläggning i Güssing som byggdes 2002 och som har haft många drifttimmar. Även Gobigas förgasaren i Göteborg byggdes av Repotec. Båda anläggningarna har fungerat bra tekniskt men är båda nerlagda på grund av ekonomiska och politiska skäl.

Parallella medströms fastbäddsförgasare skulle kunna vara ett alternativ för ett sågverk. Tekniken är standardiserad och byggs i moduler, som kan parallellkopplas. En förgasare i detta slag ger lite lägre temperatur än en hetvattenpanna vilket medför att vid ett byte mot

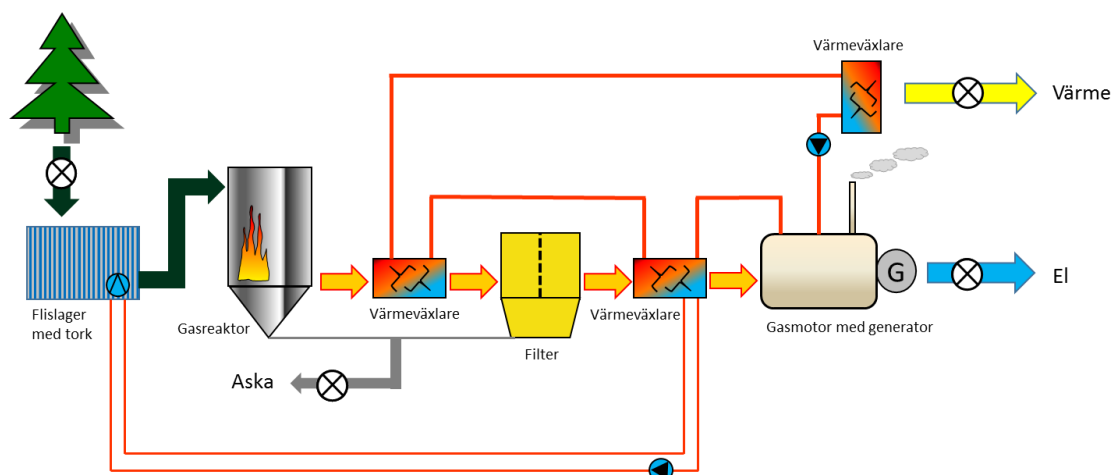
⁸ Småskalig kraftvärme projekthänvisning

⁹ <https://volter.fi/references/john-ruck-construction/>

⁹ <https://www.holz-kraft.com/en/references/references-by-sector/industry.html>

¹⁰ Biokol är en produkt från biomassa som har förkolats (genom pyrolys, förgasning eller torrifiering) i olika grad. Biokol kan användas som markförbättring i växtbäddar och/eller grävas ner för att minska koldioxidutsläpp i atmosfären.

förgasare behöver troligtvis även torkarna anpassas för torkning vid lägre temperaturer. Returtemperaturen som kyler gasmotorn bör vara under 80 grader, vilket innebär att det vore bra med tillgång till en kallare källa.



Figur 8. Schematisk beskrivning av förgasningstekniken. Källa: Energikontor sydost och Life+ projektet: Small Scale CHP¹¹

Förutsättningar för medströms förgasning:

- Torkat bränsle – i jämna fraktioner, inte för fina partiklar
- Ny investering – relevant vid behov av ny panna
- Kan tillgodose värmebehovet – men torken behöver i normalfallet en högre temperatur
- Fungerar bäst vid jämn last och värmeproduktion
- Behöver kylning av motor under 80°C – tex. Retur från hetvattenkrets för uppvärmning av lokaler eller ett närliggande fjärrvärmenät
- Har en hög elverkningsgrad, mellan 20 -30 %.

Den förgasningsteknik som syftas till i denna studie är modulanpassad och kan parallellt kopplas till lämplig storlek. Tekniken är beprövad för förgasning av flis, men eldning av bark bör provodas för att verifiera funktionen.

¹¹ <http://energikontorsydost.se/smaskalig-kraftvarme-life>

7.4 Tidigare erfarenheter från småskalig kraftvärme på sågverk

Det finns eller har funnits kraftvärme endast på ett fåtal sågverk i Sverige, se Tabell 1 nedan. Alla existerande turbiner har varit mottrycksturbiner som drivits av ånga under höga tryck. I de flesta fall (utom ett) ägs (eller har ägts) turbinen av ett energibolag. Det är energibolaget som sköter pannan och levererar värme/lågtrycksånga till sågverket. Det är endast Siljansågen som själva ägt ångpannan och elproduktionen.

På fjärrvärmeanläggningar i Sverige finns ett antal referensanläggningar för ORC-turbin i olika storlekar, se Tabell 1. Den ORC-turbin som varit i drift längst finns på fjärrvärmeanläggning i BräkneHoby, i Ronneby i Blekinge län och har varit igång sedan fjärrvärmesäsongen 2017. Den har under två fjärrvärmesäsonger producerat totalt 317 MWh el.

Det finns ingen tidigare erfarenhet av förgasning vid sågverk i Sverige. Men beskrivs i flera studier kring framtida teknik för sågverk (Andersson et al. 2011; Norman et al. 2011). En av slutsatsen i Andersson et al. 2011 är att förgasningstekniken skulle kunna öka sågverkens elproduktion avsevärt. Förgasningstekniker kan ge en el-verkningsgrad på 30-40% jämfört med 10-15 % för konventionella tekniker. Andersson et al. 2011 föreslår att ett första steg att föra förgasningstekniken närmare sågverksmarknaden vore att provelda en eller flera anläggningar med bark. I Andersson et al. 2011 beskrivs också att några sågverk har planer att vid nästa investering rörande pannan göra ett kombinat och producera egen elenergi. De skulle troligtvis innebära att torkarna får en lägre vattentemperatur <100 °C, vilket medför att temperaturen i torken och i hela processen måste anpassas därefter. Det har gått 8 år sedan studien publicerades och det är fortfarande inget sågverk som har installerat kraftvärme. Däremot finns det sågverk Europa och Japan som har installerat småskalig kraftvärme de senaste åren, se Tabell 1.

Tabell 1. Referensanläggningar för småskalig kraftvärme inom sågverksindustrin och på fjärrvärmeanläggningar. Källa: Andersson et al. 2011, Vidlund 2004 och kompletterad genom samtal med personal på anläggningarna.

Sågverk	Ort	Teknik	MW el	MW värme	Användning värme	I drift
Malå sågverk (Kraftvärmeverket tillhör Skellefteå Kraft) (ABB)	Malå	Mottrycks - ångturbin	3	12 ¹²	En del till kommunens fjärrvärmenät och en del till sågens virkestork	Ja
Myresjöhus husfabrik/sågverk (Sista ägaren av kraftvärmeverket var Neova)	Myresjö	Mottrycks - ångturbin	1,6	7	Virkestorkning och uppvärmning av fabrikslokaler	Nej
Kährs (parkettgolv tillverkare) (Kraftvärmeverket)	Nybro	Mottrycks - ångturbin	4,8	15	Virkestorkning, uppvärmning av lokaler samt till	Nej

Småskalig kraftvärme inom sågverksindustrin i sydöstra Sverige

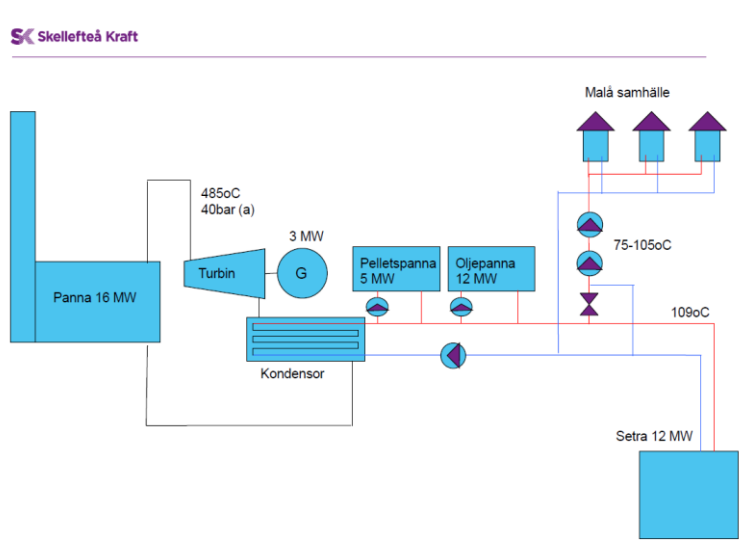
tillhör Nybro Energi)					kommunens fjärrvärmenät	
Siljan Timber (sågverk) (Nadrowski)	Mora	Mottrycks - ångturbin	1,4-1,6		Värmen används främst till fjärrvärme och till sågens torkar	Nej
Fjärrvärmeanläggningar						
Ronneby Miljöteknik (Förser Hobysågen med värme) (Againity)	Bräkne-Hoby	ORC	50 kW		Värmen används främst till fjärrvärme	Ja
Ronneby Miljöteknik (Againity)	Ronneby	WST	500 kW		Värmen används till fjärrvärme	Ja
Solör Bioenergi (Againity)	Hörby	ORC	50 kW		Värmen används till fjärrvärme	Ja
Örkelljunga Fjärrvärmeverk (Againity)	Örkelljunga	ORC	250 kW		Värmen används till fjärrvärme	Ja
VänerEnergi (Againity)	Töreboda	ORC	50 kW		Värmen används till fjärrvärme	Ja
Alvesta Energi (Againity)	Moheda	ORC	50 kW		Värmen används till fjärrvärme	Juni 2019
E.on (Againity)	Perstorp	ORC	50kW		Värmen används till fjärrvärme	Januari 2020
Andra						
Emåmejeriet (Volter)	Hultsfred	förgasare	40 kW	100kW	Värmen används för mejeriprocessen	Ja
Exempel på småskalig kraftvärme på sågverk utanför Sverige						
Sågverk / (tillverkare kraftvärmeanläggning)	Ort/Land	Teknik	MW el	MW värme	Användning värme	Start år
Kiuruvesi (Sermet Oy/Wärtsilä cooperation)	Finland	Panna + ång generator (25 bar, 350 °C)	0,9	8	Värme till torkning och fjärrvärme	1999
Buchanan Flooring (SEECO)	USA	Panna + ångturbin			Värme för torkar och el för intern användning och för försäljning till annan industri	1999

Honkarakenne Oy,	Finland	Panna + ångturbin (22 bar, 350°C)	1	10	Värme för att torka trä och elektrisitet för en träindustri	2000
Vippula sawmill (Wiärtsilä Biopower)	Finland	Panna + ångturbin	2,9	13,5	Värme till torkning och fjärrvärme	2003
Renko sawmill (Wiärtsilä Biopower)	Finland	Panna + ångturbin	1,3	8	Till torkning av trä	2003
Grainger sawmill (Wiärtsilä Biopower)	Irland	Panna + ångturbin	1,8	3,5	Värme till sågverket och fjärrvärme	2004
Sawmill LG Liesma Ltd (Spanner Re2)	Lettland	Förgasare	7 X 0,045 = 0,315	7 x 0,107 = 0,750		2012
Sawmill Tartak J.Bialas ¹³ (Spanner Re2)	Polen	Förgasare	0,045	0,11		2013
Woodhill ¹⁴ (Spanner Re2)	Japan	Förgasare			Värme för torkning och el till sågverket	2016
John Ruck Construction – steel work industry (Voler)	UK	Förgasare	3 x 0,04	3 x 0,1	Värme till torkning och till byggnader.	2016

I dag är det endast en av de fyra kraftvärmeanläggningarna som listas i tabellen ovan som finns kvar och är i drift. Det är kraftvärmeanläggningen som försörjer Malå sågverk som fortfarande är i drift. Malå kraftvärmeverk togs i drift 1990 och består av en BFB panna på 16 MW och en ångturbin från ABB på 3 MW. Ångdata är 40 bar och 480°C. Drifterfarenheterna från turbinen är goda och kraftvärmeverket är obemannat 16h per dygn. Bränslet tas från sågverket och värmeleveranserna går till virkestorkarna. Figur 9 visar en schematisk bild över hur kraftvärmesystemet till sågverket och Malå samhälle ser ut. (Skellefteå Kraft 2018)

¹³ <https://www.holz-kraft.com/en/references/references-by-countries/poland.html>

¹⁴ <https://www.holz-kraft.com/en/references/references-by-countries/japan/578-okinoshima-woodhill-en.html#null>



Figur 9. Kraftvärmesystemet som försörjer sågverket i Malå. Källa: Skellefteå Kraft.

På Siljansågen installerades en ångturbin (av märket Nadrowski) i slutet av 1980-talet. Ångdata låg runt 400 °C och en eleffekt på 1,6 MW som användes internt på sågverket. Turbinen fick elcertifikat 2003 och gick bra fram tills att elcertifikaten skulle förnyas. För att få nya elcertifikat krävdes större justeringar och bolaget valde att stänga av turbinen. I år, 2019, har ångpannan bytts ut mot en hetvattenpanna och då har turbinen försvunnit.

Myresjöhus och Myresjösågen ägdes på 1990-talet av Skanska. År 1993 lät Skanska bygga ett kraftvärmeverk som försåg industrin i Myresjö. År 2001 köpte Vattenfall värmeverket och 2007 togs det över av Neova. År 2017 stängde Myresjösågen, vilket gjorde att kraftvärmeverket också fick läggas ner. Ångturbinen i Myresjö hade då varit i drift i 23 år och producerat el till motsvarande 350 villor om året (Smålands-Tidningen 18 april 2017).

I Nybro förser Nybro Energi företaget Kährs (parkettgolvstillverkare) med lågtrycksånga. Innan Nybro Energi byggde ett avfalls eldat kraftvärmeverk, som driftsattes 2016, kom värmeleveranserna till Kährs från en bioeldad panna försatt med en 4,8 MW ångturbin. Pannan är fortfarande i drift men turbinen går inte längre, pga av dålig lönsamhet.

I Sverige har inget sågverk installerat en turbin sedan 1990-talet. De sågverk som nyligen har tittat på nya pannor anger att den främsta anledningen att inga ångpannor med turbiner byggs är för att det inte är lönsamt och att ångpannor kräver mer underhåll än hetvattenpannor samt att pannans primära uppgift är att producera värme till torkarna, inte el.

Det har varit svårt att hitta referenser för sågverk med småskalig kraftvärmeproduktion utanför Sverige. Runt år 2000 installerades fler anläggningar för småskalig kraftvärme med en effekt på 1 – 3 MW_{el} i flera länder. Enligt Vidlund et al. 2004 var anledningen till att sågverk var intresserade av kombinerad småskalig kraftvärme i början av 2000-talet, speciellt i Finland och Irland, de europeiska och nationella bidragssystemen för grön el i kombination med att tekniken var modulanpassad och standardiserad. Förgasningstekniken har också börjat sprida sig på sågverk runt om i Europa och världen. Det Tyska företaget Spanner Re² har tre referenser på sågverk som installerat deras förgasningsteknik för el och värmeproduktion.

I Andersson et al. 2011, beskrivs avsaknaden av ORC-maskiner i drift i Sverige som ett problem för att kunna jämföras med befintliga ångturbiner. Sedan år 2011 har dock utvecklingen gått framåt och idag finns det ORC-maskiner i drift, inte inom sågverksindustrin – men på flera fjärrvärmearläggningar runt om i Sverige – från 50 kW_{el} till 250 kW_{el}.

Ytterligare en möjlighet till elproduktion på sågverk är via solceller på de stora takytorna som finns hos många sågverk. Det finns också mindre sågverk som har vattenkraft i närheten som försörjer el till verksamheten. Detta kräver dock speciella förutsättningar¹⁵. På Chalmers har forskning kring indirekt förgasnings under 10 år sammanfattats i en vetenskaplig artikel (Thunmna et al. 2018) som beskriver potentialen för att utifrån befintliga pannor även producera bränslen och kemikalier. Sågverksindustrin är en av industrierna där potentialen för ombyggnation av pannor finns. Men solel, vattenkraft och produktion av biobränslen ligger utan för denna studie.

7.5 Förutsättningar för småskalig kraftvärme på sågverk i sydost

Alla sågverk i sydost primära fokus är att producera sågade trävaror i olika form och storlekar.

De flesta är överens om att det när denna rapport skrivs, våren 2019, är goda tider för sågverk och så har det varit de senaste 5 åren. De flesta av sågverken tror på en fortsatt god framtid, med behov av trävaror för framförallt byggnadssektorn. Något sågverk ser också en risk att marknaden och deras egen produktion påverkas beroende på vad som händer om och hur Storbritannien lämnar EU samarbetet¹⁶.

7.5.1 Värmeleveranser och pannor i sydost

Värmetillförselns fokus är att leverera värme till torkar som är sågverkets hjärta och flaskhals. Alla intervjuade sågverk utom ett, där värme tas från närliggande industri, har egen panna. Ytterligare ett sågverk köper delar av värmen från en kommunal fjärrvärmepanna på eget område.

Drifttid, storlek, temperatur på framledning och returvatten

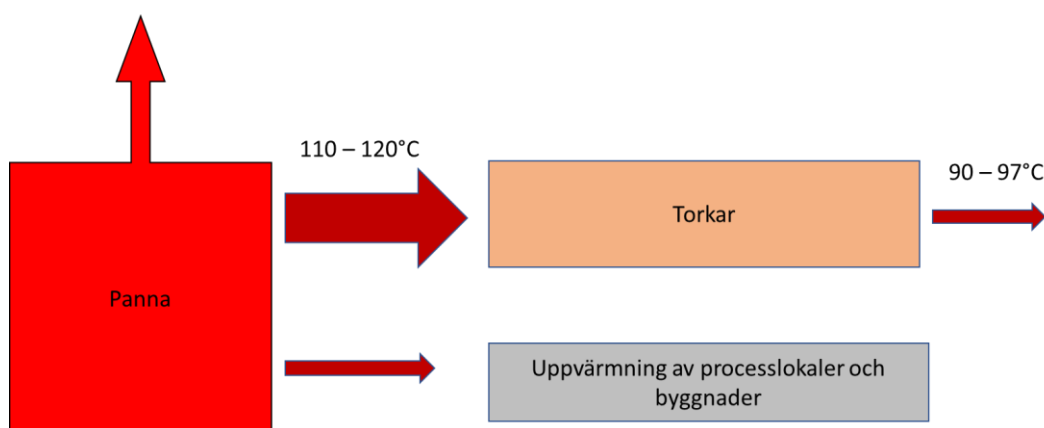
Pannorna går alla dagar i veckan, alla timmar förutom ett stopp på sommaren som är mellan 2 och 4 veckor. Energiproduktionen är i snitt 300 MWh/ 1000 m³ sågat timmer.

I de flesta fall används pannorna på sågverken i sydost på full effekt. Flera pannor körs på högre effekt och är lite underdimensionerade för att produktionen på sågverket har ökat. Endast ett fåtal körs på lägre effekt än de är designade för.

Storleken på pannorna beror på storleken på volymen av sågade trävaror, men i sydost varierar pannornas effekt mellan 5 och 10 MW. Temperaturen ut från pannan är i snitt mellan 110 och 120°C. Endast en panna har en lägre temperatur. Returvättnet är vanligtvis mellan 90-97°C, rökgaskondensering är inte vanligt. Ingen panna har ångdom. En schematisk beskrivning av värmeproduktionen på ett sågverk visas i Figur 10.

¹⁵ <https://www.bixia.se/producent/varfor-valja-bixia/narproducenter/rossjofors>

¹⁶ Vilket i juni 2019 fortfarande är oklart.



Figur 10. Schematisk beskrivning av värmeproduktionen på ett generellt sågverk i Sydost.

Bränsle

Bränslet till pannorna är biprodukter från timmertillverkningen; bark, sågspån och flis. Det är framförallt bark som eldas på de flesta sågverken. På sommaren eldar ett av de intervjuade företagen i en oljepanna för att garantera leveransen av fjärrvärme till samhället.

Fjärrvärmeleveranser

I sydost är det endast ett fåtal sågverk som levererar värme ut till det lokala fjärrvärmenätet. Av de intervjuade företagen är det endast 2 av 12 sågverk som levererar värme från panna på sågverket till fjärrvärmenätet. Ett av sågverken ligger nära en fjärrvärmeledning men levererar inte fjärrvärme själva.

7.5.2 Torkar

Torkarna på sågverken är inställda på en torktemperatur mellan 110 – 116 °C, med ett undantag och det är ett sågverk som har en panna som inte ger mer än ca 90°C.

7.5.3 Nyinvestering i panna

Större förändringar i panna för produktion av el är troligast vid nyinvestering i panna. Av de intervjuade sågverken är det tre som står för nyinvestering inom ca. fem år. Ytterligare två pannor som kanske skulle vara aktuella.

Flera sågverk har äldre pannor men har gjort stora nyinvesteringar i rökgaskanaler, styrning etc vilket gör att de kan betraktas som nya.

7.6 Teknisk och ekonomisk potential för elproduktion i Sydöstra Sverige

De ekonomiska antaganden som beräkningarna baseras på redovisas i Tabell 2.

I analysen har ett basfall använts och tre fall där en parameter i taget har varierats.

Basfallet inkluderar följande:

- Bränslepris= 0,180 SEK/kWh, elpris= 0,5 SEK/kWh, elcertifikat + ursprungsgarantier =0,14 SEK/kWh. Samt kostnader för effekt och nätavgifter enligt Tabell 2.

De parametrar som har varierats i tre fall är bränslepriset och elpriset.

- **Biobränsle = 0:** Inkluderar priserna i Basfallet men med ändringen att bränslepriset är satt till 0.
- **50% högre elpris:** Inkluderar priserna i Basfallet men med ändringen att elpriset är 50% högre (0,75 SEK/kWh).
- **50% lägre elpris:** Inkluderar priserna i Basfallet men med ändringen att elpriset är 50% lägre (0,25 SEK/kWh).

Tabell 2. Ekonomiska antaganden vid beräkningar.

	Basfall	Biobränsle = 0	50% högre elpris	50% lägre elpris
Kostnad för hetvatten ¹⁷ [SEK/kWh]	0,21	0	0,21	0,21
Elpris (exkl energiskatt) [SEK/kWh]	0,5	0,5	0,75	0,25
Energiskatt ¹⁸ [SEK/kWh]	0,05	0,05	0,05	0,05
Rörlig nätkostnad låg ¹⁹ [SEK/kWh]	0,05	0,05	0,05	0,05
Rörlig nätkostnad hög [SEK/kWh]	0,09	0,09	0,09	0,09
Abonnerad effekt [SEK/kW/månad]	25,5	25,5	25,5	25,5
Högbelastningsavgift ²⁰ [SEK/kW/månad]	48	48	48	48
Elcertifikat + ursprungsgarantier [SEK/kWh]	0,14	0,14	0,14	0,14

¹⁷ Motsvarar bränslepris/pannverkningsgraden. Exempel = Om hetvattenpriset är 0,21SEK/kWh motsvarar det ett bränslepris på 0,180 SEK/kWh dividerat med en pannverkningsgrad på 0,87.

¹⁸ Tillverkande industri är befriad från energiskatt ner till 0,5öre/kWh, däribland sågverk. Det går därför inte att spara energiskatten genom att producera själva.

<https://www.skatteverket.se/foretagochorganisationer/skatter/punktskatter/energiskatter/verksamhetermedlagreskatt/industriellverksamhet.4.18e1b10334ebe8bc80002009.html>

¹⁹ Elöverföringen delas ofta in i låg och hög

²⁰ Högbelastningsavgiften gäller för fem månader november – mars.

Tabellen ovan visar de ekonomiska antaganden som de teknoekonomiska resultaten baseras på. Elpriset varierar mellan elprisområdena. Priserna beror på tillgång och efterfrågan. I Södra Sverige är det underskott på produktion och därför blir priserna på el generellt sätt högre. Under 2018 var medelpriset för el 0,48 SEK/kWh²¹, i elområde 4. Under januari – mars 2019 är medelpriset i samma elområde 0,47 SEK/kWh. Den nya koldioxidskatt som eventuellt kommer 2019 för kraftvärmeverk innebär att ett naturgaseldat kraftvärmeverk i Malmö planerar stänga redan i augusti 2019²², vilket kommer att leda till en mindre produktion i elområde 4 och troligtvis en högre elkostnad. Vad elpriset blir vet vi inte, men troligt är att elpriset inte kommer att sjunka, därför är elpriset i denna studie satt till 0,5 SEK/kWh.

Avgifter för den rörliga nätkostnaden, abonnemangsavgift och högbelastningsavgift varierar mellan nätbolag och platser i landet. I denna studie antar vi att den rörliga nätkostnaden (kostnaden för elöverföring) delas upp i en låg och hög överföring. Den höga överföringskostnaden gäller 5 månader och halva dygnet, totalt 2,5 månad. Den låga överföringskostnaden gäller övriga året. Abonnemangsavgiften gäller i detta fall per månad och det tillkommer en högbelastningsavgift de 5 kalla vintermånaderna, november till mars.

Eftersom energipriset beror på ett flertal parametrar, så som politiska beslut, elmarknaden och behov och efterfrågan kan de fyra fallen och de ekonomiska antaganden som redovisas i Tabell 2, ses som en känslighetsanalys av den osäkra energimarknaden. Det är sedan upp till den som investerar i småskalig kraftvärme att värdera vilka parametrar som en tror har störst påverkan.

Beräkning av återbetalningstiden

Återbetalningstiden för de olika teknikerna är beräknade utan hänsyn till räntekostnader, enligt ekvationen nedan:

$$\text{Återbetalningstid [år]} = \frac{(\text{intäkter för elcertifikat och biokol} + \text{besparing av köpt el och eleffekt} - \text{bränslekostnader och underhållskostnader})}{\text{investeringskostnad}}$$

Intäkterna från småskalig kraftvärme på ett sågverk blir intäkter för elcertifikat samt ursprungsgaranti. För förgasaren genereras en inkomst även för försäljning av biokol²³. Besparingen består av inköp av el och avgifter för minskad eleffekt. Kostnaderna för småskalig kraftvärme blir den ökade biobränslekostnaden för produktion av el vid befintlig panna, samt en ökad underhållskostnad. I fallen våtturbin och ORC-kopplas teknikerna på befintlig panna. Vid installation av en förgasare kommer delar av hetvattenproduktionen att ersättas. Vid kostnadsberäkningarna har det därför antagits att den värme som produceras från förgasaren också ersätter värme producerad i befintliga pannor. Den befintliga pannan antas ha en verkningsgrad på 87%.

Investeringen i småskalig kraftvärme är, teoretiskt, lönsam om investeringen betalar sig själv inom investeringens ekonomiska livslängd. Den tekniska livslängden för teknikerna antas vara:

- Våtturbin: 15 år, ORC: 20 år, Förgasare: 15 år

²¹ <https://www.energimarknadsbyran.se/el/dina-avtal-och-kostnader/elpriser-statistik/manadspriser-pa-elborsen/>

²² <https://www.eon.se/nyheter/ny-teknik-minskar-behov-av-vaexthusgas.html>;
<http://lund.lokaltidningen.se/2019-04-18/-Risk-f%C3%B6r-elbrist-i-s%C3%B6dra-Sk%C3%A5ne-n%C3%A4r-kraftv%C3%A4rmeverk-st%C3%A4ngs-ner-4716008.html>;
<https://www.energiforetagen.se/pressrum/debattartiklar/2019/skattehojning-okar-fossilberoendet/>

²³ Den uppskattade inkomsten för försäljning av biokol redovisas i Tabell 5.

7.6.1 ORC-tekniken- Teknisk och ekonomisk potential i sydost

För att ORC-tekniken ska vara möjlig att installera i ett befintligt system krävs tillgång till en kallare källa. Endast ett fåtal sågverk i Sydöstra Sverige har leverans till fjärrvärmenätet.

För att exakt rätt tekniska och ekonomiska förutsättningar ska gälla måste varje enskilt sågverk beräkna kostnader utifrån sina egna specifika panntemperaturer, flöden etc. De tekniska antaganden som beräkningarna i denna rapport baseras på är redovisade i Tabell 3.

Tabell 3 Tekniska antaganden för ORC beräkningar

Temperatur pannkretsen på sågverk	115°C
Temperatur ut på fjärrvärmenätet från sågverk	85°C
Temperatur på fjärrvärmereturen till sågverk	45-55 °C
Flöde från pannkretsen till fjärrvärme från sågverk	30-50 m ³ /h
Kostnad för underhåll av ORC	38 000 SEK/år
Investering ORC (20 kW)	1 600 000 SEK
Investering ORC (50 kW)	1 800 000 SEK
Rörkostnader	200 000 SEK
Drifttid	8 000 h

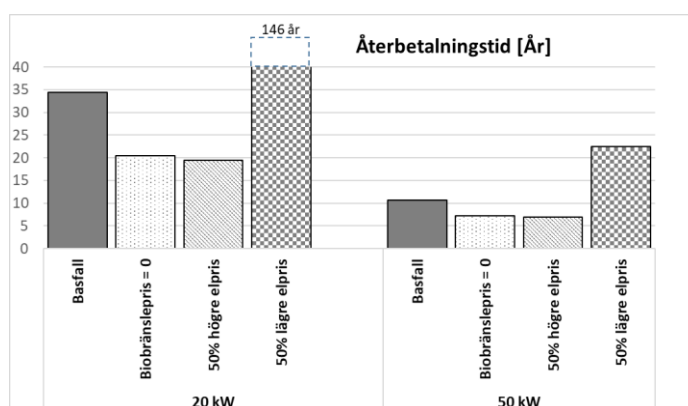
Efter samtal med ORC-leverantören Aginity kan de tekniska data som redovisas i Tabell 3 vara möjlig för en ORC-turbin med effekten 20 – 50kW.

Återbetalningstid mellan 7 och 146 år

Resultatet visar att det är vid de sågverk som idag levererar fjärrvärme i sydost (av de intervjuade) skulle det vara möjligt att installera en 20 eller 50 kW ORC-turbin. Resultaten visar att återbetalningstiden²⁴ varierar mellan 7 och 146 år för en ORC-turbin beroende på storlek (20 eller 50 kW) och antaganden, se Figur 11.

Med ett högt elpris och om förutsättningar finns för att leverera fjärrvärme så att en 50 kW ORC turbin kan installeras kan återbetalningstiden komma ner till ca 7 år.

²⁴ Återbetalningstiden är beräknad utan räntekostnader, dvs Återbetalningstid = (besparing + intäkter – kostnader)/investeringskostnader



Figur 11. Återbetalningstid för ORC-turbin (20 kW och 50 kW) under olika förutsättningar, ett basfall med variationer i bränslepris eller elpris.

7.6.2 Våtturbin - Teknisk och ekonomisk potential i sydost

För att Våtturbintekniken ska vara möjlig att installera i ett befintligt system krävs tillgång till en kallare källa. Endast ett fåtal sågverk i Sydöstra Sverige har leverans till fjärrvärmenätet. Alternativt är att leverera högre temperaturen från turbinen, men då påverkas turbinens elverkningsgrad.

För att exakt rätt tekniska och ekonomiska förutsättningar ska gälla måste varje enskilt sågverk beräkna kostnader utifrån sina egna specifika panntemperaturer, flöden etc. Investeringskostnaden är baserad på kostnaderna för våtturbinen på Sörbyverket i Ronneby, som under sin första säsong i drift producerade 1,9 GWh el från oktober 2018 till april 2019.

Det är den första turbinen i sitt slag och investeringskostnaderna är därför högre än om turbinen blir kommersiellt tillverkad. På Sörbyverket i Ronneby fanns redan en ångdom och det ingår därför inte i investeringskostnaderna. Däremot antar vi att minskning i kostnader i och med de lärdomar som kan dras av projektet i Ronneby motsvarar en investering i en ångdom. I Sydost har ingen av de intervjuade sågverken tillgång till en ångdom. De tekniska antaganden som beräkningarna baseras på är redovisade i Tabell 4.

Tabell 4 Tekniska antaganden för våtturbin-beräkningar

Kostnad för underhåll av våtturbin	100 000 SEK/år
Övriga kostnader	20 000 SEK/år
Investering våtturbin (500kW) inkl. ombyggnationer i befintlig panna och justeringar av systemet ²⁵	18 000 000 SEK
Drifttid	8 000 h

Notera att inget sågverk i sydost levererar tillräckligt med fjärrvärme för att en våtturbin på 500 kW skall vara möjlig. Däremot skulle det kunna vara möjligt på andra platser i Sverige där fjärrvärmeleveransen är större eller om temperaturen ut ur turbinen anpassas så att värmen kan användas i torkarna.

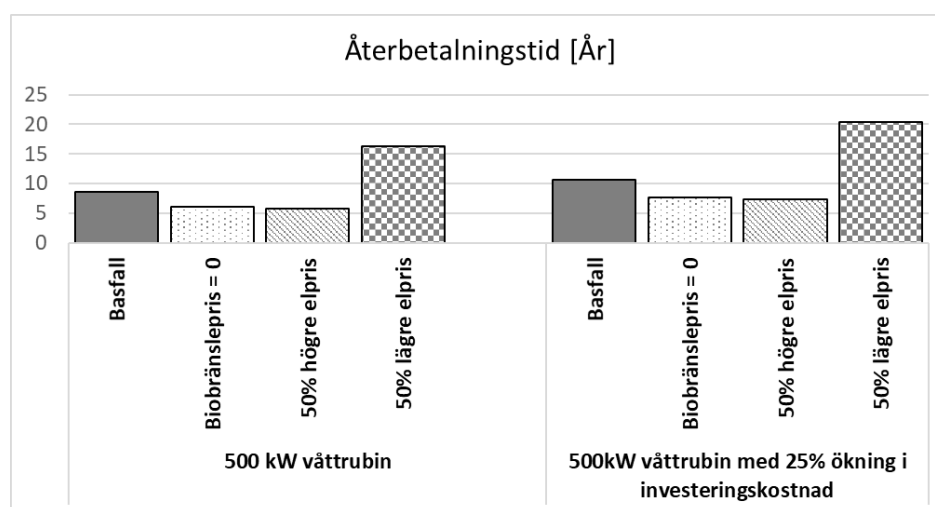
²⁵ Priset är inklusive kostnader för konsulter och ombyggnationer i befintlig panna. Vid köp av en småskalig ångturbin i samband med pannbyte kommer troligtvis kostnaderna att sjunka.

Återbetalningstid mellan 6 och 21 år

Resultatet visar att en våtturbin vid ett sågverk med en storlek på 500 kW har en återbetalningstid²⁶ mellan 6 och 20 år beroende på pris för el och bränsle.

Med ett högt elpris och om förutsättningar finns för att leverera fjärrvärme så att en 500 kW våtturbin kan installeras kan återbetalningstiden komma ner till 6 år.

Möjligheten att vid nästa pannbyte installera i en ångpanna med en ångturbin finns också. Denna möjlighet har dock utelämnats i denna studie eftersom fokus ligger på småskalig kraftvärme-tekniker.



Figur 12 Återbetalning för en våtturbin under olika förutsättningar, ett basfall med variationer i bränslepris eller elpris.

²⁶ Återbetalningstiden är beräknad utan räntekostnader, dvs Återbetalningstid = (besparing + intäkter – kostnader)/investeringskostnader

7.6.3 Förgasning – Teknisk och ekonomisk potential i sydost

De två största förgasningsleverantörerna för småskalig kraftvärme har referenser^{27, 28} som visar på stabila och långa driftstider, på över 8200 timmar per år. En av leverantörerna har också tre förgasare installerade på sågverk i Polen, Lettland och Japan mellan 2012 och 2016 (se också Tabell 1). I Sverige finns en förgasningsanläggning på Emåmejeriet (40kW el och 100kW värme).

För att exakt rätt tekniska och ekonomiska förutsättningar ska gälla måste varje enskilt sågverk beräkna kostnader utifrån sina egna specifika panntemperaturer, flöden etc. Investeringskostnaden är i denna studie baserad på kostnaderna för förgasaren på Emåmejeriet. Förgasaren på Emåmejeriet ingår i projektet, *Småskalig kraftvärme från bioenergi – ett demonstrationsprojekt i sydöstra Sverige* och finansieras av EU-projektet Life+ och Energimyndigheten. Demonstrationsanläggningen på Emåmejeriet är den första förgasaren anpassad för högre temperaturer och med specialbeställda torkar. Det har gjort att anläggningens drifttimmar är lägre än förväntat och anläggningen har haft initiala driftproblem. Det har inom denna studie dock inte gått att få tag på investeringskostnader för de referenser som finns vid tre sågverk i Europa och Japan – vilket annars hade använts i de ekonomiska beräkningarna. För att förgasarens verkliga kostnader och driftparametrar skall verifieras borde förgasningstekniken demonstreras på sågverk och testas med olika bränslen. Eftersom det vanligaste bränslet på sågverket är bark, borde förgasningstekniken testas för att elda bark och utvärderas därefter, vilket rekommenderas redan i studien av Andersson et. al 2011. De tekniska antaganden som beräkningarna baseras på är redovisade i Tabell 5.

Tabell 5. Tekniska antaganden för förgasnings-beräkningar

Kostnad för underhåll av förgasare	100 000 SEK/år
Investering oförutsatt	200 000 SEK
Investering förgasare (40 kW el och 100 kW värme)	3 000 000 SEK
Drifttid	8 000 h
Elproduktion	320 MWh/år
Värmeproduktion	800 MWh/år
Bränsleåtgång	1 383 MWh/år
Verkningsgrad - förgasare	0,81
Verkningsgrad befintlig hetvattenpanna	0,87
Kostnad för underhåll hetvattenpanna	100 000 SEK/år
Kostnad för underhåll hetvattenpanna efter installation av förgasare	20 000 SEK/år
Pris biokol	2 650 SEK/ m ³ ²⁹
Högt biokolspris	5 000 SEK/m ³

²⁷ <https://volter.fi/references/john-ruck-construction/>

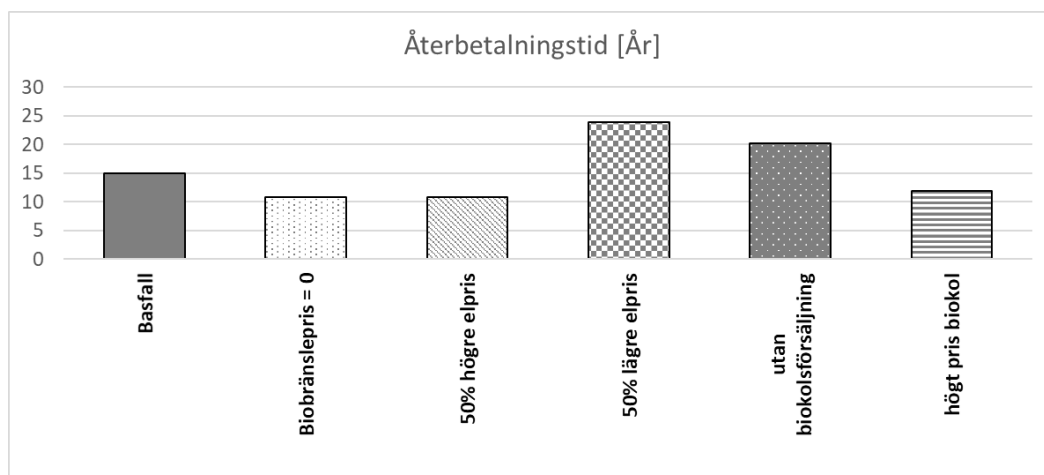
²⁸ <https://www.holz-kraft.com/en/references/references-by-sector/industry.html>

²⁹ Priset på biokol ligger enligt en källa mellan 1300 – 4 000 SEK/m³ och ca. 4000 SEK/ ton enligt en annan källa.

Återbetalningstid mellan 8 och 20 år

För en Förgasningsmodul på 40 kW el och 100 kW värme visar att en förgasare vid ett sågverk har en återbetalningstid³⁰ mellan 11 och 24 år, beroende på pris för el och bränsle.

Med ett högt elpris fås den lägsta återbetalningstiden, på 11 år. För förgasarens lönsamhet spelar både elpriset och priset på biokol stor roll. En lägre återbetalningstid än vad som visas i diagrammet är möjlig om både ett högt elpris och ett högt biokolspris blir verkligt i framtiden.



Figur 13. Återbetalningstid för en förgasare på 40 kW_{el} under olika förutsättningar, ett basfall med variationer i bränslepris eller elpris.

³⁰ Återbetalningstiden är beräknad utan räntekostnader, dvs Återbetalningstid = (besparing + intäkter – kostnader)/investeringskostnader

7.7 Potentialen i hela Sverige

Arbetet i denna studie ger en uppskattning på återbetalningstider för olika tekniska lösningar för småskalig kraftvärme. Kostnaderna kommer att bero och variera mellan sågverk, men syftet var att ge en indikation på om småskalig kraftvärme kan vara en investering för sågverk.

Totalt sätt genererar sågverksindustrin i Sverige ca. 4 TWh värme (Oskarsson 2017). Om hela värmeleveransen skulle vara möjlig att använda för generering av el via småskalig kraftvärme skulle potentialen för vatturbiner eller ORC-teknik med en elverkninggrad på ca. 9% kunna generera 0,4 TWh el per år. Om istället all värme skulle genereras med förgasningstekniken skulle omkring 1,6 TWh³¹ el kunna produceras.

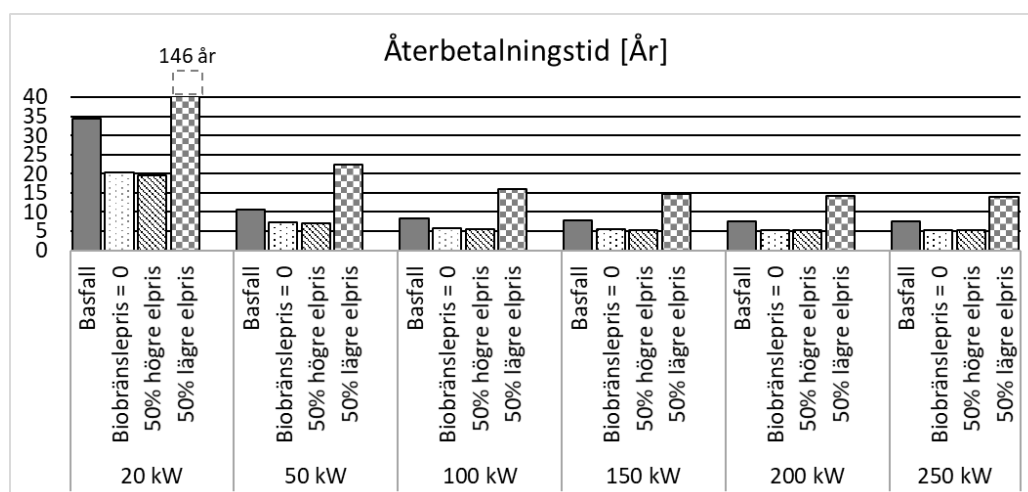
För att den teoretiska potentialen skall vara lönsam för ORC-tekniken och vatturbinen behöver det finnas tillgång till en kall källa som kan kyla ångan i turbincykeln. Det mest troliga är att denna kalla källa kan vara en fjärrvärmeretur på ca. 40-55°C.

Resultaten i föregående kapitel visar att i Sydost finns det inga sågverk som har stora fjärrvärmeleveranser. I andra delar av landet finns det sågverk som ligger närmare städer och därmed har större fjärrvärmeleveranser. Ett exempel är Siljansågen som levererar ca. 3 MW till fjärrvärme. Eftersom om sågverk har fjärrvärmeleveranser eller inte från sina pannor beror på lokala parametrar kan dessa uppgifter endas fås om en kartläggning görs genom tex. Intervjuer med samtliga sågverk i Sverige. Denna studie kan därför inte ta fram potentialen i elproduktion för ORC eller vatturbin-tekniken. Istället har en tekno-ekonomisk analys och potential i form av beräkandet av återbetalningstid för de olika teknikerna tagits genomförts. Jämförelsen behandlar även förgasningstekniken.

Figur 14, visar återbetalningstiden för olika storlekar på en ORC. Antaganden är baserade på samma temperaturer som anges i Tabell 3 men med ett större flöde för fjärrvärmeproduktion, som möjliggör större effekt på ORC-turbinen. Investeringskostnaden för 100 kW och uppåt har beräknats linjärt genom att antaga kostnaden för ORC-turbinen = 32 000 SEK/kWh.

I basfallet sjunker återbetalningstiden mellan 50 kW och 100 kW från 10,7 till 8,2 år. En ORC-turbin med effekten 150 kW ger en återbetalningstid på 7,8 år, i basfallet.

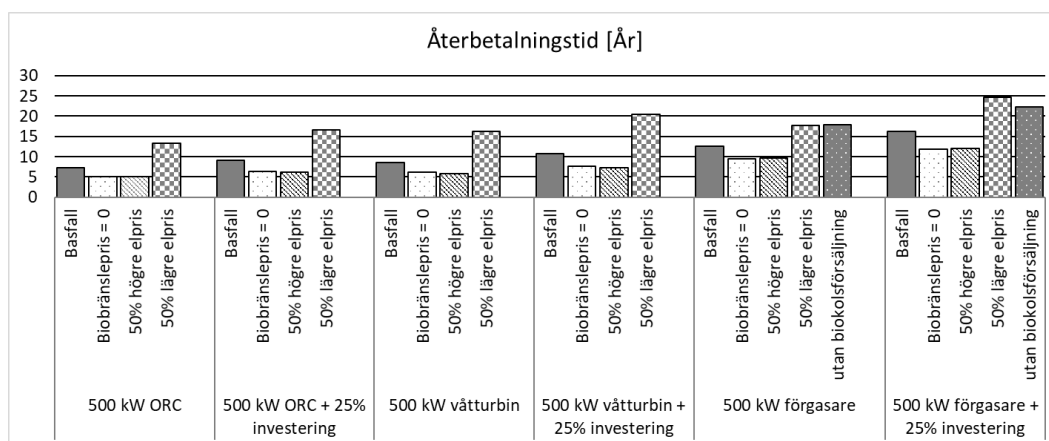
Om elpriset stiger upp till 0,75 SEK/kWh sjunker återbetalningstiden från 7 år till 5,5 år mellan 50kW och 100 kW. Därefter är återbetalningstiden stabil oavsett storlek.



Figur 14. Återbetalningstid för ORC-turbin under olika förutsättningar och storlekar.

³¹ Med antaganden om ett alfa-värde på 0,4.

En jämförelse gjordes också för kostnader mellan en ORC-turbin, en Våtturbin och en förgasare på 500 kW, se Figur 15. Kostnaderna är beräknade för fyra olika fall, vilka beskrivs i Tabell 2. För varje teknik har två fall beräknats, ett med de antaganden om investeringskostnader som beskrivs i Tabell 3, Tabell 4 och Tabell 5 och ett fall där investeringskostnaden ökar med 25%.



Figur 15. Jämförelse mellan teknikerna i storleken 500 kW el.

Återbetalningstiden för en ORC varierar mellan 5 och 17 år under de analyserade förutsättningarna. För en våtturbin varierar återbetalningstiden mellan 6 och 20 år. För en förgasare varierar återbetalningstiden mellan 11 och 25 år. Resultaten visar att återbetalningstiden för våtturbinen är känsligare för stora minskningar av elpriset eftersom investeringskostnaden som denna studie bygger på är högre än ORC-tekniken och elproduktionen är lägre än för förgasaren. Men eftersom det inte finns någon ORC på 500 kW byggd samt att våtturbinens investeringskostnader baseras på ett demonstrationsprojekt och ombyggnation av befintlig ångdom och att förgasarens investeringskostnader inte fullt ut är verifierade, är osäkerheterna för investeringen relativt stora för alla tre tekniker.

Resultaten från jämförelsen kan sammanfattas:

- Återbetalningstiden för en ORC eller våtturbin ligger mellan 5 – 10 år i alla fall utom fallet med lägre elpris. För en förgasare ligger återbetalningstiden mellan 8 och 13 år i alla fall utom fallet med lägre elpris och fallet där produktionen av biokol inte ger en intäkt.
- För att teknikerna skall vara lönsamma måste återbetalningstiden vara lägre än den ekonomiska och tekniska livslängden. I alla fall utom fallet med lägre elpris och fallet med uteblivna intäkter från biokol skulle teknikerna vara lönsamma förutsatt de antaganden som är gjorda i denna studie.
- Tekniken med störst investeringskostnader blir känsligast för ett lågt elpris. Vid ett elpris på 0,25 SEK/kWh (50% av elpriset i basfallet) är återbetalningstiden 10 år längre än i basfallet för våtturbinen. För ORC-tekniken är återbetalningstiden 7,5 år längre vid ett lågt elpris.
- Vid installation av en förgasare på ett sågverk kommer produktionen i pannan att minska med motsvarande mängd värme som genereras i förgasaren. Temperaturen på värmen från förgasaren är lägre än vad de flesta sågverk har i sina torkar. Det skulle finnas olika lösningar för att höja temperaturen ut från förgasaren för att nå önskad temperatur i torkarna. Alternativet är att sänka temperaturen i torkarna. Alla lösningar

skulle innebära någon form av kostnad som inte är medtagen i beräkningarna i denna studie.

8 Slutsats och Diskussion

Slutsatserna från denna studie kan sammanfattas

- Av de intervjuade sågverken är det endast två sågverk som har fjärrvärmeleveranser till samhällen. Det gör att de småskaliga kraftvärmetekniker som behöver en kallare retur för att kyla en turbincykel endast är möjliga på två av sågverken. Flödena var dessutom förhållandevis små, vilket resulterade i att endast en ORC-turbin är teknisk möjlig.
- För de sågverk som har fjärrvärmeleverans i sydost skulle återbetalningstiden för en ORC med en eleffekt på 50 kW kunna ha en återbetalningstid på under 10 år, om elpriset är 0,5 SEK/kWh eller högre. Ett lägre elpris eller en lägre effekt på en ORC kommer inte vara lönsam för ett sågverk.
- Potentialen för elproduktion från ORC-tekniken i den befintliga sågverksindustrin i sydost är ca. 800 MWh_{el}.
- Det finns flera sågverk som idag inte själva levererar fjärrvärme från sin egen panna men som ligger nära den kommunala fjärrvärmeledningen. Det skulle kunna vara möjligt att använda den fjärrvärmereturen för att kunna kyla en ORC-turbin. Det skulle troligtvis innebära en dyrare investering, men skulle möjliggöra ett bättre nyttjande av värmen.
- Eftersom fjärrvärmeleveranser från ett sågverk till samhällen beror på lokala förutsättningar och historiska överenskommelser behöver varje sågverks leveranser av värme att kartläggas för att kunna räkna ut den verkliga potentialen för ORC-tekniken och våtturbintekniken.
- Återbetalningstiden förkortas med en ökad storlek för ORC-tekniken och förgasningstekniken. Båda teknikerna är modulbaserade. Förgasningstekniken görs i en given storlek och parallellkopplas för att få önskad effekt.
- Återbetalningstiden för småskalig kraftvärme kan under givna förutsättningar vara under 10 år. Återbetalningstiden är dock känslig för ett varierat elpris, vilket kan förändra kalkylerna avsevärt.
- Flera sågverk i Sydost står snart för en nyinvestering av panna. Det är ett bra tillfälle att inkludera beräkningar för småskalig kraftvärme. Idag känner panntillverkare i Sverige till företagen som tillverkar småskaliga lösningar för kraftvärme och kan anpassa designen för att också passa småskalig kraftvärmertilverkning redan vid design. Att få in teknikerna redan vid nyproduktion skulle kunna sänka investeringskostnaderna, framförallt för våtturbinen som i denna studie inkluderar kostnader för ombyggnation av befintlig panna och injusteringar av systemet.
- Förgasningstekniken finns installerad på flera sågverk i Europa och Japan, men en demonstration på sågverk i Sverige med de specifika parametrar som sågverket har skulle vara intressant.

Arbetet i denna studie ger en uppskattning på återbetalningstider för olika tekniska lösningar för småskalig kraftvärme. Kostnaderna kommer att bero och variera mellan sågverk, men syftet med denna studie var att ge en indikation på om småskalig kraftvärme kan vara lönsamt för sågverk.

Flera av de intervjuade sågverksföretagen har funderat på och även under de senaste åren räknat på elproduktion inför byte av panna. Men ingen har hittills funnit det lönsamt. I teorin är en investering lönsam så länge en investering betalar sig själv inom investerings ekonomiska livslängd.

Kostnaden för småskaliga kraftvärmelösningar har under de förutsättningar som presenteras i denna studie en återbetalningstid på som lägst 5 år. Många av de intervjuade personerna är intresserade och nyfikna på ny teknik, men återkommer flera gånger under samtalen att det måste vara kostnadseffektivt. I intervjustudien var de intervjuade personerna eniga om att sågverk kommer endast investera i elproduktion om det är kostnadseffektiv och har en kort återbetalningstid. En kort återbetalningstid definierades av flera vid intervjuerna som kortare än 5 år. Med den definitionen kommer det vara svårt att öka elproduktionen på sågverk från småskalig kraftvärme.

ORC-tekniken har sedan 2017 spridit sig bland framförallt fjärrvärmeverk i Sverige och idag finns (eller kommer att installeras) 12 stycken ORC-turbiner runt om i Sverige. Våtturbinen, finns som demonstrationsanläggning i Ronneby och har sedan 2018 fungerat bra. Leverantören till den turbinen har sedan 2017 sålt ytterligare två våtturbiner i Europa. Den småskaliga förgasningstekniken har spridit sig runt om i Europa men i Sverige finns endast en anläggning. Innan förgasningstekniken kan ersätta en panna, som är en av de viktigaste delarna i ett sågverk, behövs mer erfarenhet från förgasningstekniken och demonstration på ett sågverk. Det finns referenser från förgasare som har gått över 7000h i Europa men inte i de förhållanden som råder på ett sågverk. Dessutom är det vanligaste bränslet till en förgasare flis och större delen av bränslet som används på ett sågverk är bark. Det skulle därför vara av intresse att provelda bark i en förgasare. Annars behöver sågverken hitta en ny marknad för den bark som blir över i processen, om den inte längre kan eldas upp. Fördelen med en förgasare som står på ett sågverk i jämförelse med den förgasare som står på tex. Emåmejeriet är att på ett sågverk finns det personal som är anställd för att sköta pannan och är vana vid att hantera biomassa, eftersom en förgasare kräver daglig tillsyn.

Sågverk är en stor producent av värme och enligt Oscarsson 2017 producerar alla sågverk tillsammans ca. 4 TWh_{värme} årligen. Om all den värmen kan utnyttjas finns det en potential att producera 0,4 TWh³² el årligen med kraftvärme. Om istället allt värmeunderlag produceras med förgasningsteknik är potentialen för elproduktion 1,6 TWh³³ el.

Idag råder det effektbrist i delar av landet, vilket kan göra det svårare för sågverk som vill expandera att få en ökad abonnerad el-effekt. Det är dock inget som sker i sydost och inte heller något som sågverken i sydost är rädda för ska hända. Men det kan finnas sågverk som ligger i områden där en svårighet att öka elbehovet kan uppstå. I detta fall kanske en investering i småskalig kraftvärme värderas annorlunda och kan anses bli en lönsam eller nödvändig investering.

En framtid med ett jämt och högt elpris kan också förändra sågverkens syn på elproduktion.

³² Om småskaliga kraftvärmetekniken med ett alfa-värde på 0,1 används.

³³ Förutsatt att förgasningstekniken har ett alfa-värde på 0,4.

9 Referenser

Andersson J-E, Lycken A, Nordman R, Olsson M, Räftegård O, Wamming T, State of the art – Energianvändning i den svenska sågverksindustrin, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, SP Rapport 2011:42, Borås 2011

Energikontor Sydost, Elproduktion från biobränsle, 2002

Energikontor sydost, Småskalig kraftvärme från bioenergi, 2013

E4tech, Review of Technologies for Gasification of Biomass and Wastes, 2009

Fredriksen S, Småskalig fjärrvärmebaserad kraftvärme, Fjärrsyn Rapport I 2009:2, 2009

Kjellström B, Intäkter från elproduktion med småskalig biokraftvärme, Exergetic, 2013

Kjellström Björn, Kostnad för el från småskalig kraftvärme, Värmeforskrapport A08-846, Stockholm , 2012.

Lorenz K, Teknik för småskalig elproduktion, SWX-Energi, Rapport nr. 33, 2012

Nordman R, Räftegård O, Olsson M, Sågverk som energisystem och möjligheter till processintegration, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, SP Rapport 2011:43, Borås 2011

Oscarsson P, Konkurrenskraftig småskalig kraftvärme? En studie av marknaden och tekniken, Rapport för Svebio, 2017

Salaman H, Småskalig kraftvärmeverk, delrapport i projektet "Energiomställning för lokal ekonomisk utveckling, EKS consulting, 2014

Skellefteå Kraft, presentation av företaget (PPT), 2018-02-13

Skogsstyrelsen, Skogsstatistiska årsbok 2014, 2014.
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/historisk-statistik/skogsstatistisk-arsbok-2010-2014/skogsstatistisk-arsbok-2014.pdf> . Hämtad 2019-05-16

Smålandstidningen 18 april 2017. <https://www.smt.se/article/fler-drabbade-av-nedlaggningen-i-myesjo/> Hämtat 2019-05-16

Sundberg C, Svensson R, Johansson M, Lönsamhet för småskalig biobränslebaserad kraftvärme – förutsättningar och framtidsutsikter, SLU, Rapport/Report ISSN 1654-9406 033, Uppsala 2011

Thunman H, Seemann M, Berdugo Vilches T, Maric J , Pallares D , Ström H, Advanced biofuel production via gasification – lessons learned from 200 man-years of research activity with Chalmers' research gasifier and the GoBiGas demonstration, Science & Engineering, 2018

Vidlund A, Sustainable production of bio-energy products in the saw mill industry, Licentiate Thesis, KTH Chemical Engineering and Technology, 2004

Wikipedia 2019, Rankinecykel med överhettning, bild hämtad 2019-06-01 (Skellefteå Kraft 2018)

10 Bilaga 1 – Intervjuunderlag

Småskalig kraftvärme inom sågverksindustrin i sydöstra Sverige- förutsättningar och potentialbedömning

Kontakt:

Daniella Johansson
Energikontor Sydost AB - Energy Agency for Southeast Sweden
Valhallavägen 1
3371 41 Karlskrona, Sweden
Tel: +46 (0)768 61 70 00

Bakgrund

I denna studie undersöks förutsättningarna för småskalig kraftvärme inom sågverksindustrin i sydöstra Sverige. Studien genomförs av Energikontor Sydost med finansiering av Energimyndigheten. Studien har sitt geografiska primärområde i Kronoberg, Kalmar och Blekinge och det är inom detta område en närmare analys kommer att göras. Om möjligt kommer resultatet att skalas upp för att göra en potentialbedömning för övriga Sverige.

Bakgrunden till studien är att idag finns flera tekniker för småskalig kraftvärme tillgängliga på marknaden. Det senaste året har flera värmeverk investerat i ny teknik för småskalig kraftvärme. Energikontor sydost driver också ett demonstrationsprojekt för småskalig kraftvärme där olika tekniker för småskalig kraftvärme finns representerade. Under de senaste åren har det genomförts potentialstudie för småskalig kraftvärme. Fokus har varit på potentialen hos mindre värmeverk. Potentialen för småskalig kraftvärme har uppskattats till lika stor hos sågverksindustrin som på värmeverk. Med den utgångspunkten vill Energikontor Sydost analysera förutsättningarna för småskalig kraftvärme på sågverksindustrin närmare.

Målet är att resultatet från studien ska visa på potentialen för småskalig kraftvärme i sydost och i Sverige. Men också vilka/vilken teknik som är lämplig under vilka förhållanden. För detta behöver vi förstå hur energisystemet ser ut på olika sågverk och vilka parametrar som är viktigaste för olika verksamheter varför vi önskar att samtala med er. Utgångspunkten är de frågor som listas nedan. Resultaten från intervjuer kommer att redovisas som en samlad bedömning vilket gör att svar från enskilt företag inte kommer att kunna urskiljas.

Frågor

Datum

Vilket företag

Intervjuperson och kontaktuppgifter

1. Berätta om er verksamhet?
2. Hur tillgodoses ert värmebehov och hur ser systemet ut?
 - Egen värmeproduktion
 - Genom leverans av ånga/hetvatten från annan producent
 - Hur ser affärsmodellen ut med energibolag- om det finns en sådan?

3. Hur stor är pannan (MW effekt)
4. Hur många MWh som produceras per månad.
 - a. Om inte hur ser variationen ut: – Vinter/vår sommar/höst.
5. Hur stort är det genomsnittliga värmeproduktionen/år?
6. Går pannan hela veckan, alla timmar?
7. Vad är temperatur, flöde och tryck på flödet ut från pannan?
8. Temperatur och flöde på framledning på nätet? Till tork – vad är min. temp till tork?
9. Temperatur och flöde på returen från nätet? Efter eventuell rökgaskondensering. (ORC placeras efter rökgaskondensering för att påverka systemet så lite som möjligt)
10. Finns det andra värmebehov på anläggningen?
 - Fjärrvärmenät tillgängliga?
11. Finns det en ångdom på pannan?
12. Betalar ni energiskatt? (har ni rätt till avdrag på energiskatten, Vad betalar ni för elen per kWh och i nätavgift kWh/månad)
13. Har ni bränslet själva eller köper ni in det? (Vad betalar ni för bränslet?)
14. Hur gammal är er panna? När är det dags för nyinvestering?
15. Hur ser ni på att titta på ny teknik för el och värmeproduktion och nya möjligheter?
16. Vilka faktorer skulle få er intresserade av egen elproduktion? (lönsamhet, samhällsfunktion, marknadsföring etc)
 - a. Hur lång avbetalningstid godkänns?
 - b. Hur stor del utgör elkostnaden av den totala kostnaden?
 - c. Hur stor är elanvändningen MWh?
17. Hur ser ni på branschens utveckling?
 - Vilka faktorer kommer att påverka branschens utveckling?
 - Hur påverkar de branschen?
18. Vilka drivkrafter finns det att utveckla er egna affär? Är egen elproduktion en del av det?
19. Hur tror ni att småskalig kraftvärme skulle vara något för ert företag?
20. Har ni tänkt tanken eller tittat på möjligheterna för egen elproduktion?
21. Övrigt?