

Potentialen för värmepumpar som utnyttjar industriell spillvärme

Slutrapport från förstudie
Energimyndighetens program Effsys

Cecilia Gabrieli
Institutionen för värmeteknik och maskinlära
Chalmers tekniska högskola
Göteborg, maj 2002

Sammanfattning

I en del industrier finns spillvärme att tillgå vid en temperaturnivå på 20 – 50° C. Dessa temperaturer är dock inte tillräckligt höga för att direkt kunna använda spillvärmen. Med hjälp av en värmepump kan temperaturen på spillvärmen lyftas till 80 – 120°C, för att sedan kunna utnyttjas antingen internt i industrin eller i ett fjärrvärmenät. Denna förstudie syftar till att med stöd från andra studier samla in underlag kring förekomsten av industriell spillvärme, samt i vilken omfattning och på vilket sätt denna utnyttjas idag. Utgående från detta studeras potentialen för ökad användning av värmepumpar, drivna på industriellt spillvärme. De tekniska, ekonomiska och juridiska aspekter som kan påverka denna potential diskuteras.

Det finns god tillgång på outnyttjad industriell spillvärme, både vid hög och låg temperatur. De största tillgångarna finns inom massa och pappersindustrin, samt stål och metallindustrin. Även de mindre tillgångarna i bl a livsmedelsindustri och kemisk industri är intressanta eftersom dessa industrier oftast ligger närmare fjärrvärmenäten.

Det finns idag ca 60 spillvärmesamarbeten mellan industrier och fjärrvärmeföretag, vilket innebär en årlig leverans av 4.5 TWh värme till fjärrvärmenäten. I drygt 10 av dessa samarbetsprojekt utnyttjas värmepumpar för att uppgradera spillvärmen, vilket motsvarar en fjärrvärmeleverans på nästan 1 TWh. Samarbetet har i många fall pågått länge och fungerar oftast bra. En grov uppskattning av potentialen för utökad användning av värmepumpar drivna på industriell spillvärme, med avsättning av värmets i ett fjärrvärmenät, är ca 1 TWh, dvs. en fördubbling av dagens leverans.

Baserat på en enkätundersökning till fjärrvärmeföretag verkar det idag finnas två huvudkonkurrenter till värmepumpar drivna på industriell spillvärme. Dessa är biobränslekraftvärme, vars installation har gynnats av ett statligt investeringsstöd, samt avfallspannor, som en följd av deponiförbudet fr.o.m. 2002. Detta har inneburit/kan komma att innebära kortare driftstider för värmepumparna eller att de rent av läggs i ”malpåse”. Det finns dock ett antal faktorer som kan både öka och minska värmepumpens konkurrenskraft i framtiden och som är viktiga att ta hänsyn till vid ett långsiktig strategiskt planerande av fjärrvärmeproduktionen. Bland dessa kan nämnas förändringar i biobränsle- och elpriser, ändrade statliga investeringsstöd, förändringar i kraftvärmebeskattningen, samt skatt på avfallsförbränning. Fjärrkyla är en starkt växande marknad som kan komma att bli ett starkt incitament för att utnyttja värmepumpar.

I industrin finns ca 30 st installationer av kompressionsvärmepumpar med en effekt större än 500 kW. Dessa används främst för uppvärmning av lokaler och tappvarmvatten. Det finns ca 20 st mekaniska ångkompressionsanläggningar vilka oftast används för indunstning. Värmepumpar som används internt i industrin står dock bara för ca 10 % av den totala värmeleveransen från värmepumpar. Anledningar till detta kan vara att olja för industriella ändamål är lägre beskattad, samt att avkastningskravet är högre i industrin. Ett införande av ”långsiktiga avtal” kan komma att gynna användandet av värmepumpar internt i industrin.

Den totala leveransen av fjärrvärme från värmepumpar är idag drygt 7 TWh, varav alltså knappt 1 TWh kommer från uppgraderad industriell spillvärme. Den vanligaste värmekällan för värmepumpar installerade i fjärrvärmenäten är dock kommunalt avloppsvatten samt havs/sjövatten. Det fortsatta arbetet bör därför inte begränsas till enbart värmepumpar som drivs med industriell spillvärme. Vidare studier föreslås inom följande huvudområden:

- Vad är värmepumpens roll under olika framtida scenarier vad gäller priser och styrmedel?
- Kan man genom att höja prestanda/effektiviteten på värmepumpsystemen åstadkomma en konkurrensfördel för värmepumpen gentemot andra värmeproduktionstekniker?
- Hur görs integration av fjärrvärme och fjärrkyla med hjälp av värmepumpar på bästa sätt?
- Identifiering av fallstudier.
 - o Nya spillvärmeprojekt, dvs. nyinstallation av värmepumpar.
 - o Existerande spillvärmeprojekt där värmepumpar används (konvertering, renovering, ombyggnad, omförhandling av avtal).

Slutligen är det värt att påpeka att det idag inte finns någon fullständig information om kvalitén på spillvärmetilgången i industrin, exempelvis hur stora volymer det finns vid olika temperaturnivåer. För en bättre uppskattning av potentialen för att utnyttja spillvärmén skulle det vara önskvärt med sådan statistik.

Summary

The availability of industrial waste heat in Sweden is good, both at high temperatures (i.e. can be utilized through direct heat exchange) and low temperatures (i.e. heat pumps are needed to utilize the heat). The main sources are located within the pulp and paper industry and within the steel industry. Also other smaller sources, e.g. within food industry and chemical industry, are of interest, since they often are located closer to district heating networks.

In Sweden, there are today about 60 cooperation agreements between industries and district heating companies, with an annual delivery of around 4.5 TWh heat to the district heating networks. In about 10 of these are heat pumps utilized delivering around 1 TWh annually. The cooperation agreements have usually been in power for many years and are working well. A rough estimate of the potential for increased use of heat pumps to utilize industrial waste heat is around 1 TWh, i.e. a doubling of today's delivery.

Based on a questionnaire to district heating companies, two main competitors to waste heat utilizing heat pumps have been identified. They are bio-fuelled combined heat and power plants, who has received installation cost subsidies by the government, and the increased use of waste fuelled heat and power plants as a consequence of new legislation concerning waste deposits. This has already or is likely to decrease the number of working hours and even cause closing down of heat pump plants. There are, however, a number of other factors that influences the future competitiveness of heat pumps, e.g. changes in prices for bio-fuel and electric power, changes in government subsidies, changes in taxation of heat and power productions as well as of waste. The demand for district cooling is increasing, creating possibilities of dual use or combined usage of heat pump equipment.

In Swedish industry, there are about 30 installations of compression-type heat pumps with a heat delivery capacity of more than 500 kW. They are primarily used for space and tap water heating. There are also about 20 mechanical vapour compression plants, usually connected with evaporators. However, the internal use of heat pumps in industry is only about 10 % of the total heat delivery from heat pumps. This might increase if "long-term agreements" between industry and government is introduced.

The total heat delivery to district heating utilizing heat pumps is today about 7 TWh, out of which, as already mentioned, about 1 TWh comes from upgraded industrial waste heat. The most common heat sources are sewage water and sea or lake water. It is therefore recommended to include also such sources in a continuation of this work. Further studies are suggested within the following areas:

- What is the role of heat pumps under different future scenarios regarding prices and other measures, e.g. legislation.
- Is it possible, by increasing duty/effectiveness of heat pump systems, to increase the competitiveness of heat pumps compared to other means of heat production?
- Which is the best way to integrate the heat pump usage for district heating and district cooling.
- Identification of case studies.

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| 1. Bakgrund och syfte | 6 |
| 2. Projektets genomförande | 6 |
| 3. Identifiering av spillvärmekällor i industrin | 6 |
| 4. Kartläggning av spillvärmesamarbeten | 9 |
| - Samarbeten med värmepumpar | 9 |
| - Ägandeformer och avtal | 13 |
| 5. Kartläggning av befintliga värmepumpsinstallationer | 14 |
| - Användning av värmepumpar i fjärrvärmenätet | 14 |
| - Användning av värmepumpar internt i industrin | 15 |
| 6. Potentialen för värmepumpsinstallationer | 17 |
| - Avsättning av värmets i ett fjärrvärmenät | 18 |
| - Fjärrvärmeföretagens syn på utnyttjandet av industriell spillvärme | 19 |
| - Lokalisering | 20 |
| - Värmeproduktionskostnader | 21 |
| - Svårigheter för samarbeten – vilka är dom och hur löses dom? | 22 |
| - Fjärrkyla – ett incitament för att använda värmepumpar | 23 |
| - Avsättning av värmets internt i industrin | 23 |
| - Pinchtekniken –metod att identifiera värmepumpsinstallationer | 24 |
| - Eventuella hinder | 26 |
| 7. Miljökonsekvenser | 26 |
| 8. Omvärldsfaktorer | 27 |
| - Fjärrvärmen och energiomställningen | 27 |
| - Priser | 28 |
| - Styrmedel | 28 |
| 9. SWOT | 30 |
| 10. Slutsatser | 30 |
| 11. Fortsatt arbete | 32 |
| 12. Referenser | 33 |

BILAGOR:

Bilaga 1: "Förekomst av industriell spillvärme vid låga temperaturer" (CIT)

Bilaga 2: Förteckning över spillvärmesamarbeten

Bilaga 3: "Inledande inventering av institutionella faktorerens betydelse för industri-kommunala energisamarbeten" (Henrik Bohlin, LiTU, 2001)

1. Bakgrund och syfte

I en del industrier finns spillvärme att tillgå vid en temperaturnivå på 20 – 50° C. Dessa temperaturer är dock inte tillräckligt höga för att direkt kunna använda spillvärmen. Med hjälp av en värmepump kan temperaturen på spillvärmen lyftas till 80 – 120°C, för att sedan kunna utnyttjas antingen internt i industrin eller i ett fjärrvärmenät.

Denna förstudie syftar till att med stöd från andra studier samla in underlag kring förekomsten av industriell spillvärme. Utgående från detta studeras möjligheten för tillämpning av värmepumpar där värmen antingen nyttjas internt i industrin eller tillförs ett fjärrvärmesystem. För värdering av tillämpningen inom fjärrvärmeproduktion måste det beaktas hur tillvaratagandet av industriell spillvärme kan passa in i systemet vid rådande produktionssammansättning och volym, men även vid framtida ut- och ombyggnad av volym och produktion som t.ex. kraftvärme. Det är också väsentligt att belysa de olika hinder och svårigheter som kan finnas vid samarbeten mellan industri och energibolag, såväl tekniskt, avseende tillgång och leverans av värmen, som juridiskt kring avtalsformer och garantiåtgärder.

2. Projektets genomförande

Initiativet till förstudien togs av Elforsk, som även tillsammans med Energimyndigheten finansierade studien inom ramen för programmet Effsys. Den har i huvudsak genomförts av Cecilia Gabrielii vid institutionen för Värmeteknik och maskinlära, Chalmers tekniska högskola. Till sin hjälp har hon haft en referensgrupp bestående av

- Jesper Baaring, Öresundskraft,
- Bertil Strandh, Elforsk/Sycon Energikonsult,
- Lena Olsson, Göteborg Energi och
- Bengt Johnsson, Umeå Energi.

En del av arbetet har genomförts vid Chalmers centrum för industriteknik (CIT), avdelningen för energianalys.

Metodiken har varit att så långt som möjligt utgå från befintliga rapporter och genom förfrågningar, hemsidor och annan information uppdatera denna. Därutöver har en enkätundersökning riktad till fjärrvärmeföretag genomförts.

3. Identifiering av spillvärmekällor i industrin

Ett naturligt första steg för att kunna bedöma potentialen för värmepumpar som utnyttjar industriellt spillvärme är att kartlägga vad det finns för spillvärmekällor i industrin. Det ideala vore förstås att kunna identifiera vilka spillvärmevolymerna som finns vid olika temperaturer inom respektive industribransch. Detta är ett mycket tidsödande arbete då

ingen sådan statistik finns att tillgå. Eftersom några översiktliga analyser visar att det inte i första hand är spillvärmertilgången som är den begränsande faktorn utan avsättningen av värmets, gjordes ej detta. Nedan sammanfattas resultat från två studier som behandlar spillvärmertilgången i industrin. Den ena, ”Förekomst av industriellt spillvärme vid låga temperaturer”, är utförd inom ramen för detta projekt av CIT – Energianalys (rapporten återfinns i bilaga 1). Den andra är en studie utförd av ÅF Energikonsult på uppdrag av Fjärrvärmeföreningen; ”Industriell spillvärme – Processer och potentialer” [1]. För en mer detaljerad redogörelse hänvisas till dessa två rapporter.

”Förekomst av industriellt spillvärme vid låga temperaturer” (CIT – Energianalys) (bilaga 1)

Här används två olika metoder för att uppskatta tillgången på spillvärme inom temperaturintervallet 20-50°C; övergripande energibalanser för olika branscher, samt detaljerade energianalyser för vissa industrier med hjälp av pinchtekniken (beskrivs i kapitel 5). Slutsatsen är att det finns en stor tillgång på denna form av spillvärme, åtminstone 20 TWh/år. Den största andelen finns i massa- och pappersindustrin, samt stål- och metallindustrin. Vad gäller denna typ av industri kan det dock vara problem med avsättningen till fjärrvärmenät eftersom anläggningarna ofta ligger utanför tätbebyggt område. Det finns också en viss mängd spillvärme i kemisk industri och livsmedelsindustri, vilken kan vara lättare att hitta avsättning för eftersom dessa industrier oftast ligger närmare fjärrvärmenätet.

”Industriell spillvärme – Processer och potentialer” (ÅF – Fjärrvärmeföreningen) [1]

Denna studie är fokuserad på att finna spillvärmekällor som kan användas för att leverera fjärrvärme. Genom ett samarbete med Statistiska Centralbyrån har den teoretiskt möjliga spillvärmepotentialen beräknats. Ingen hänsyn har här tagits till om spillvärmens behöver uppgraderas med en värmepump eller inte. Med hjälp av SCBs uppgifter över spillvärmelieferanser och insatt bränsle i industrin har en branschvis uppräknings gjorts. I statistiken ingår leveranser större än 1GWh och företag med en energiförbrukning över 3 GWh, samt belägna på orter med minst 200 invånare och mindre än 200 meter mellan husen. Resultatet från denna uppräknings har sedan justerats med hänsyn till kompletterande information vad gäller branschspecifika förutsättningar.

I rapporten finns en övergripande beskrivning av i vilka processer det finns spillvärme samt inom vilka industrier/industribranscher dessa processer finns. De största leverantörerna av spillvärme är idag massa- och pappersindustrin (1.4 TWh), raffinaderier samt stål- och metallverk (ca 1.1 TWh vardera), kemisk industri 0.7 TWh. Livsmedelsindustrin levererar 150 MWh och övriga industrier tillsammans mindre än 100 MWh. Spillvärme finns främst att tillgå från följande processer: torkning, rökgaskylning, ugnskylning, produktkylning (ner till rumstemperatur), frysning/kylning (till en temperatur lägre än rumstemperatur), indunstning, kallhållning, samt kemiska reaktioner.

Denna studie visar på en lägre potential, knappt 10 TWh/år, och det har alltså inte gjorts någon uppdelning vad gäller spillvärmens temperatur. Man skulle dock kunna göra bedömningen att en ganska stor andel av spillvärmens återfinns vid låga temperaturer

eftersom den högt tempererade spillvärmens redan borde ha utnyttjats i större utsträckning. Anledningen till den lägre potentialen i denna studie är bl a att viss hänsyn tagits till lokalisering av spillvärmekälla och fjärrvärmenät. Den största relativa ökningen jämfört med hur mycket spillvärme som utnyttjas idag finns inom de ”små” leverantörerna såsom gummi- och plastindustrin, samt livsmedelsindustrin, men också i stål- och metallverk.

Antal anläggningar inom olika industribranscher

För att få en uppfattning om hur många anläggningar det finns inom de branscher som ovan identifierats som potentiella spillvärmeleverantörer redovisas detta nedan, utifrån SCBs statistik. Endast anläggningar där antalet anställda överstiger 20 är inkluderade.

Stål- och metallverk:

- järn- och stålverk: 17
- aluminiumverk: 11
- gjuterier: 13

Massa- och pappersindustrin:

- massaindustrier: 14
- pappersindustri: 40

Livsmedelsindustrin:

- slakterier, charkuterier och annan köttindustri: 76
- ostindustri: 15
- glassindustri: 6
- övrig mejeriindustri: 29
- sockerindustri: 3
- spritdryckindustri: 2
- ölbryggerier: 7

Raffinaderier: 12

Kemisk industri:

- basplastindustri: 35
- basgummiindustri: 2
- gummi- och plastvaruindustri: 280
- läkemedelsindustri: 34

Cementindustri: 3

Trävaruindustri:

- sågverk: 159

Att dessutom veta var dessa industrier är lokaliserade vore förstås av intresse då potentialen för fjärrvärmeleveranser diskuteras. Detta har dock inte gjorts inom ramen för denna förstudie. (Ett adressregister kan beställas från SCB till en kostnad av 650 kr (fast avgift)+ 1,95kr * antalet adresser). Lokaliseringsfrågan diskuteras i [1]. I kapitel 5 återfinns en sammanfattning av detta.

4. Kartläggning av spillvärmesamarbeten

Kartläggningar av spillvärmesamarbeten har gjorts tidigare men i dessa studier framgår dock oftast inte om det gäller återvinning av spillvärme vid hög temperatur, dvs direkt värmewäxling mot fjärrvärmenätet, eller vid låg temperatur då en värmepump används för att uppgradera spillvärmerna. I en rapport från Värmeforsk [2] ges exempel på spillvärmesamarbeten – både befintliga och möjliga. Som ett underlag till Energimyndighetens Klimatrapport gjordes en kartläggning över användandet av industriell spillvärme inom fjärrvärmesektorn, samt en uppskattning om framtida potential [3]. Här diskuteras också ett antal spillvärmeprojekt. Bohlin studerar i sitt doktorandprojekt institutionella faktorerens betydelse för industri-kommunala energisamarbeten, genom att titta närmare på några konkreta fall (se bilaga 3). I den tidigare nämnda ÅF-rapporten [1] finns exempel på samarbetsprojekt och bevekelsegrunder för dessa samarbeten.

Det som presenteras nedan angående spillvärmesamarbeten bygger dels på ovan nämnda rapporter samt på information hämtad från fjärrvärmebolagens hemsidor, och frågor via e-mail till framförallt fjärrvärmeföretag men också några industrier. Det finns i och med detta beskrivningar tillgängligt av ett stort antal spillvärmesamarbeten. I denna rapport görs dock endast en översiktlig sammanfattning, med fokus på de samarbeten där värmepumpar används.

Enligt [3] fanns det, år 1999, knappt 60 samarbeten där industriellt spillvärme används för fjärrvärmeproduktion. Detta ger en leverans till fjärrvärmenätet på 4.5 TWh/år. Med uppdatering från hemsidor och e-mail till fjärrvärmeföretag tillkommer åtminstone några samarbetsprojekt. I bilaga 2 återfinns en förteckning över de samarbeten som identifierats enligt uppgifter från 1999-2002.

Följande industribranscher är vanligast förekommande i dessa samarbetsprojekt: massa-, pappers- och trävaruindustrin, järn- och stålindustrin, gjuterier, cementindustrin, livsmedelsindustrin (mejeri, slakteri, bryggeri), sågverk, kemisk industri (plast, gummi, glas, baskemikalier, läkemedel), samt raffinaderier.

Samarbeten med värmepumpar

Utifrån rapporten från Värmeforsk [2], samt kontakt med fjärrvärmeföretag har följande samarbeten där värmepumpar används identifierats.

Befintliga samarbeten:

- *Borlänge - Kvarnsvedens pappersbruk*
Industrin levererar drygt 200 GWh av totalt 380 GWh till fjärrvärmenätet. Samarbetet har pågått sedan 1984 och har fungerat väldigt bra. Spillvärmerna består av avloppsvatten som håller ca 30°C. Värmefaktorn har, liksom utgående

temperatur, ökat något efter ombyggnad och konvertering till R134a. Som spetsvärme köps ca 40MWh från Kvarnsveden. I takt med ökade elpriser åker värmepumparna upp i varaktighetsdiagrammet och i stället blir avfallsförbränning och prima spillvärme (från SSAB) baslast. Det råder därför idag viss tveksamhet om värmepumparnas framtid och prima spillvärme prioriteras.

- *Gävle - Korsnäs massa- och pappersbruk*
Inom Korsnäs fabriksområde ligger även kraftvärmeverket KEAB. Bark från Korsnäs bränns i KEABs panna. Ångan används dels till el och dels till processer i Korsnäsverken. Hetvatten från Korsnäs-processerna levereras via KEAB till Gävles fjärrvärmenät. Även värmen i avloppsvattnet vid reningsbassängerna tas till vara med hjälp av värmepumpar och levereras till fjärrvärmenätet. Efter att ha investerat i ett kraftvärmeblock för biobränsle har värmepumparna blivit reservanläggningar, dvs går endast på vintern, eftersom värmepumparna har högre rörlig kostnad än biobränsle med rökgaskondensering. Dessutom måste värmepumparna, om de ska leva vidare, konverteras från R22.
- *Timrå - SCA Östrand*
Värmeleveransen från Östrand sker både i form av prima ånga samt lågtempererad spillvärme (blekeribakvatten på ca 38°C), vilken efter värmepumpning levereras vid 73-75°C. Konvertering har genomförts vilket sänkte verkningsgraden något.
- *Örnsköldsvik – Domsjö massafabrik* Spillvatten med en temperatur på omkring 30°C utnyttjas i värmepumpar som har konverterats till R134a.
- *Jönköping – Munksjö pappersbruk* Här utnyttjas brukets spillvatten, med en temperatur på ca 15°C. Detta tillsammans med kommunalt avloppsvatten utgör värmekällan till två värmepumpar som tillsammans levererar ca 200 GWh. Den ena värmepumpen installerades 1988 (25 MW) och körs med R22. Denna ska nu renoveras och konverteras till R134a. Den andra värmepumpen installerades 1999 (går bara på avloppsvatten) och körs med R134a. Värmepumparna ligger som baslast, följt av en biobränslepanna och en pelletspanna. Som spetslast körs olja/el. År 2005 kommer en avfallspanna att installeras vilket kommer att innebära att värmepumparnas värmeleverans minskar till ca 100 GWh. Värt att nämna är också att Jönköping Energi levererar processånga till pappersbruket (ca 150 GWh).
- *Umeå - Obolla Linerboard.* Industriavlopp utnyttjas till att värma älvsvatten som sedan, vid 25-35°C, transporteras 14 km till Umeå Energis värmepumpar. Värmeleveransen har tidigare legat på ca 200 GWh (25 % av behovet) men ligger idag på 110-140 GWh. Anledningen är att det investerats i en ny avfallspanna (kraftvärme) som trycker undan värmepumparna under stora delar av året. Trots detta funderar man ändå på en ny värmepump som skulle kunna köras under de kallaste dagarna på året.

- *Hofors - OVAKO*: Värmepumpar används för att uppgradera värmen från stålverkets kylsystem (ca 10 GWh) och från kompressorer (ca 1 GWh). Därutöver utnyttjas spillvärme från en stålugn (ca 20 GWh), gropagnar (10 GWh), samt kompressorer (2 GWh). Man diskuterar att bygga en ledning till Falun (32 km) vilket skulle kunna innebära en fördubbling av spillvärmeleveranserna.
- *Sollentuna*: En jästfabrik levererar, via värmepumpar, 20 % av fjärrvärmen.
- *Lilla Edet*: Kylvatten från elgeneratorer uppgraderas från 15-20°C till 65-70°C.
- *Ystad*: Här utnyttjas kylvatten från en plastindustri. Värmepumpen är dock 16 år gammal och man har en del tekniska problem. Det finns dessutom planer på en avfallspanna, varför det idag är osäkert om värmepumpsystemet kommer att behållas.
- *Graninge – Fresenius Kabis*. Vid tillverkningen av näringslösning finns ett antal destillationssteg och kompressorer som kräver kylning. Detta gjordes tidigare med kyltorn men idag med en värmepump som levererar värme till fjärrvärmenätet.

Tidigare samarbeten:

Sandviken-AGA: Kylvatten från kompressorer (ca 25°C) kan utnyttjas som värmekälla till en värmepump som numera ligger i malpåse. Anledningen är att det är ”trångt” att få in den lågtempererade spillvärmen i energisystemet.

Stenungsund-Borealis: Här användes tidigare värmepumpar som levererade 75 % av fjärrvärmen. Idag köps stora mängder högtempererad spillvärme från Neste Oxo, dvs värmepumparna används ej längre.

Perstorp – Perstorp AB: Åvatten används för kylning av formalintillverkningsprocessen. Vattnet går till en bassäng och därefter (30-35°C) till värmepumpar som levererar ca 30GWh. Diskussioner har förts om att utnyttja biobränslepannan på Perstorp AB för värmeleveranser direkt till fjärrvärmenätet, en lösning som kan bli aktuell när värmepumparna måste bytas. Enligt hemsidan verkar detta ha skett.

Trollhättan: Tidigare fanns det värmepumpar som gick på industriell spillvärme, men när industrin lades ner investerades i biobränslepannor.

Möjliga eller utredda samarbeten:

Göteborg - Shell Raffinaderi. Raffinaderiet levererar redan idag en stor mängd högt tempererad spillvärme till fjärrvärmenätet, men vill nu undersöka möjligheterna att leverera mer värme under den kalla tiden på året. Ett examensarbete har nyligen startats på Institutionen för värmeteknik och maskinlära, Chalmers, med syftet att undersöka möjligheten att installera en värmepump för att effektivt kunna utnyttja raffinaderiets spillvärme vid de temperaturnivåer där det finns tillgängligt (främst produktkyllning).

Bollnäs – Milko: Mejeriet har ett spillvärmeöverskott i form av vatten som går till kommunens reningsverk. Med värmepumpar skulle knappt 10 GWh kunna levereras till fjärrvärmenätet. Detta projekt blev dock aldrig av eftersom basproduktionen av fjärrvärme sker med avfall. Däremot har man tillsammans med mejeriet undersökt om industrin själv kan ta till vara på spillvärmerna.

Örkelljunga – Gillebagaren. I samarbete med en lokal fastighetsägare har man utrett möjligheten att leverera spillvärme med hjälp av en värmepump till ett närliggande bostadsområde.

Norrköping och MoDo Paper (Skärblacks bruk) Industrins spillvatten (26-34°C) skulle kunna utnyttjas i en värmepump för leverans av fjärrvärme. Spillvattnet skulle sedan släppas ut i Bråviken i stället för, som idag, i sjön Glan. Efter att denna studie genomfördes har en skogsbränsleeldad CFBpanna byggts, vilket minskar utrymmet för värmepumpar.

Växjö: Ett spillvärmeprojekt med värmepumpar har utretts, men visade sig ej vara lönsamt pga. låg rörlig marginalkostnad på alternativproduktionen (trädbränsle). Industrin jobbar nu med att försöka ändra temperaturnivån, utan värmepumpar, för att få en lägre värmekostnad för spillvärmerna.

Ljungbyhed: Här finns en värmepump som använder åvatten och grundvatten. Det finns avsättning för mer värme och möjligheten att använda ytterligare en värmepump med spillvärme från Klippans pappersbruk har utretts, men det gick ej att få lönsamhet i projektet.

Köping: Det finns ett samarbete med Hydro Agri gällande spillvärme vid hög temperatur. Med en värmepump skulle ytterligare värme kunna återvinnas. Det är idag dock inte ekonomiskt eftersom utnyttjningstiden för en sådan skulle bli mycket kort.

Åhus (Kristianstad Energi): Man har haft diskussioner med ett företag i Åhus om spillvärmeleverans med hjälp av värmepumpar. Produktionskostnaden blev ungefär likvärdig med pelletseldning, men investeringskostnaden däremot dubbelt så hög.

Ägandeformer och avtal

Bohlin diskuterar, med utgångspunkt från en inventering av 13 industri-kommunala samarbeten (där minst 50 MWh industriell spillvärme levereras till fjärrvärmenäten), huruvida ägarformen påverkar utfallet av samarbetet. Här ges också exempel på hur avtalen skrivs, vad gäller t ex längd, leveransgaranti, samt prissättning (se bilaga 3).

Det finns fem exempel på ägandeformer:

- Kommersiellt, icke kommunalt ägande (Vänersborg, Malmö, Örebro)
- Mellanhandslösningar, dvs genom ett tredje av kommun och industri samägt bolag (Gävle, Luleå)
- Samägande, utan mellanhandslösningar (Piteå, Timrå)
- Kommunalt ägda bolag (Helsingborg, Oxelösund, Örnsköldsvik, Jönköping).
- Kommunalt ägande i förvaltningsform (Köping, Landskrona)

Varken de enskilda parternas interna ägarförhållanden eller ägandeformer för samarbetet har visats sig vara avgörande för samarbetets framgång eller misslyckande.

Vad gäller prissättning så var tidigare spillvärmepriset ofta kopplat till oljepriset, vilket fortfarande tillämpas i en del av avtalen. Det vanligaste idag är dock att avtalen baseras på priset för alternativbränsle. Det förekommer prissättningar med en fast del knutet till en garantivolym och en rörlig del baserad på kostnad för alternativbränsle. I vissa fall har man även avtal om el, dvs att industrin köper sin el av fjärrvärmebolaget.

I de flesta fall har samarbetet pågått under lång tid (sedan slutet 70-tal/början 80-tal). Avtalens längd var i inledningsskedet långa (uppemot 30 år). Flertalet av dessa avtal har dock rivits upp, pga. diverse förändringar i förutsättningar som naturligtvis inte gick att förutspå för en så lång tid framöver. Avtalen idag löper på betydligt kortare tid (oftast mindre än 5 år).

I de projektbeskrivningar på spillvärmesamarbeten som ges i [2] behandlas även samarbetsformen till viss del. Där framgår att fjärrvärmeföretagen står i de flesta fall helt själva för investeringen. Återbetalningstider för projekten med värmepumpar ligger runt 10 år. Prissättningen är i dessa fall ofta sådan att fjärrvärmebolagen initialt betalar ett lägre pris till industrin, vilket sedan ökar när anläggningen är avskriven.

Sammanfattningsvis från dessa båda studier kan sägas att samarbetet oftast verkar ha fungerat bra, båda parter är nöjda. I kapitel 5 diskuteras vidare de olika hinder och svårigheter som kan finnas vid samarbeten.

5. Kartläggning av befintliga värmepumpsinstallationer

I följande kartläggning görs en uppdelning av värmepumpar som används i fjärrvärmenäten, med betoning på industriell spillvärme som värmekälla, och de som används internt i en industri.

Användning av värmepumpar i fjärrvärmenätet

Värmepumpar levererar idag drygt 7 TWh till fjärrvärmenätet [8]. I Fjärrvärmeföreningens rapport "Köldmedier i fjärrvärmeföretagen" [4] finns statistik över värmepumpsinstallationer i fjärrvärmenätet. Denna inventering gjordes 1997 men en uppdatering håller på att utföras av Fjärrvärmeföreningen och beräknas vara klar i höst. Det som framförallt har hänt sedan dess är att anläggningarna med R12 och R500, samt vissa med R22, har konverterats till R134a. Vid slutet av 1997 såg det ut enligt *Tabell 1* nedan.

Tabell 1: Installationer av mekaniska värmepumpar i fjärrvärmenätet år 1997

| Köldmedie | Antal aggregat | Effekt (MW) | Ton köldmedie | Årsenergi (GWh) |
|-----------|----------------|-------------|---------------|-----------------|
| R12 | 25 | 102 | 108 | 410 |
| R500 | 1 | 12 | 12 | 80 |
| R22 | 21 | 465 | 330 | 2800 |
| R134a | 92 | 905 | 720 | 4340 |
| Summa | 139 | 1484 | 1170 | 7630 |

Värmekällan utgörs oftast av renat avloppsvatten. Övriga värmekällor är - förutom industriellt spillvärme – sjövattnet, grundvattnet, uteluft, samt fjärrkyla. Det finns även några absorptionsvärmepumpar i fjärrvärmesystemet. Dessa tar främst till vara spillvärmen från rökgaser. Sammanställningen i *Tabell 2* är från 1992 och gjordes inom IEAs Annex21 – "Industriella värmepumpar" [5].

Tabell 2: Värmepumpsinstallationer i fjärrvärmenätet år 1992, fördelat på olika värmekällor

| VP-teknik | Mekanisk VP | | | | | AbsVP |
|--|-------------------------------|--------------------|------------------|---------------------|------|-------------------------------|
| Värmekälla | <i>industriell spillvärme</i> | avlopps- vatten | grund- vatten | sjö/havs- vatten | luft | <i>industriell spillvärme</i> |
| Antal VPar | 28 | 45 | 6 | 24 | 5 | 24 |
| Installerad värmeeffekt (MW) | 200 | 720 | 58 | 380 | 7 | - |
| Uppgraderad spillvärme (GWh/år) | 700 | 2000 | 200 | 1100 | 30 | 500 |

Vad gäller utnyttjandet av industriell spillvärme som värmekälla var 1992 fördelningen mellan olika industribranscher enligt *Tabell 3* [5]. (Av någon okänd anledning stämmer inte uppgifterna i *Tabell 2* och *3* riktigt överens vad gäller antal värmepumpar och totalt installerad effekt.)

Tabell 3: Fördelning mellan olika industrisektorer av antalet installerade värmepumpar som levererar fjärrvärme

| Industri | Antal | Installerad effekt (MW) |
|------------------|--------------|--------------------------------|
| Kemisk | 7 | 41 |
| Livsmedel | 3 | 5 |
| Massa och papper | 5 | 100 |
| Stål | 4 | 13 |
| Övrig | 3 | 2 |
| Totalt | 22 | 161 |

Användning av värmepumpar internt i industrin

Värmepumpar kan användas för värmeåtervinning internt i industrin på några principiellt olika sätt. Dels kan den installeras i en enhetsoperation, exempelvis indunstning, torkning, destillation. En annan möjlighet är att ta till vara värmeöverskottet från en process för att använda det i en annan där det finns ett värmebehov vid en högre temperatur. Ett tredje alternativ är att värmepumpen utnyttjas för att tillverka tappvarmvatten eller till att värma lokaler i industrin.

I en rapport från ÅF/IPK [6] finns en katalog över industriella värmepumpsinstallationer, inklusive tekniska beskrivningar, med en avgiven värmeeffekt på minst 500 kW. Även om denna inventering är gammal (1987) och aggregaten använder CFCer, vilka idag är förbjudna, ger den ändå en indikation på i vilka industrier det kan finnas både tekniska och ekonomiska möjligheter till värmepumpning internt.

Kompressionsvärmepumpar med en effekt större än 500 kW används i följande tillämpningar:

Värmeåtervinning i enhetsoperationer:

- virkestorkar

Värmeåtervinning för värmning av någon annan process:

- spillvärme från indunstare och torkar
- kylning av aluminiumvalsverk
- kylmaskin (främst livsmedelsindustrin)

Värmeåtervinning för uppvärmning av lokaler och tappvarmvatten:

- kylmaskin (främst livsmedelindustrin)
- kylvatten från process (t ex tillverkning av gummi, plast och kablar, smältverk, och gjuteri).

Nästan samtliga av dessa använde vid den tidpunkten (1987) R12 och ett typiskt temperaturlyft är från 20 till 70°C.

Mekanisk ångkompression används oftast för värmeåtervinning i en enhetsoperation. Det fanns år 1987 19 st installationer med en effekt större än 500 kW. Av dessa utnyttjades 12 st för indunstning inom exempelvis livsmedels- och kemisk industri, 4 st för destillation inom t ex kemisk industri, 2 st vid framställning av termomekanisk massa samt 1 st för ammoniakframställning.

En något färskare kartläggning, från 1992, av industriella värmepumpsinstallationer återfinns i [5] där samtliga värmepumpar, oavsett storlek, är medtagna. Statistiken är sammanfattad i *Tabell 4* nedan. Som ses där uppgår återanvändningen av spillvärme internt i industrin, med hjälp av värmepumpar, till ca 1 TWh/år.

Tabell 4: Värmepumpsinstallationer internt i industrin

| VP-teknik | Mekanisk VP | Ångkompression |
|--|---|--------------------------|
| Värmesänka | Uppvärmning av lokaler, tappvarmvatten, processvärme | Industriprocesser |
| Antal Vpar | 100 | 21 |
| Installerad värmeeffekt (MW) | 60 | 160 |
| Uppgraderad spillvärme (GWh/år) | 250 | 750 |

I *Tabell 5* nedan återfinns, för installation av mekaniska värmepumpar, fördelningen mellan olika industrier samt avsättningen för värmnet. (Av någon okänd anledning stämmer inte uppgifterna i *Tabell 4* och *5* riktigt överens vad gäller antal värmepumpar och totalt installerad effekt.)

Tabell 5: Fördelning mellan olika industribranscher vad gäller mekaniska värmepumpar som är installerade internt i industrin.

| Industri | Antal för uppvärmning av lokal eller tappvarmvatten | Antal för processvärmning | Installerad effekt (MW) |
|----------------|---|---------------------------|-------------------------|
| Elektronik | 8 | | 4 |
| Kemisk | 15 | | 10 |
| Livsmedel | 27 | 2 | 19 |
| Mekanisk | 22 | | 13 |
| Massa o papper | 2 | 2 | 15 |
| Stål | 8 | | 9 |
| Övrig | 3 | | 1 |
| Totalt | 85 | 4 | 71 |

Generellt kan sägas att temperaturnivån på värmekällan ligger oftast på 10-40°C, med ett maximum vid 20-40°C. Värmesänkan ligger oftast på 50-90°C med ett max vid 60-80°C (då är installationer för fjärrvärme inkluderade).

Som tidigare konstaterats så är för ångkompressionsvärmepumpar indunstning den vanligaste tillämpningen (14 st). Ett exempel är indunstare för mjölk där temperaturen bara behöver lyftas några grader, vilket möjliggör en väldigt hög värmefaktor. Destillation, av t ex sprit, är ett annat användningsområde (4 st). I massa- och pappersindustrin finns tillämpningar där ånga av lågt tryck uppgraderas och leds in i befintligt ångnät (3 st).

Absorptionsvärmepumpar används främst till att uppgradera rökgasspillvärme för leverans till fjärrvärmenätet. Det finns endast en absorptionsvärmepump (en öppen cykel) installerad internt i industrin. Denna används i en träindustri för torkning av luft.

6. Potentialen för värmepumpsinstallationer

De förutsättningar som först och främst måste uppfyllas för att en värmepumpsinstallation överhuvudtaget ska kunna bli aktuell är förstås att det finns tillgång på spillvärme och att det finns avsättning för värmets. Därutöver finns det ett antal faktorer - tekniska, ekonomiska, juridiska - som måste beaktas för att kunna bedöma potentialen. En översiktlig kartläggning av tillgången på spillvärme redovisades i denna rapportes första kapitel. Tillgången bedöms vara tillräckligt stor för att gå vidare och behandla de övriga faktorerna, vilket görs i de kommande avsnitten.

I IEAs Annex 21 gjordes en potentialbedömning över användandet av industriella värmepumpar för de i projektet ingående länderna. För Sverige gjordes bedömningen att följande tillämpningar är intressantast [5]:

- *Livsmedelsindustrin*: produktion av tappvarmvatten och centralvärme, samt kompressionsindunstning av mjölk.
- *Massa- och pappersindustrin*: kompression av ånga, indunstning av avloppsvatten med ångkompression, samt torkning med ångkompression.
- *Fjärrvärmeproduktion* från industriella kylvatten.

Nedan behandlas först möjligheten att finna avsättning för värmen i fjärrvärmenätet och faktorer som påverkar denna potential. Därefter diskuteras, inte lika omfattande, möjligheten till avsättning av värmets internt i industrin. För båda dessa möjliga tillämpningar av värmepumpar diskuteras också miljökonsekvenser, samt framtida scenarier vad gäller t ex styrmedel och bränslepriser, och hur de påverkar potentialen.

Avsättning av värmets i ett fjärrvärmenät

Några tidigare potentialbedömningar har gjorts gällande möjlig leverans av spillvärme till fjärrvärmenäten. Dessa avser då både spillvärme vid en så hög temperatur att den kan levereras direkt till fjärrvärmenätet samt den typ av spillvärme som är av intresse i detta projekt, dvs sådan som måste uppgraderas med hjälp av en värmepump.

Enligt [3] är utbyggnadspotentialen av de samarbeten mellan industri och fjärrvärmeföretag som finns idag (4.5 TWh) ca 0.5 TWh. Eftersom några av samarbetena tros minska blir dock ökningen i utnyttjad mängd industriell spillvärme ca 0.3 TWh. Det görs alltså bara en bedömning av ökningen i levererad mängd spillvärme till fjärrvärmenäten från de samarbeten som redan finns. Som tidigare diskuterats görs i [1] en branschvis uppräknings med utgångspunkt från dagens spillvärmeleveranser. Den teoretiska potentialen bedöms då vara 9.5 TWh, dvs en möjlig ökning av spillvärmeleveranserna på ca 5 TWh.

Hur mycket av dessa 5 TWh som skulle komma att levereras via en värmepump är förstås svårt att bedöma. I de fall då det finns spillvärme tillgängligt vid en högre temperatur inom aktuell industri torde det i de flesta fall vara mer lönsamt att utnyttja denna. Det är dock troligt att den högttempererade spillvärmens redan har utnyttjats i större utsträckning än den som måste uppgraderas med hjälp av en värmepump. Å andra sidan görs bedömningen att det kommer att ske en utökning av det geografiska upptagningsområdet för spillvärmens vilket kan öka utnyttjandet av högttempererad spillvärme. År 1992 var fjärrvärmeleveransen från värmepumpar drivna med industriell spillvärme ca 0.7 TWh, och denna leverans är med största sannolikhet inte mindre idag. Detta skulle innebära att ca 20% av dagens totala spillvärmeleveransen på 4.5 TWh till fjärrvärmenätet uppgraderas med en värmepump. Antar man att andelen kommer att vara densamma skulle detta motsvara en teoretisk utbyggnadspotential av värmepumpar, som utnyttjar industriellt spillvärme, på ca 1 TWh (20% av 5 TWh). Detta uppskattas motsvara omkring 50 st anläggningar.

Bränslesammansättningen i fjärrvärmesektorn ger en indikation på de miljömässiga incitamenten för att utnyttja mer spillvärme. Bränslesammansättningen har förändrats kraftigt under de senaste 20 åren. 1980 stod olja för drygt 90% av tillfört bränsle. Numera är bränslemixen mer varierad och biobränsle bidrar med drygt 50% (25 TWh). Olja, naturgas och kol bidrar med ca 3 TWh vardera, elpannor med 2 TWh. Värmepumpar levererar ca 7 TWh och spillvärmeutnyttjandet är drygt 4 TWh [7]. Det finns alltså en teoretisk potential att ersätta nästan 10 TWh fossilt bränsle. En del av denna kommer troligen att vara svår att ersätta eftersom den används som reservkraft. Den främsta konkurrenten till spillvärme är biobränsle och avfallsförbränning, vilket diskuteras mer senare.

Enligt Energimyndighetens Klimatrapport [8] bedöms fjärrvärmeanvändningen öka från 48.6 TWh (1997) till 52.7 TWh år 2010.

Fjärrvärmeföretagens syn på utnyttjandet av industriell spillvärme

För att få en uppfattning om hur fjärrvärmeföretagen ser på utnyttjandet av spillvärme gjordes en ”enkätundersökning” inom ramen för detta projekt. Det finns idag ca 220 fjärrvärmeproducerande företag, varav ca 170 är medlemmar i fjärrvärmeföreningen [9]. Kontakter har, via e-mail, tagits med 150 fjärrvärmeföretag (medlemmar i fjärrvärmeföreningen som har e-mail).

Följande frågor ställdes (efter att ha beskrivit syftet med projektet):

- Finns det avsättning för industriell spillvärme i ert nät, antingen genom utbyggnad av nätet eller genom ersättning av annan produktion?
- Har ni något spillvärmesamarbete idag och i så fall används en värmepump?
- Har ni planer – eller har haft – på att använda industriell spillvärme?
- Finns det någon potentiell industri?

Ca 60 företag svarade. Svaren bestod dock oftast inte av direkta svar på frågorna utan en mer allmän beskrivning av dagsläget. I den sammanställning som redovisas nedan tas bara de svar med där ett klar tolkning av svaret kunde göras.

Samarbete idag?

29 st svarade att de har ett spillvärmesamarbete idag, varav 11 utnyttjar en värmepump för uppgradering av värmen. 2 st företag uppgav att de tidigare haft ett samarbete och i ett av fallen användes då en värmepump.

Ökat fjärrvärmebehov?

På frågan om det finns ett ökat fjärrvärmebehov svarade 19 ja och 13 nej. En del kommenterade att det dock krävdes sammanbindning av nät.

Finns spillvärme?

18 företag uppgav att de tror att det finns industriell spillvärme tillgängligt, medan 4 svarade nej.

Intresse för spillvärme?

Ett uttalat intresse för spillvärmesamarbete återfanns hos 13 st, 12 hade diskuterat ett samarbete. Endast 3 st uttryckte klart att de inte var intresserade. Bland övriga verkar en viss tveksamhet råda inför användandet av spillvärme, framförallt spillvärme vid låg temperatur.

Tveksamheter inför användandet av industriell spillvärme

Anledningarna till denna tveksamhet verkar främst vara:

- I många nät har det installerats eller planeras en installation av bibränslepanna
- Avfallsförbränning blir allt vanligare p g a deponiförbudet som just införts.
- Spillvärmes är ofta en konkurrent till kraftvärme, eftersom användning av spillvärme minskar mottrycksunderlaget för elproduktion.
- På grund av anledningarna ovan är det svårt att få ekonomi i användning av spillvärme vid låg temperatur eftersom man måste, förutom att betala för spillvärmes, investera i en värmepump som drar el.
- Osäkerhet om industrins fortlevnad
- Stora avstånd
- Prima spillvärme prioriteras

Dessa tveksamheter är kanske i många fall befogade om man ser det i ett kortsiktigt perspektiv. I ett längre tidsperspektiv finns det dock många osäkerheter vad gäller omvärldsfaktorer, såsom utveckling av bränslepriser, elpriser, skatter och övriga styrmedel. Det finns t ex vissa indikationer på att bibränslepriset kommer att stiga i framtiden. Vidare diskuteras ett införande av skatt på avfallsförbränning. Det borde därför vara av stort intresse att titta på andra alternativ. Ändringar i omvärldsfaktorer och dess konsekvenser diskuteras i kapitel 7. Aspekter som lokalisering samt eventuella hinder för samarbeten diskuteras senare i detta kapitel. I kapitel 8 gör en sammanställning av styrkor, svagheter, möjligheter och hot (en sk SWOT-analys) för värmepumpar drivna med industriell spillvärme.

Vad som också framkom i enkätundersökningen är att i de fall spillvärmepumpar redan används har de, efter att ha haft sin naturliga plats som baslast, i vissa fall åkt upp i varaktighetsdiagrammet. Anledningen är att investeringar i bibränsle- och avfallsanläggningar gjorts. Detta tillsammans med att många av värmepumparna börjar bli gamla och/eller måste konverteras från R22 gör att dess framtid är osäker.

Lokalisering

En viktig faktor att ta hänsyn till är förstås lokaliseringen av spillvärmes. Detta behandlas delvis i [1]. Det konstateras att om man tittar på orter med minst 3 industrier (80 st orter) så har 53% av dessa ett fjärrvärmenät, men inget utnyttjande av spillvärme. 32% har ett fjärrvärmenät som utnyttjar spillvärme, medan 15% inte har något fjärrvärmenät. Det redovisas även hur den teoretiska spillvärmepotentialen fördelas geografiskt (i sk NUTS 3-områden, enligt ett EU-anpassat system). Den största potentialen visar sig finnas i NUTS-området som består av Uppsala län, Södermanlands län, Östergötlands län, Örebro län och Västmanlands län. Det finns också en karta där den svenska basindustrins lokalisering kan avläsas.

Som poängteras i samma rapport så kan man se det hela i ett vidare perspektiv, dvs på nationell/regional nivå. Eftersom avfall och bibränslen går att transportera borde spillvärmen utnyttjas där den finns och låta övriga orter få tillgång till de transporterbara resurserna. Detta innebär förstås en extra kostnad och kräver ett statligt stöd i någon form.

Ett exempel på kommunalt stöd som underlättat utnyttjandet av spillvärme i fjärrvärmenäten presenteras i [3] där man beskriver ett antal projekt som fått stöd från det ”lokala investeringsprogrammet” (1998-2000). Flera av dessa projekt avser sammankoppling av fjärrvärmenät i olika orter i syfte att kunna utnyttja mer industriell spillvärme.

Värt att nämna när man diskuterar lokalisering är att ett relativt långt avstånd inte behöver vara ett hinder för ett lönsamt projekt [2]. Ett exempel är samarbetet mellan Umeå och Obbola Linerboard där spillvärmen transporteras 14 km.

Något som framhölls i enkätundersökningen är att värmepumpar är att föredra i storstadsområden, där det är svårt att få plats med fastbränslepannor.

En annan aspekt är att konkurrensen från avfallsförbränningsanläggningar förmodligen är störst i stora kommuner eftersom det krävs en viss storlek på dessa anläggningar för att de skall vara lönsamma.

Värmeproduktionskostnader

Följande kostnader är viktiga att inkludera vid en jämförelse av värmepumpar med de två huvudkonkurrenterna avfalls- och bibränsleanläggningar.

- Maskinhus (värmepump alternativt avfall/biobränsleförbränningsanläggning)
- Kulvert på kalla sidan (bara aktuellt för värmepumpen)
- Kulvert på varma sidan
- Transport av bränsle (ej aktuellt för värmepumpen)
- Elpris (främst aktuellt för värmepumpen)
- Spillvärmepris (bara aktuellt för värmepumpen)
- Bränslepris (biobränslepris respektive pris/inkomst för avfall).
- Övriga driftskostnader samt underhållskostnader

När lönsamheten ska bedömas finns det dessutom ett antal övriga faktorer att ta hänsyn till, såsom skatter och styrmedel, vilket diskuteras i kapitel 7.

Svårigheter för samarbeten – vilka är dom och hur löses dom?

Förutom de tekniska och ekonomiska faktorer som nämnts tidigare belyses nedan några eventuella hinder som är direkt kopplade till själva samarbetet.

Avtal

Enligt [1] har Svenska fjärrvärmeföreningen utarbetat en vägledning kring hur ett avtal bör läggas upp. Det som betonas där är vikten av:

- *Förtroende mellan parterna.* Det är viktigt att klargöra avtalets syfte, med insyn i den andra partens anläggningar, samt möjlighet till omförhandling av avtalet.
- *Leveransskyldighet.* Avtalad leverans kan specificeras i form av effekt, energimängd och temperatur.
- *Avgifter och betalning.* Vinstdelning kan vara ett incitament att få samarbetet att fungera. Avgiften är i många fall fördelad på en fast årsavgift och en rörlig kostnad. Den senare baseras oftast på kostnaden för alternativ produktion, vilken då varierar med övriga bränslepriser och eventuellt även över säsongen.
- *Avtalstid.* Avtalen idag löper oftast på två till fem år, med undantag för det initiala avtalet vilket ofta har en längre löptid men med möjligheter till omförhandlingar.

Bohlin [10] framhåller att hinder som avtalstvister kan lösas genom att ha flera framförhandlade avtal kring olika tjänster, exempelvis elavtal och naturgasavtal.

Rishtagande

Fjärrvärmeföretagen kan se det som en alltför stor risk att ingå ett samarbete, pga exempelvis utebliven leverans eller i värsta fall nedläggning av industrin. De krav på ersättning vid eventuellt uteblivna leveranser som fjärrvärmeföretagen begär, för att ingå ett samarbete, kan bli så stora att industrin också ser det som en för stor risk. Ett sätt att komma runt detta är ha en tredje part som vill vara med och ta risken, exempelvis staten.

Konkurrens mellan spillvärme och kraftvärme

Bohlin [10] har utifrån en inventering av spillvärmesamarbeten (bilaga 3) valt ut tre fall att studera närmare, där det fanns en given konkurrens mellan spillvärme och kraftvärme (Helsingborg, Gävle, Göteborg). Resultaten så långt (främst baserade på Helsingborgsfallet) visar på att hinder som beroendeförhållande och förhållande till tredje part (kraftleverantör) kan lösas genom att ha spillvärme och kraftvärme i integrerade processer. Spillvärme och kraftvärme behöver alltså nödvändigtvis inte innebära en konkurrenssituation. I Helsingborg planerades det för ett kraftvärmeverk 1970, men det togs i drift först 1983 och anledningen var då att man hade spillvärme. Liknande exempel återfinns i [2] där det poängteras att på många orter har tillgången på spillvärme gett möjlighet för fjärrvärmenäten att växa. Tack vare låga energikostnader har energibolagen kunnat bära högre kostnader för nätutbyggnad. Spillvärmen har alltså bidragit till att öka värmeunderlaget och därmed ökat förutsättningarna för kraftvärme i ett mera långsiktigt perspektiv.

Annan form av samarbete

En annan typ av samarbete mellan fjärrvärmeföretag och industri är outsourcing, dvs att fjärrvärmeföretaget tar ansvar för lokala lösningar av exempelvis uppvärmning av industrins lokaler.

Fjärrkyla – ett incitament för att använda värmepumpar

En ytterligare drivkraft för att använda värmepumpar för fjärrvärmeproduktion är att dessa i vissa tillämpningar även kan användas för fjärrkylaproduktion. Fjärrkyla är idag en starkt växande marknad. Eftersom utnyttjandetiden för fjärrkyla är endast ca 1000 h/år finns det dock en stor outnyttjad kapacitet i kylmaskinerna/värmepumparna, som skulle kunna användas för att producera fjärrvärme. På vintern kan då värmepumparna köras med spillvärme samt den lilla mängd fjärrkyla som behövs. Detta gör också att man inte behöver installera någon liten baslastmaskin för fjärrkylaproduktion (behovet på vintern är bara knappt 5% av behovet på sommaren). På sommaren när fjärrvärmebehovet är mindre drivs värmepumparna i första hand med fjärrkyla. Nackdelen för industrin är att den kanske inte kan leverera spillvärme hela året.

Avsättning av värmets internt i industrin

Det finns några fördelar med att utnyttja spillvärmedrivna värmepumpar som levererar värmen internt i industrin jämfört med till ett fjärrvärmenät:

- korta avstånd mellan spillvärmekällan och värmebehovet
- spillvärmertilgång och värmebehov uppkommer ofta samtidigt
- inget samarbete krävs
- långa driftstider

Trots detta utnyttjas det producerade värmets från värmepumpar i Sverige till 90% för fjärrvärme och husuppvärmning, dvs endast 10% går till industrin. Några anledningar till detta kan vara de ekonomiska styrmedlen, t ex att olja för industriella ändamål är lägre beskattad, samt att avkastningskravet är högre i industrin.

Bränsleanvändningen i industrin ger en indikation på potentialen för användning av värmepumpar inom olika industribranscher. Massa- och pappersindustrin är den klart största bränsleanvändaren, men det är de interna, koldioxid-fria, bränslena som dominerar. Den olja som används är ofta svår att ersätta med en värmepump, även om det finns vissa potentiella värmepumpstillämpningar vilket diskuteras senare. Likaså trävaruindustrin använder till stor del interna bränslen. Järn-, stål- metallindustrin använder mycket fossila bränslen men värmebehovet är vid så höga temperaturer att det inte går att ersättas med värmepumpar. I de största livsmedels- och dryckesindustrierna, som körs kontinuerligt, finns tillräckligt stora värmebehov och vid lämpliga temperaturnivåer för en värmepump, som då kan ersätta fossilt bränsle.

I IEAs Annex21-program ”Industriella värmepumpar” gjordes en potentialbedömning för de i projektet ingående länderna (tidsperspektiv 2010) [5]. I projektet ingick utveckling av ett PC-baserat datorprogram ”Industrial Heat Pumps” som är ett hjälpmedel för val, dimensionering, och processintegrering av industriella värmepumpar. Programmet är

baserat på pinchtekniken som beskrivs i nästa avsnitt. Potentialen för industriella värmepumpar i Sverige, i termer av energibesparing, bedömdes vara sådan att 1% av industrins energiförbrukning kan sparas, vilket betyder 3.8 TWh/år. Observera att detta inkluderar även värmepumpar som levererar fjärrvärme. Denna potential baseras på en besparing av 380 GWh/år i sex studerade, noggrant utvalda, processer (sådana med hög energiförbrukning, och som delvis är försedda med värmepumpar redan idag) och sedan en extrapolering till hela industrin. De sex processerna eller branscherna var för Sveriges del: fjärrvärme: 110 GWh/år, centralvärme / tappvarmvatten: 60 TWh/år, torkning av biobränsle/virke: 60 GWh/år, ångkompressionsindunstning: 30 GWh/år, pappersmassa 30 GWh/år, samt destillation: 90 GWh/år.

Pinchtekniken - metod att identifiera värmepumpsinstallationer

Med hjälp av den sk pinchtekniken kan komplexa industriella processer/energisystem analyseras i syfte att spara både energi och kapital. Man kan på ett överskådligt sätt se vid vilka temperaturer som det finns ett värmeöverskott respektive värmeunderskott (se *Figur 1* nedan). Den korrekta placeringen av en värmepump, samt vilken typ av värmepump som är lämpligast, kan identifieras. Metoden finns beskriven i [11].

I det ovan nämnda datorprogrammet "Industrial Heat Pumps" finns det inlagt ett antal olika agregattyper (totalt 54 st) bland huvudtyperna sluten mekanisk kompression, mekanisk ångkompression, absorptionsvärmepump, värmetransformator, samt termisk ångkompression. Det finns en databas med uppgifter från drygt 100 pinchstudier, vilket kan tjäna som underlag för att bedöma värmepumps möjligheter i olika processer.

Möjligheter till värmepumpsinstallationer internt i massa- och pappersindustrin

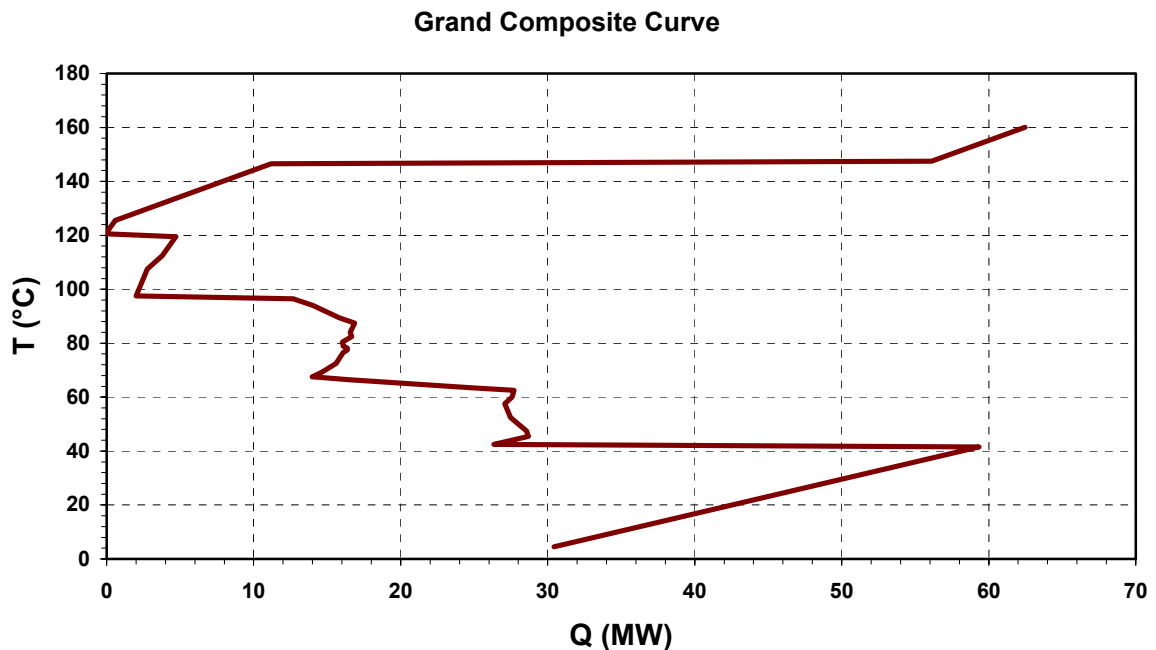
Institutionen för värmeteknik och maskinlära har i många år arbetet med energistudier (pinchanalyser) inom massa- och pappersindustrin. I denna industri finns det oftast ett stort värmeöverskott vid 40-60°C och vid ett 80-95°C. Värmebehovet internt i industrin består av LT-ånga, ca 140°C.

Det finns två enhetsoperationer i vilka en värmepump skulle kunna passa, nämligen indunstning och torkning. I Mönsterås har en ångkompressionsvärmepump (MVR) installerats för användning i indunstningen. Vid en förändrad torkprocess i framtiden, vilket innebär att torken drivs med överhettad ånga, skulle en MVR också vara lämplig [12].

För värmeåtervinning mellan olika processer är det dock inte lika självklart med en värmepump eftersom värmebehovet består av LT-ånga av 140°C. Det har i flera studier visat sig vara svårt att få ekonomi i att använda en värmepump för tillverkning av denna LT-ånga. De största anledningarna är dels det höga temperaturlyftet som krävs samt dels att värmepumpen tar bort mottrycksunderlag, dvs det blir en minskad elproduktion. Värt att notera här är att i många processer är det dock inte något krav på att ångan skall hålla 140°C. Det skulle i flera fall, t ex i blekeriet och vid basningen räcka med ca 110°C, vilket ju skulle minska temperaturlyftet avsevärt. Ett problem är att det då skulle krävas ett separat ångnät utöver det befintliga LT-nätet.

Exempel på pinchstudie som identifierat en värmepumpsinstallation

I ett nyligen avslutat examensarbete på Institutionen för värmeteknik och maskinlära studerades energieffektiviseringar med hjälp av pinchteknik vid ett massa- och pappersbruk (Skoghall) [13]. I *Figur 1* nedan ses den sk "GCC-kurvan" som visar det värme som netto måste tillföras processen alternativt netto kylas bort. I det aktuella fallet har vissa strömmar tagits bort ur analysen, eftersom det av praktiska skäl bedömts vara bäst att inte göra några förändringar av dessa. Den horisontella linjen vid ca 145°C representerar behovet av lågtrycksånga (ca 55MW) och den horisontella linjen vid ca 100°C representerar en flashånga. I stället för att denna flashånga bara kyls bort skulle den kunna återanvändas, via en värmepump, för att täcka en del av ångbehovet. Eftersom temperaturnivåerna är såpass höga blir valet av värmepump en ågkompressionsanläggning (MVR). Som synes i figuren innehåller flashångan drygt 6 MW värme. Med ett temperaturlyft på ca 45 grader fås en värmefaktor på omkring 5. Detta betyder att ett ångbehov på ca 8 MW kan täckas. Genom denna installation fås en motsvarande minskning i ångproduktion, vilken annars skulle produceras med olja eller bark/flis. Detta innebär dock också en minskning i elproduktion vilken då måste köpas in, tillsammans med den el som värmepumpen förbrukar. Återbetalningstiden för enbart värmepumpsinstallationen skulle bara bli 0.5 år om bränslet som ersätts är olja, och 4.8 år om det är bark/flis som ersätts.



Figur 1: Exempel på GCC-kurva för ett massa- och pappersbruk

Exempel på möjligheter till värmepumpsinstallation inom slakteribranschen

På Institutionen för värmeteknik och maskinlära, Chalmers, pågår en förstudie för att identifiera potentialen för energibesparingar inom slakteribranschen. Värmeförbrukningen vid ett slakteri/charkuteri inkluderar främst tillverkning av ånga och

varmvatten (vid tre olika temperaturnivåer; 45, 60, 82°C) samt uppvärmning av lokaler. Eftersom det dessutom finns stora kyl- och frysbehov är en självklar möjlighet till energibesparing att återvinna kondensorvärmener från kylcentralerna för exempelvis varmvattenberedning samt lokaluppvärmning, både direkt från kylanläggningar och via värmepumpar. Pinchtekniken används för att identifiera lämpliga värmepumpsinstallationer. Resultat väntas inom kort och kan vara intressanta för den tänkta fortsättningen av detta projekt.

Eventuella hinder

De två främsta hindren för en värmepumpsinstallation internt i industrin är dels de eventuella konsekvenser för drifttillgänglighet och flexibilitet som installationen kan få i den industriella processen. Det andra är den konkurrens som kan finnas mellan värmepumpning och andra energieffektiva åtgärder – såsom processförändringar, utökad värmeväxling och kraftvärme. I en korrekt utförd energianalys (pinchanalys) måste värmeväxlings- och värmepumpsmöjligheter studeras samtidigt, men dessa är snarare komplement till varandra. Kraftvärme däremot utgör ofta en konkurrent eftersom en minskning av värmeunderlaget, genom att en värmepump installeras (eller genom övriga åtgärder som innebär en värmebesparing), normalt försämrar ekonomin både för en befintlig kraftvärmeanläggning och för en ny som då måste designas för en lägre elproduktion. Valet mellan kraftvärme och en värmebesparing genom t ex en värmepump beror naturligtvis till stor del på prisrelationen mellan el och värme. Detta diskuteras vidare i kapitel 7. Det är värt att notera att det finns exempel då det kan vara ekonomiskt riktigt att använda värmepump och en kraftvärmeanläggning samtidigt i en industri, exempelvis inom massa- och pappersindustrin [11].

7. Miljökonsekvenser

När miljöpåverkan av en spillvärmedriven värmepump skall värderas måste hänsyn tas till vilken alternativ produktion den ersätter, hur den el som värmepumpen använder tillverkas, vilket arbetsmedium som används, samt konsekvenserna för miljön om inte spillvärmener utnyttjas, t ex spillvatten som släpps ut i en recipient.

Som tidigare nämnts finns det fortfarande knappt 10 TWh fossilbaserad fjärrvärmeproduktion att ersätta. Vad gäller den el som värmepumparna använder är det i dagsläget dansk kolkondens som ligger på marginalen i det nordiska/nordeuropeiska elsystemet. Detta innebär miljömässigt sett en nackdel för användningen av eldrivna värmepumpar. I takt med ökande CO₂-restriktioner kommer dock andra produktionstekniker att ligga på marginalen i framtiden, troligen naturgaskombi. Enligt exempelvis Energimyndighetens Klimatrapport [8] kommer, om kärnkraften avvecklas efter 40 års drift, det vara ny naturgaskombi som ligger på marginalen, medan om reinvesteringar görs i kärnkraften blir det förnybara produktionstekniker, och under vissa perioder kärnkraft.

I studien ”Optimal användning av värmepumpar och biobränsle i fjärrvärmesystem för minskning av växthuseffekten” [14] redovisas kostnadsoptimal användning av

värmepumpar, flispannor och biobränslebaserad kraftvärme, sett ur växthuseffektsynpunkt. En slutsats är att värmepumpen är ett konkurrenskraftigt alternativ, främst i de mindre fjärrvärmenäten. I en känslighetsanalys med varierande el- och bränslepriser konstateras att den klart viktigaste parametern är biobränslepriset.

Vad gäller arbetsmedier i de slutna kompressionsvärmepumparna har samtliga CFCer konverterats bort. Sedan 1 januari 2002 är det påfyllnadsstopp av R22, varför dessa anläggningar måste konverteras. De vanligaste alternativet, R134a, har ingen ozonnedbrytande effekt, men däremot en påverkan på växthuseffekten. Läckagen från värmepumpar är idag (1997) i genomsnitt 3% av köldmediefyllningen, jämfört med 10% i mitten på 80-talet [4]. När man jämför olika värmepumpsanläggningars påverkan på växthuseffekten bör man använda sig av begreppet TEWI (total equivalent global warming impact). Detta tar hänsyn dels till den direkta påverkan på växthuseffekten som fås av att köldmediet läcker ut, men också till den indirekta påverkan som består av de koldioxidutsläpp som är förknippade med anläggningens elförbrukning.

8. Omvärldsfaktorer

I detta kapitel diskuteras hur omvärldsfaktorer såsom styrmedel och bränslepriser kan komma att ändras i framtiden och hur detta kan komma att påverka potentialen för värmepumpar drivna med industriell spillvärme.

Värt att följa upp i den tänkta fortsättningen av detta projekt är den studie som ska göras i etapp 2 av Nordleden-projektet [16] angående potentialer för avfallsförbränning, biobränsle- och naturgaskraftvärme samt elproduktion i de svenska fjärrvärmesystemen. En av frågeställningarna är konkurrensen mellan avfallsförbränning, biobränsle- och naturgaskraftvärme samt spillvärme från industrin.

Fjärrvärmen och energiomställningen

Energimyndigheten har haft i uppdrag av regeringen att följa utvecklingen på fjärrvärmemarknaden. I rapporten "Värme i Sverige" [15] finns ett avsnitt som handlar om fjärrvärmen och energiomställningen, vilket sammanfattas nedan.

- I Naturvårdsverket utvärdering av CO₂-skatten konstateras att fjärrvärmesektorn är den sektor där bränslesammansättningen förändrats i störst utsträckning. Koldioxidskatten har ökat från 25 öre / kg CO₂ år 1991 till 53 öre / kg år 2001.
- Många nya avfallsförbränningsanläggningar planeras pga skatt på avfallsdeponering och förbud från 2002.
- Utbyggnaden av biobränslekraftvärme har under 1990-talet stimulerats med statligt investeringsstöd i två omgångar. Den första omgången 1991-1997 resulterade i 16 nya anläggningar. Den andra omgången löper mellan 1997 och 2002. Tio anläggningar har beviljats bidrag och samtliga kommer att vara tagna i drift i slutet av 2002. Det finns ett krav på fem års rapportering av driftdata och drifterfarenheter liksom bränsleanvändning.

- Idag beskattas värmeproduktion i kraftvärmeverk baserad på fossilbränslen. Kondenskraft har ingen beskattning. Med en harmonisering av beskattningen, både mellan kraftvärme och kondenskraft, samt mellan länder som verkar på samma elmarknad skulle kraftvärme med t ex naturgas bli konkurrenskraftig.
- Idag tillåts avdrag för skatt på el som används i den egna verksamheten om avdrag för skatt på det bränsle som använts för elproduktionen inte gjorts. Denna el kan då användas i elpannor alternativt värmepumpar för fjärrvärmeproduktion.

Priser

De priser som främst kommer att påverka huruvida värmepumpar är ett konkurrenskraftigt alternativ på fjärrvärmemarknaden är el- och biobränslepriser.

Biobränslepriset Det finns de som anser att biobränsle kommer att bli för värdefullt för att användas till fjärrvärmeproduktion, utan att det i stället kommer att utnyttjas för etanol- och elproduktion. I ”Energiläget 2050” [17] bedöms det varken vara önskvärt eller möjligt att undvika att svenska energipriser sätts på en internationell nivå. Detta torde betyda högre priser på både el och biobränsle. Biobränslepriset bedöms öka rejält eftersom den internationella betalningsviljan kommer att bli mycket högre som en följd av kraftiga CO₂-begränsningar. En annan anledning anser man vara att biobränslet kan användas för att tillverka vätgas på ett billigt sätt. Vidare påpekas också att vid krav på stora CO₂-reduktioner kommer biobränsle att behöva användas i transportsektorn och kan därmed inte användas i lika stor utsträckning för värmeproduktion. I Energimyndighetens Klimatrapport [8] tror man däremot att priset på biobränsle kommer att vara konstant och att år 2020 kommer biobränslen att stå för 85% av bränsletillförseln.

Elpriset. Enligt Klimatrapporten [8] bedöms elpriset hamna på 23 öre år 2020, om reinvesteringar görs i kärnkraften, och på 30 öre om kärnkraften avvecklas efter 40 års drift. Resultat från Nordleden-projektet [16] visar att det blir en ökning i elpris (i Norden) till mellan 20-24 öre år 2010 och till 22-28 öre år 2020, beroende på CO₂-åtagande.

Värt att komma ihåg är att värmepumpen är mindre känslig för en prisändring på dess bränsle, dvs elpriset, än andra värmeproduktionsanläggningar. Anledningen är att värmepumpen ofta har en verkningsgrad (COP) som ligger på 2-5, till skillnad från exempelvis biobränsleanläggningar där verkningsgraden ligger under 1.0.

Styrmedel

Skatter

- Som nämnts ovan är idag beskattningen på kraftvärme missgynnsam. Vid ändringar i beskattningen, samt med högre elpriser, kommer kraftvärme att bli mer intressant.
- Idag tillåts avdrag för skatt på egentillverkad el (med förnybart bränsle) som används i den egna verksamheten, exempelvis värmepumpar. Det finns kritik mot denna lag.
- En skatt på avfallsförbränning utreds.

Miljölagstiftningar

Den lagstiftning som i första hand kan driva fram ett samarbete kring överskottsvärme eller spillvärme är Miljöbalken och dess allmänna hänsynsregler. Där står bl.a. att verksamheten ska utnyttja möjligheter för återanvändning och återvinning. Även lagstiftning som hanterar begränsningar i utsläpp kan bidra till ökat utnyttjande av spillvärme [1].

Investeringsbidrag

Det finns eller har funnits ett antal stöd som påverkar utvecklingen på fjärrvärmemarknaden [8].

- investeringsstöd till biobränslekraftvärme (1997-2002)
- lokala investeringsprogrammet för ekologisk hållbarhet (1998-2003)
 - o tillvaratagande av spillvärme för användning som fjärrvärme
 - o utbyggnad av fjärr- och närvärme i huvudsak för biobränslen
- konvertering från direktverkande el till fjärrvärme (1998-1999)

Inga nya liknande stöd finns med bland de beslutade eller planerade styrmedel som redovisas i Energimyndighetens Klimatrapport. De två som troligen kommer att vara mest avgörande för fjärrvärmemarknaden är ”Gröna certifikat” (beslutat) samt ”Långsiktiga avtal” (planerat).

Gröna certifikat: År 2003 kommer ett nytt system för att främja förnybar elproduktion. Systemet ska bygga på handel med certifikat kombinerat med en skyldighet att inkludera en viss andel förnybar el som uppfyller vissa miljöegenskaper i elleveranser eller elinköp [8]. Biobränslekraftvärme kan bli en vinnare på certifikatmarknaden [16].

Långsiktiga avtal [19]

Diskussionen om att införa ett program med långsiktiga avtal kom upp eftersom man ser en risk med de traditionella styrmedlen. Sveriges konkurrentländer har inte infört lika hårda krav (skatter och dyl.) vilket kan innebära att den nationella industrins konkurrenskraft hotas. Det är därför nödvändigt att skapa andra styrmedel som kan bygga på incitament som redan finns i företagets ordinarie produktivitets- och miljöarbete. Förslaget innebär att företag inom den energiintensiva industrin skall erbjudas att träffa avtal i någon form med staten för en period av 5-10 år. Staten erbjuder ekonomiska incitament (t.ex. lätnader i energiskatter) till de företag som ingår avtal, så att deras konkurrenskraft inte skadas. Företagen föreslås åta sig att införa energiledningssystem samt att genomföra effektiviseringsåtgärder. Avtalen kan omfatta åtgärder som leder till minskad energianvändning (t.ex. genom värmepumpning internt), utnyttjande av spillvärme externt eller mottryckskraft. Värmepumpar som använder spillvärme kan bli en vinnare om detta införs.

9. SWOT

Nedan återfinns en sk SWOT-analys (s=strength, w=weakness, o=opportunity, t=threat) för installation av spillvärmedrivna värmepumpar med avsättning av värmets till ett fjärrvärmenät. Många av punkterna gäller även för värmepumpsinstallationer internt i industrin.

| | |
|--|--|
| <p>Styrka: Finns stora mängder outnyttjad spillvärme Återvinner energi Finns flera fungerande installationer och samarbeten Bra i storstadsområden Finns intresse Finns orter med industrier och fjärrvärmenät men som ej utnyttjar spillvärme Positiv miljöpåverkan genom att spillvatten släpps ut vid en lägre temperatur Ej så känslig för prishöjningar på bränslet (dvs el) Lätt att ta i och ur drift Industriell spillvärme finns ofta tillgängligt hela året</p> | <p>Svaghet: Förbrukar el Högre rörlig kostnad än avfall (och biobränsle) Tar bort mottrycksunderlag för kraftvärme Arbetsmedium Långa återbetalningstider Lokaliseringsproblem, industri-fjärrvärmenät</p> |
| <p>Möjlighet: Fjärrkylproduktion Höjda biobränslepriser Marginalel ej längre kolkondens Miljölagstiftningar om ökad återanvändning Regionalt/nationellt tänkande (avfall och biobränsle går att transportera) Sammankoppling av fjärrvärmenät Det finns fossilbränsle kvar att ersätta Kommunala stöd Skatt på avfallsförbränning Långsiktiga avtal med industrin</p> | <p>Hot: Höjda elpriser Gröna certifikat Deponiförbud för avfall (finns redan) Avfallsförbränning, biobränslekraftvärme Ändringar i kraftvärmebeskattningen Ändring av lagen om skatteavdrag vid användning av egenproducerad el Nedläggning av industri Risktagande</p> |

10. Slutsatser

I denna förstudie undersöktes först tillgången på industriell spillvärme. Därefter görs en kartläggning av dagens användning av värmepumpar som utnyttjar industriell spillvärme, antingen för avsättning av värmets i ett fjärrvärmenät eller internt i industrin. Slutligen diskuteras potentialen för denna typ av värmepumpar i framtiden, genom att belysa de tekniska, ekonomiska och juridiska aspekter som kan påverka denna potential. Följande slutsatser kan dras ur denna studie.

Tillgång på industriell spillvärme:

- Det finns god tillgång på outnyttjad spillvärme, både vid hög och låg temperatur.
- De största tillgångarna finns inom massa- och pappersindustrin, samt stål- och metallindustrin. Även de mindre tillgångarna i bla. livsmedelsindustri och kemisk industri är intressanta eftersom dessa industrier oftast ligger närmare fjärrvärmenäten.

Värmepumpsinstallationer idag:

- Det finns idag ca 60 spillvärmesamarbeten mellan industri och fjärrvärmeföretag, vilket innebär en årlig leverans av 4.5 TWh fjärrvärme. I drygt 10 av dessa samarbetsprojekt utnyttjas värmepumpar för att uppgradera spillvärmerna, vilket motsvarar knappt 1 TWh. Samarbetet har i många fall pågått länge och fungerar oftast bra.
- Den totala fjärrvärmeleveransen från värmepumpar ligger på 7 TWh. Den vanligaste värmekällan är kommunalt avloppsvatten, följt av havs-/sjövattnet.
- I industrin finns ca 30 st installationer av kompressionsvärmepumpar med en effekt större än 500 kW. Dessa används främst för uppvärmning av lokaler och tappvarmvatten. Det finns ca 20 st mekaniska ångkompressionsanläggningar vilka oftast används för indunstning. För båda typerna av värmepumpsinstallationer är livsmedelsindustrin samt kemisk industri väl representerade.

Avsättning av värmets till ett fjärrvärmenät:

- De två huvudkonkurrenterna till värmepumpar drivna på industriell spillvärme är idag dels biobränslekraftvärme, vars installation har gynnats av ett statligt investeringsstöd, samt avfallspannor, som en följd av deponiförbudet från 2002. Detta har inneburit / kan komma att innebära kortare drifttider för värmepumparna eller att de rent av läggs i "malpåse".
- Det finns dock ett antal faktorer som kan både öka och minska värmepumpens konkurrenskraft i framtiden och som måste tas hänsyn till vid ett långsiktig strategiskt planerande av fjärrvärmeproduktionen. Exempelvis skulle en höjning av biobränslepriset och ett borttagande av statliga investeringsstöd för biobränslekraftvärme öppna vägen för värmepumpar. Däremot skulle höjda elpriser i kombination med en förändring i kraftvärmebeskattningen göra värmepumpen mindre konkurrenskraftig. En skatt på avfallsförbränning får förmodligen ingen större påverkan eftersom dessa anläggningar kommer att installeras/köras ändå pga. deponiförbudet.
- Fjärrkyla är en växande marknad och kan komma att bli ett starkt incitament för att utnyttja värmepumpar.
- En grov uppskattning av potentialen för utökad användning av värmepumpar drivna på industriell spillvärme är ca 1 TWh, dvs en fördubbling jämfört med idag.

Avsättning av värmets internt i industrin

- Med hjälp av pinchtekniken kan möjligheten till värmepumpning i en specifik industri identifieras.
- För massa- och pappersindustrin bedöms värmepumpsmöjligheterna kunna öka i framtiden pga. ändringar i exempelvis torkprocessen.
- Införandet av långsiktiga avtal kan komma att gynna användningen av värmepumpar internt i industrin.

11. Fortsatt arbete

Baserat på slutsatserna från denna förstudie rekommenderas ett fortsatt arbete inom följande huvudområden

- Vad är värmepumpens roll under olika framtida scenarier vad gäller priser och styrmedel?
- Kan man genom att höja prestandan/effektiviteten på värmepumpsystemen åstadkomma en konkurrensfördel för värmepumpen gentemot andra värmeproduktionstekniker?
- Hur görs integration av fjärrvärme och fjärrkyla med hjälp av värmepumpar på bästa sätt?
- Identifiering av fallstudier.
 - o Nya spillvärmeprojekt, dvs nyinstallation av värmepumpar.
 - o Existerande spillvärmeprojekt där värmepumpar används (konvertering, renovering, ombyggnad, omförhandling av avtal).

Det fortsatta arbetet bör inte begränsas till värmepumpar drivna på industriell spillvärme, utan bör också inkludera sådana som utnyttjar exempelvis kommunalt avloppsvatten eller havs-/sjövattnen som värmekälla.

12. Referenser

1. Sundlöf Camilla, ÅF-Energikonsult *Industriell spillvärme – processer och potentialer*, Tryckkoncept till rapport för Fjärrvärmeföreningen (2002)
2. Johansson S., Åkesson H., *Ökat värmeunderlag och elproduktionspotential genom samarbete mellan kommuner och industrier*, Värmeforsk rapport nr 497 (1988)
3. Wrangsten Lars, ÅF Energikonsult, *Ökat industriellt mottryck och spillvärmeutnyttjande för CO₂-reduktion – en känslighetsanalys relativt referensscenariet i Klimatrapporten – etapp 1* (1999)
4. *Köldmedier i fjärrvärmeföretagen – En lägesrapport*. Fjärrvärmeföreningen, rapport FVF 1997:9, (1997).
5. Westermark M., *IEA Annex 21, Globala miljöfördelar med industriella värmepumpar*, Värmeforsk rapport nr 598 (1996)
6. *Katalog över industriella värmepumpsinstallationer*, STU-rapport, ÅF-IPK (1987)
7. *Energiläget 2001*, Energimyndigheten (2002)
8. *Energimyndighetens klimatrapport* (2001)
9. Fjärrvärmeföreningens hemsida www.fjarrvarme.org
10. Bohlin H. *Spillvärmeutnyttjande – en resurs som borde öka*, föredrag vid Fjärrvärmedagarna 2002, Gardemoen (2002)
11. Berntsson T., *Industriell värmepumpsteknik state-of-the-art* CIT – Energiteknisk Analys (1992)
12. Franck P-Å., Åsblad A., Berntsson T. *Möjligheter att utnyttja värmepumpning i massa- och pappersindustrin – En kartläggning baserad på pinchanalys* CIT - Energiteknisk Analys (1998)
13. Ekström L, *Improved Heat Recovery at Skoghall Mill – Pinch analysis with economic and technical considerations*, Examensarbete vid Institutionen för värmeteknik och maskinlära, Chalmers tekniska högskola, Göteborg (2002)
14. Åsblad A., Franck Per-Åke, Berntsson T., *Optimal användning av värmepumpar och biobränsle i fjärrvärmesystem för minskning av växthuseffekten* CIT – Energiteknisk Analys (1997)

15. *Värme i Sverige*, Energimyndigheten (2002)
16. Nordledens hemsida www.nordleden.nu
17. Azar C., Lindgren K., *Energiläget år 2050*, Avdelningen för fysisk resursteori, Chalmers tekniska högskola
18. *Förslag till program för långsiktiga avtal med energiintensiv industri*
Regeringskansliet, Näringsdepartementet Ds 2001:65 (2001)

Dessutom har kontakter, via e-mail, telefon samt hemsidor, med fjärrvärmeföretag och industrier utnyttjats.