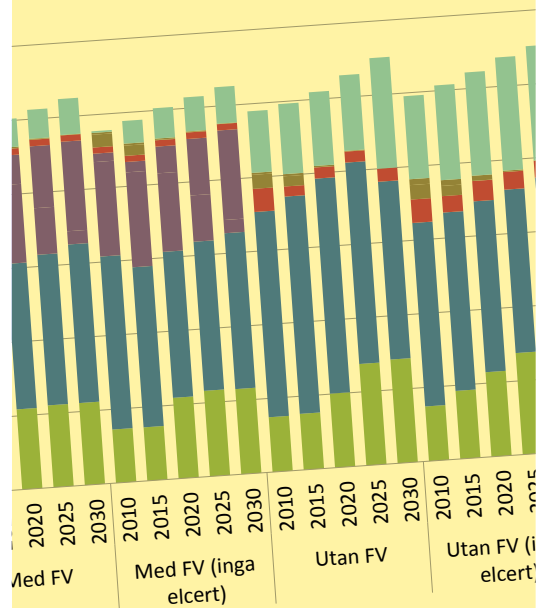


# SAMHÄLLSEKONOMISK ANALYS AV FJÄRRVÄRME



RAPPORT 2013:5

fikatsystemet så hade elanvändningen varit lägre, och värmepumpar hade varit högre. Vi noterar även att system utan elcertifikat och utan fjärrvärme. Om vi noterar vi endast små skillnader i energianvändning för fjärrvärme, samt med och utan elcertifikat. Skillnaden är mellan fjärrvärme och det vi främst ser är att andelen nästan har ett elcertifikatsystem.



Slutlig energianvändning 2010-2030 (TWh) med och utan elcertifikat för bostäder

En aspekt att beakta är hur ett energisystem med och utan elcertifikat påverkar den totala systemkostnaden för de fyra analyserade scenarierna, i vilka vi noterar är att över hela tidsperioden är ett energisystem billigare än ett energisystem utan fjärrvärme. Vi ser även att det är billigare med ett energisystem utan elcertifikat. Detta är naturligt, då modellen i fallen med fjärrvärme förhåller sig till. Det är dock värt att påpeka att systemkostnaden är betydligt större mellan ett system med fjärrvärme än mellan samma system med respektive utan fjärrvärme.



# SAMHÄLLSEKONOMISK ANALYS AV FJÄRRVÄRME

FJÄRRVÄRMENS SAMHÄLLSEKONOMISKA NYTTA I  
ENERGISYSTEMET IDAG OCH I FRAMTIDEN

SIRJE PÄDAM  
OLA LARSSON  
ANDERS WIGREN  
LINDA WÅRELL  
ANNA KROOK RIEKKOLA

ISBN 978-91-7381-103-3

© 2013 Svensk Fjärrvärme AB



## FÖRORD

Syftet här har varit analysera och kvantifiera effekter av att producera och använda fjärrvärme för att ge en uppfattning om fjärrvärmens bidrag till samhället, bl.a. i termer av resursanvändning och sysselsättning. Fjärrvärmens utgör idag en viktig länk mellan flera näringsgrenar, vilket gör att det krävs ett helhetsperspektiv. I de diskussioner som förs kring framtidens energisystem hänvisas ofta till samhällsekonomi för att analysera och utforma relevanta styrmedel, något som för närvarande är aktuellt vad gäller bl.a. energieffektivisering. I projektet används resultat från energisystemmodellkörningar och det genomförs regionalekonomiska modellberäkningar som sedan ligger till grund för samhällsekonomiska resonemang om effekterna av ett energisystem utan fjärrvärme. Projektet innefattar också en ingående samhällsekonomisk analys av fjärrvärme ur ett lokalt perspektiv som genomförts som ett tilläggsprojekt utöver den nationella analysen.

Resultaten visar att fjärrvärmens har en betydande roll både i dagens och i framtidens energisystem i Sverige. I frånvaro av fjärrvärme ökar den årliga elanvändningen med cirka 5 TWh. Den ökade elanvändning skulle tillföras från vindkraft, eftersom elcertifikatssystemet gör vindkraft till det mest lönsamma alternativet. Vindkraften ersätter då all biobränslebaserad kraftvärmeproduktion, då kraftvärmens mister sina intäkter från värmeproduktionen. Totalt sett visar resultaten på mellan 6 och 9 TWh mer vindkraft i frånvaro av fjärrvärme beroende på vilket år som betraktas.

En referensgrupp har varit knuten till projektet och har kommit med värdefulla synpunkter under projektets gång. Gruppen har bestått av Erik Dotzauer (Fortum AB), Per Callenberg (Vattenfall AB), Sonya Trad (Svensk Fjärrvärme AB), Annika Widmark Sjöstedt (E.ON Sverige AB), Joakim Holm (Tekniska Verken i Linköping AB), Marie Claesson och Sandra Andersson (Energimyndigheten), Elsa Fahlén (NCC, tidigare Chalmers tekniska högskola) samt Daniel Waluszewski (Näringsdepartementet).

Projektet ingår i forskningsprogrammet Fjärrsyn som finansieras gemensamt av Energimyndigheten och fjärrvärmebranschen. Fjärrsyn ska stärka möjligheterna för fjärrvärme och fjärrkyla genom ökad kunskap om fjärrvärmens roll i klimatarbetet och för det hållbara samhället till exempel genom att bana väg för affärsmässiga lösningar och framtidens teknik.

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Fjärrsyns styrelse eller Svensk Fjärrvärme har tagit ställning till innehållet.

Christian Schwartz  
Ordförande i Svensk Fjärrvärmes omvärldsråd

## SAMMANFATTNING

Denna rapport redovisar resultatet av fjärrsynsprojektet Samhällsekonomisk analys av fjärrvärme som genomförts i samarbete mellan WSP och Luleå Tekniska Universitet. Arbetet har pågått mellan maj 2012 och februari 2013 och det har följts av en referensgrupp som under arbetets gång har bidragit med värdefulla synpunkter både vad gäller studiens upplägg och diskussion av studiens delresultat. Det övergripande syftet med projektet har varit att belysa de samhällsekonomiska effekterna av fjärrvärme i det svenska energisystemet, där avsikten primärt varit att försöka klargöra och kartlägga fjärrvärmens samhällsekonomiska bidrag i Sverige. De samhällsekonomiska effekterna av fjärrvärme har analyserats ur tre olika perspektiv.

I det första analyssteget har effekterna på energisystemet beräknats genom att använda en heltäckande energisystemmodell, TIMES-Sweden. Modellen har först beräknat ett jämförelsealternativ med fjärrvärme (Med FV). Sedan har fjärrvärmens plockats bort varefter modellen har beräknat utfallet givet de nya förutsättningarna (Utan FV). Skillnaden mellan Jämförelsealternativet (Med FV) och Utredningsalternativet (Utan FV) har i analysen översatts till frågan; vilka är de samhällsekonomiska effekterna på energisystemet om fjärrvärmeproduktionen plockas bort och ersätts med annan energiproduktion? Energimarknadsmodellen har använts för att belysa effekterna på nuläget och de dynamiska effekterna till 2030. En rad känslighetsanalyser har genomförts för att se hur ett energisystem med och utan fjärrvärme påverkas av olika sannolika förändringar av energi- och klimatpolitiken.

Det andra analyssteget har skattat effekterna på ekonomin i stort. För att skatta effekterna på sysselsättningen som uppstår i Utredningsalternativet (Utan FV) i förhållande till Jämförelsealternativet (Med FV) har input-output analys tillämpats. Utdata från TIMES-Sweden har översatts till produktionsvärde för nuläget och utgjort indata i input-output analysen. Skillnaden mellan Jämförelsealternativet (Med FV) och Utredningsalternativet (Utan FV) kan i den här analysen översättas till frågan; vad händer med produktionen och sysselsättningen i Sverige om fjärrvärmeproduktionen plockas bort och ersätts med annan energiproduktion? I en fördjupning av analysen på nationell nivå har fallstudier genomförts på två fjärrvärmekommuner med det regionala analys- och prognossystemet rAps. I ett tredje steg har en rad kompletterande analyser genomförts eftersom modell-analyserna inte kunnat täcka in alla relevanta effekter av fjärrvärme. De kompletterande analyserna har genomförts genom att tillämpa kvalitativa bedömningar. Det bör påpekas att denna metod bygger på bedömningar och det är svårt att fränse att dessa i viss mån är subjektiva.

Resultaten från energisystemmodellen visar att fjärrvärmens bidrar till att hålla nere energianvändningen i dagens svenska energisystem. I frånvaro av fjärrvärme ökar den årliga elanvändningen med cirka 5 TWh. Denna ökade elanvändning tillförs från vindkraft, eftersom vindkraft i närvaro av elcertifikatsystemet blir det mest lönsamma alternativet. Vindkraften ersätter även all biobränslebaserad kraftvärmeproduktion, då kraftvärmens mister sina intäkter från värmeproduktionen. Totalt sett visar resultaten

på mellan 6 och 9 TWh mer vindkraft i frånvaro av fjärrvärme beroende på vilket år som betraktas, vilket är 55–70 procent mer än i scenariot med fjärrvärme.

Energisystemmodellen visar även att fjärrvärmen är kostnadseffektiv, gällande både drift och investeringar. De beräknade systemkostnaderna för drift är cirka 1,2 procent och investeringskostnaderna cirka 1 procent lägre när fjärrvärme finns i det svenska energisystemet i dagens situation (i modellen representerat av referensåret 2010). Även över tid är systemkostnaden högre i scenariot utan fjärrvärme (Utan FV) jämfört med scenariot med fjärrvärme (Med FV) för alla år, inklusive alla känslighetsanalyser. Den resulterande systemkostnaden från energimarknadsmodellen är dessutom en underskattning eftersom i beräkningen av systemkostnaderna ingår till exempel inte kostnaderna för ett större elnät.

Ekonomiskt sett går det att producera samma energinytta med högre produktivitet när fjärrvärme ingår i det svenska energisystemet. Analyser baserade på Statistiska centralbyråns senaste input-output tabell visar att samma mängd nyttig energi (det vill säga värme som omvandlas till rumsvärme, varmvatten och hushållsel) kräver en mindre insats av arbetskraft när fjärrvärme är en del av det svenska energisystemet. Analysen på kommunal nivå som har genomförts med det regionalekonomiska analys- och prognosverktyget rAps ger en bild av vad som händer med bruttoregionprodukten, hushållens disponibla inkomster, den beskattningsbara förvärvsinkomsten och kommunens skatteintäkter när fjärrvärmeproduktionen plockas bort i kommunen. Effekterna på kommunernas bruttoregionprodukt (BRP) varierar från -0,4 procent i Vimmerby till -1,6 i kommungruppen Östersund, Åre och Krokom. Dessa skillnader beror på skillnader i fjärrvärmeproduktionens andel av kommunernas totala BRP. Analysen visar också att omkring 60 procent av effekterna på sysselsättningen uppkommer i den kommun där fjärrvärmeproduktionen finns. Vi vill dock betona att effekterna på sysselsättningen är marginella. Någon analys av effekterna på kommunal nivå av att elproduktionen och produktionen av värmepumpar antas öka för att kompensera för bortfallet av fjärrvärme har inte gjorts. Anledningen är att produktionen av värmepumpar är koncentrerad till ett fåtal kommuner och att vindpotentialen begränsar spridningen av produktion av vindkraft.

Utöver de nyttor som kunnat kvantifieras och som beskrivits ovan visar analyserna att fjärrvärmen ger en mycket stor nytta för avfallshantering. Söföörbränning utan att ta till vara värmen innebär att en stor del av energin går förlorad. Dessutom uppkommer en kostnad för att kyla värmen. Alternativen till att producera el från avfall är att exportera avfallet eller att hitta ett miljöriktigt alternativ till deponi. Det är mycket osäkert om det går att exportera avfall ifall miljökrav ställs på hanteringen i mottagar-länderna. Det är även relativt osannolikt att det går att hitta ett bra alternativ till deponi och ett sådant alternativ kan dessutom vara förenat med stora kostnader. Fjärrvärmen ger även en stor nytta genom att den återanvänder spillvärme från industriföretag. Utan fjärrvärmen skulle den industriella spillvärmens nytta som bränsle gå förlorad. Dessutom tillkommer kostnader för kylning när industriföretag inte kan använda fjärrvärmenätet.

Det svenska elnätet är i behov av omfattande investeringar. Behovet skulle emellertid öka betydligt om fjärrvärme inte var en del av det svenska energisystemet.

Utbyggnadsbehovet skulle omfatta till exempel, ökad kapacitet i stadsnäten och en utbyggnad av region- och stamnät på grund av den ökade mängden vindkraft. Fjärrvärmens utgör även en förutsättning för fjärrkyla. Utan fjärrvärme behöver kylbehovet täckas på alternativt sätt, men det skulle öka elanvändningen och föra med sig ytterligare påfrestningar på elnätet.

Fjärrvärme har historiskt visat sig ha god leveranssäkerhet. Detta beror dels på att ledningarna inte utsätts för väder och vind och dels på att det finns en ledtid mellan produktionsbortfall och värmeleverans eftersom värmen lagras i vattenmassan i rören. Tar vi bort fjärrvärmens så försvinner ett infrastruktursystem och ersätts av ett ökat elbehov i ett system som bitvis redan är hårt belastat. Värmeförsörjningen blir sårbarare i och med att ett system ska klara av de funktioner som annars hanteras av två. Ett energisystem med fjärrvärme har även en betydande flexibilitet. Genom att ändra bränslemixen i fjärrvärmeproduktionen har anpassningar till nya förutsättningar kunnat genomföras under en relativ kort tidsperiod. Med rätt styrmedel kunde fjärrvärmens snabbt ställa om från fossila bränslen till en kombination av olika näst intill klimatneutrala bränslen såsom biomassa, avfall, spillgaser (t.ex. masugns gas) samt att bättre tillvarata spillvärme från industriprocesserna. Känslighetsanalyserna visar att fjärrvärmens är flexibel även i ett framtidsperspektiv. När fjärrvärmens finns i energisystemet blir det en smidigare anpassning till förändrade omvärldsförutsättningar. Denna slutsats drar vi eftersom vi noterar större förändringar i känslighetsanalyserna när fjärrvärme saknas i energisystemet.

Sammanfattningsvis vill vi betona att resultaten visar att fjärrvärmens har en betydande roll både i dagens och i framtidens energisystem i Sverige. Vi noterar att den samhällsekonomiska kostnaden (baserat på total systemkostnad samt kompletterande kostnader) ökar betydligt om fjärrvärmens inte är en del av energisystemet. Skillnaderna minskar över tid, men är fortfarande betydande. För att illustrera detta är exempelvis skillnaden i systemkostnad med och utan fjärrvärme 2030 mer än tre gånger större jämfört med effekten på systemkostnad av ett ökat ETS-pris. En viktig skillnad mellan scenarierna är att ett energisystem med fjärrvärme till en stor del nyttjar restprodukter (t.ex. hushållsavfall), medan ett energisystem utan fjärrvärme förlitar sig på en kraftig expansion av vindkraft. Avslutningsvis vill vi betona att denna rapport bör betraktas som en första studie där fokus har varit att kartlägga och förstå de förändringar som sker i och utanför energisystemet när fjärrvärmens lyfts bort. Vi har fått fram många intressanta resultat som bör analyseras vidare för att skapa en djupare förståelse av fjärrvärmens samhällsekonomiska effekter.

## SUMMARY

This report presents the results from the project “Socio-economic analysis of district heating” that has been conducted in cooperation between WSP and Luleå University of Technology. The work has lasted between May 2012 and February 2013. During the work a reference group has provided valuable comments both regarding the approach of the study, as well as in discussions of preliminary results. The overall objective of the project has been to illustrate the socio-economic impacts of district heating in the Swedish energy system, with the primary purpose to identify and examine the socio-economic effects of district heating in Sweden. The socio-economic impacts of district heating have been analysed from three different perspectives.

In a first step, the effects on the Swedish energy system have been estimated by an energy market model, TIMES-Sweden. The model has both assessed a situation with district heating in the Swedish energy system, and then a situation without district heating in the energy system. The difference between the two scenarios, with and without district heating, has been used to illustrate the socio-economic effects of district heating in the Swedish energy system. The analysis has been performed with a static and a dynamic approach, as the effects of district heating has been analysed both for a baseline (2010), and also over time (until 2030). A number of sensitivity analyses have also been performed in order to assess how an energy system with and without district heating are affected by possible changes in future energy and climate policies.

In a second step, an input-output model has been applied to estimate the impacts on employment and production in comparison to a scenario without district heating in the Swedish energy system. The results from TIMES-Sweden have been used to produce production values for the baseline case (2010). The difference between the two scenarios, with and without district heating, has in this part of the analysis been used to assess the effects on production and employment in Sweden from district heating. Furthermore, two case-studies on municipalities with district heating have been performed by applying the regional analysis and forecast system (rAps) in order to assess the impacts from district heating on a regional level. In a third step, a number of additional analyses have been performed as the models above have not been able to cover all relevant impacts of district heating in the Swedish energy system. The additional analyses have been performed by qualitative assessments partly based on the results from the models above. It is though worth mentioning that since this method builds on qualitative assessments they are to some extent subjective by nature.

The result from TIMES-Sweden shows that district heating contributes to a lower level of energy use in the Swedish energy system. In a scenario without district heating, the power production increases with about 5 TWh. Wind is the most profitable alternative since biofuelled combined heat and power (CHP) plants no longer receive any revenue from sold heat. The results further show that an energy

system without district heating leads, after a time lag, to a substantial expansion of wind power.

The results from the energy system model further show that district heating is cost effective regarding both operation and investments. The estimated operation costs are about 1.2 percent lower, and the investment costs are about 1 percent lower, when district heating is part of the Swedish energy system in the baseline case (2010). The total system cost is higher for a scenario without district heating for the entire time period, and in all sensitivity analyses. We further assess that the estimated total system cost is an underestimation as the costs for an extended power grid is not included in the system costs.

The input-output analysis shows that, in economic terms it is possible to produce the same benefit with higher productivity when district heating is part of the Swedish energy system. Analyses based on Statistics Sweden's latest input-output table show that the same amount useful energy (heat transformed to comfortable in-door temperature, hot water and residential electricity) demands less employment when district heating is part of the Swedish energy system. The analysis on municipality level, which has been conducted using rAps, illustrates what happens to gross regional product (GRP), household incomes and tax-revenues when district heating is removed from the municipality. The effects on GRP in the municipalities varies from -0.4 percent in Vimmerby, to -1.6 percent in the municipality group Östersund, Åre and Krokom. These differences are due to differences in the share of district heating of the municipalities total GRP. The analysis further shows that about 60 percent of the employment impact occurs in the municipality where district heating production exists. However, the effects on employment are only marginal. At the municipality level analyses do not include replacement production from an increase of electricity production and the production of heat pumps in case there is no district heating. The reason is mainly that the production of heat pumps is concentrated to only a few municipalities in Sweden.

In addition to the socio-economic effects that have been quantified, and discussed above, it is recognized that district heating is of great importance for waste management in Sweden. Waste incineration without using the heat in the district heating network implies that a large part of the energy is lost. Furthermore, in such a situation there is an additional cost of cooling the heat. The alternatives in a scenario without district heating are either to export the waste to other countries, or to find an environmental friendly alternative to landfill. However, both alternatives are uncertain and are likely to produce substantial costs. District heating further provides socio-economic benefits by using the industrial waste heat from manufacturing industry. Without district heating in the Swedish energy system the industrial waste heat would likely not be used as an energy source. Industries would thus lose the revenue from providing industrial waste heat to district heating networks, and there would also be a cost for cooling.

When district heating is a part of the Swedish energy system the necessary investment needs in the power distribution grid are significant. Necessary investments will however increase substantially in a situation without district heating as electricity

demand increases in combination with an increase in wind power production. Furthermore, district heating is a condition for district cooling. Without district heating the cooling demand has to be produced in an alternative way, which likely would increase the demand for grid capacity even further.

Historically district heating has been a heat alternative with a high security of supply. This since the district heating network is not affected by weather, and also since there is a lag between a production loss and heat delivery as the heat is to some extent stored in the water in the pipes. Furthermore, if we remove district heating from the energy system in Sweden one infrastructure system is eliminated, and it is replaced by an increase in electricity demand delivered by a system that already is congested. Such a situation is more vulnerable since only one infrastructure now will manage the functions that previously have been handled by two systems. An energy system with district heating also has more flexibility. By changes in the fuel-mix in the production of district heating adjustments to new energy- and climate policies have been successful. The sensitivity analyses further show that district heating is flexible also in a future perspective. When district heating is part of the Swedish energy system, the energy system is more adaptive since it handles possible future scenarios in a more efficient way.

In summary, the results indicate that district heating has a significant part both in today's and in the future energy system in Sweden. Furthermore, we note that the socio-economic cost (based on the total system costs and additional costs) increases substantially if district heating is not part of the energy system. The difference in system cost decreases over time, however, the difference is still considerable. To provide an example, the difference in system cost between a scenario with and without district heating in future (2030) is more than three times larger compared to the difference in system cost due to an increase in emission trading (ETS) prices in the future (2030). One important difference between the scenarios is that an energy system with district heating to a large extent uses residues (e.g. household waste), while an energy system without district heating relies on a significant expansion of wind power. Finally we would like to emphasize that this report should be considered as an initial study, where the focus has been to identify and understand the effects of removing district heating from the energy system. The project has identified many interesting effects which deserve further study to create a deeper understanding about the socio economic impacts of district heating.



# INNEHÅLL

|          |                                          |           |
|----------|------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INLEDNING</b>                         | <b>14</b> |
| 1.1      | BAKGRUND                                 | 14        |
| 1.2      | SYFTE                                    | 15        |
| 1.3      | PROJEKTETS GENOMFÖRANDE                  | 15        |
| 1.4      | AVGRÄNSNINGAR                            | 16        |
| <b>2</b> | <b>BAKGRUND</b>                          | <b>18</b> |
| 2.1      | ANDRA STUDIER                            | 18        |
| 2.2      | SAMHÄLLSEKONOMISK ANALYS                 | 21        |
| 2.3      | MODELLBASERADE ANALYSER                  | 22        |
| <b>3</b> | <b>ENERGISYSTEMANALYS AV FJÄRRVÄRME</b>  | <b>23</b> |
| 3.1      | TIMES-SWEDEN                             | 23        |
| 3.2      | SVERIGES ENERGISYSTEM                    | 26        |
| 3.3      | MODELLRESULTAT                           | 28        |
| 3.4      | KÄNSLIGHETSANALYSER                      | 36        |
| <b>4</b> | <b>INPUT-OUTPUT ANALYS AV FJÄRRVÄRME</b> | <b>50</b> |
| 4.1      | INPUT-OUTPUT ANALYS PÅ NATIONELL NIVÅ    | 50        |
| 4.2      | INPUT-OUTPUT ANALYS PÅ KOMMUNAL NIVÅ     | 56        |
| 4.3      | SAMMANFATTNING INPUT-OUTPUT ANALYS       | 60        |
| <b>5</b> | <b>KOMPLETTERANDE ANALYS</b>             | <b>62</b> |
| 5.1      | AVFALLSMARKNADEN                         | 62        |
| 5.2      | INDUSTRIELL SPILLVÄRME                   | 64        |
| 5.3      | BIOBRÄNSLE                               | 66        |
| 5.4      | TORV                                     | 67        |
| 5.5      | KAPACITET I ELNÄT                        | 69        |
| 5.6      | RESTERANDE BRÄNSLEN OCH TEKNIKER         | 71        |
| 5.7      | FJÄRRKYLA                                | 72        |
| 5.8      | FLEXIBILITET I ENERGISYSTEMET            | 73        |
| 5.9      | LEVERANSSÄKERHET                         | 74        |
| 5.10     | SAMMANFATTNING KOMPLETTERANDE ANALYS     | 75        |
| <b>6</b> | <b>SLUTSATSER</b>                        | <b>77</b> |
|          | <b>REFERENSER</b>                        | <b>80</b> |
|          | <b>BILAGA</b>                            | <b>82</b> |

# 1 INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

Fjärrvärme är det i särklass vanligaste uppvärmningssättet i Sverige, givet en marknadsandel på cirka hälften av all levererad värme. Det är framförallt i flerbostadshus och lokaler som fjärrvärme är vanligast förekommande, cirka 80 procent av alla flerbostadshus i Sverige har fjärrvärme. Endast 12 procent av småhusen är anslutna till fjärrvärmenäten och dessa står även för en relativt liten mängd levererad värme (Energimarknadsinspektionen, 2011). Att fjärrvärme har en sådan dominerande ställning på värmemarknaden är inte alltid självklart för gemene man i Sverige, givet det minskande förtroende som har växt fram under senare år. Det minskade förtroendet för fjärrvärmen har ett antal förklarande faktorer. En av dessa är knutna till den allmänna relativprisökningen av energiråvaror (inklusive fjärrvärme) under den första delen av 2000-talet, vilket skedde i samband med den gröna skatteväxlingen och skiftet i världsmarknadspriser på energiråvaror. En annan förklarande faktor till den minskade kundförtroendet kan härledas till avregleringen av fjärrvärmemarknaden, vilken har bidragit till att en allt skarpare kritik har riktats mot fjärrvärmeföretagens starka ställning i relation till kunderna (SOU 2011:44).

En stor förändring på fjärrvärmemarknaden skedde i och med elmarknadsreformen 1996, som även inkluderade fjärrvärmeverksamheten för att inte snedvrider konkurrensen mellan el och fjärrvärme. Denna reform innebar att de tidigare kommunalägda fjärrvärmebolagen, som stod under kommunallagens självkostnads- och likställighetsprinciper, nu skulle bedrivas på affärsmässig grund (SOU 2011:44). En konsekvens av detta var att bolagen nu kunde drivas med vinst och ett flertal av de tidigare kommunalägda bolagen såldes även till privatägda aktörer (Andersson och Werner, 2005).<sup>1</sup> Givet att fjärrvärmemarknaderna, vilka är begränsade till det lokala nätverket, kännetecknas av naturliga monopol i distributionen har dagens situation med fri prissättning allt mer ifrågasatts. De stora skillnaderna i pris mellan de olika fjärrvärmebolagen har under det senaste decenniet uppmärksammats i två statliga utredningar (SOU 2004:136 och SOU 2011:44) där den senare har i mer detalj behandlat frågan om att öppna upp fjärrvärmemarknaderna för konkurrens. De bägge utredningarna har dock inte löst denna fråga och därför finns ett fortsatt stort behov att vidare kartlägga fjärrvärmens roll i Sverige. Inom fjärrvärmebranschen upplever man idag att det, bortsett från konkurrensfrågan, finns en ganska liten kunskap om fjärrvärmens samhällsekonomiska effekter.

I de diskussioner som förs kring framtidens energisystem hänvisas ofta till samhälls-ekonomi för att analysera och utforma relevanta styrmedel. I dessa sammanhang finns därmed ett behov att klargöra fjärrvärmens samhällsekonomiska effekter, något som i stor utsträckning saknas i befintlig forskning. Att fjärrvärmen är

---

<sup>1</sup> Under perioden 1990-2004 såldes 70 tidigare kommunala energibolag (med fjärrvärmeverksamhet) till privata aktörer.

ett effektivt och miljövänligt energialternativ konstateras bland annat i Sköldberg m.fl. (2011). Detta projekt har en bredare ansats och ämnar studera de samhällsekonomiska effekterna av fjärrvärme i Sverige. Projektet kommer även att analysera fjärrvärmens effekt på makroekonomiska variabler, vilket kan användas för att göra analyser av syssel-sättningseffekter och bidrag till ekonomisk tillväxt.

## 1.2 Syfte

Det övergripande syftet med projektet är att belysa de samhällsekonomiska effekterna av fjärrvärme i det svenska energisystemet. Avsikten är att försöka klargöra och kartlägga fjärrvärmens samhällsekonomiska bidrag i Sverige. Projektet analyserar effekter ur två geografiska perspektiv: nationell och regional nivå. För att belysa effekterna nationellt kommer en energimarknadsmodell att användas (TIMES-Sweden) där energisystemet i nuläget kommer att jämföras med ett alternativ utan fjärrvärme. Baserat på samma scenarier analyseras effekter på sysselsättning och makroekonomi med input-output analys och på regional nivå med hjälp av modellsystemet rAps (regionalt analys- och prognossystem).

## 1.3 Projektets genomförande

Den samhällsekonomiska analysen genomförs i flera steg. Inledningsvis definieras förutsättningarna för analysen. Här kommer nytta dras av tidigare utförda samhällsekonomiska analyser, både gällande fjärrvärmemarknaden (se t.ex. ÅF 2012; Sköldberg m.fl. 2011) men även gällande andra marknader (se t.ex. WSP 2012). Dessa rapporter ger en bakgrund till den analys som genomförs. Dessutom har den referensgrupp som har varit knuten till projektet på många sätt bidragit till att utforma analyserna.

Projektet utgår från två olika scenarier:

Jämförelsealternativ (JA) – Energisystemet med fjärrvärme (Med FV)

Utredningsalternativ (UA) – Energisystemet utan fjärrvärme (Utan FV)

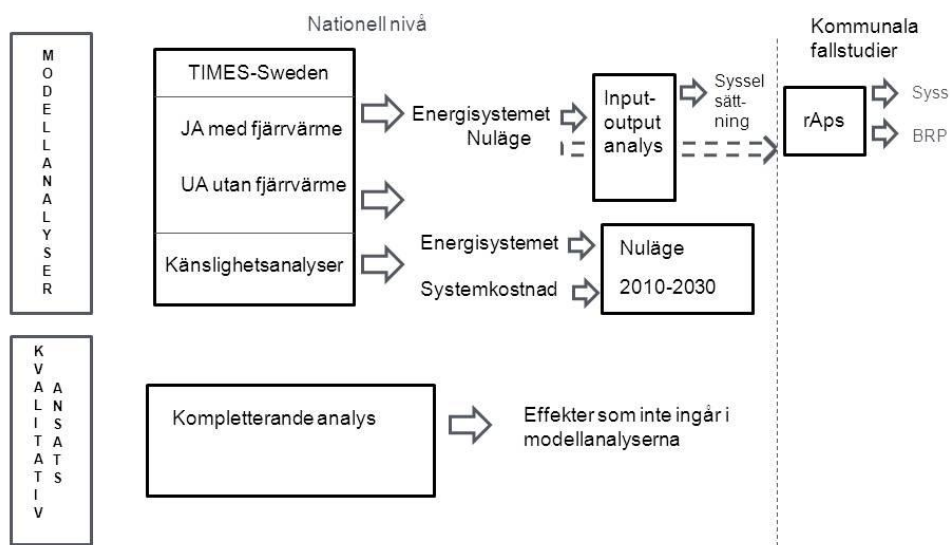
Skillnaden mellan Jämförelsealternativet (JA) och Utredningsalternativet (UA) kan i analysen översättas till frågan; vilka är de samhällsekonomiska effekterna om fjärrvärmeproduktionen plockas bort och ersätts med annan energiproduktion?

I ett första steg belyser projektet effekterna på energisystemet i Sverige genom att använda en heltäckande energimarknadsmodell, TIMES-Sweden. Modellen beräknar först jämförelsealternativet (Med FV). I scenariot Utan FV plockas fjärrvärmens bort år 2005 varefter modellen beräknar resultatet givet de nya förutsättningarna. Resultaten av modellkörningarna kommer bland annat att ge en bild av produktion (fördelat på energibärare), systemkostnader och elpris. Energimarknadsmodellen används för att belysa effekterna på nuläget och de dynamiska effekterna till 2030. De referensantaganden som används i modellkörningarna varierar i ett antal känslighets-

analyser. Denna analys är riktad till att se hur ett energisystem med och utan fjärrvärme påverkas av olika sannolika förändringar av energi- och klimatpolitiken. Resultaten redovisas både för ett nuläge och till år 2030. Nuläget i TIMES-Sweden utgörs av referensåret 2010. Modellen utgår från normalårskorrigerade värden för 2010.

För att skatta effekterna på sysselsättningen som uppstår i utredningsalternativet (Utan FV) i förhållande till jämförelsealternativet (Med FV) tillämpas input-output analys. Utdata från TIMES-Sweden översätts till produktionsvärde för nuläget och blir indata i input-output analysen. Skillnaden mellan Jämförelsealternativet (JA) och Utredningsalternativet (UA) kan i den här analysen översättas till frågan; vad händer med produktionen och sysselsättningen i Sverige om fjärrvärmeproduktionen plockas bort och ersätts med annan energiproduktion?

Figuren nedan visar en schematisk bild av analysstrukturen.



Figur 1. Analysstruktur

## 1.4 Avgränsningar

Projektet avser, som beskrivits ovan, att undersöka de samhällsekonomiska effekterna av fjärrvärme. Detta genom att tillämpa en energimarknadsmodell för att analysera en situation där det svenska energisystemet presenteras både med och utan fjärrvärme. Vi är väl medvetna om att detta är en "naiv" analys, det vill säga hade vi inte haft fjärrvärme i samma utsträckning i Sverige idag hade givetvis andra energipolitiska beslut tagits, vilket hade påverkat Sveriges energibalans. Avsikten med den valda ansatsen är att på ett enkelt sätt kartlägga några av de effekter som fjärrvärmerna genererar i energisystemet idag och i framtiden. Att andra energipolitiska beslut hade

tagits givet en annan riktning på värmemarknaden (som inte hade inneburit den kraftiga utväxten av fjärrvärmesystemen) kan vi inte, och ämnar vi inte, analysera vidare. Analysen måste av denna anledning endast göras utifrån detta perspektiv, det vill säga ”Vad blir effekterna av att ’ta bort’ fjärrvärmen från dagens svenska energisystem?”

## 2 BAKGRUND

### 2.1 Andra studier

#### 2.1.1 Fjärrvärmens i framtiden

Utgångspunkten för Profus Fjärrsynsprojekt, se Sköldberg m.fl. (2011), är fjärrvärmens framtid och konkurrenskraft i en omvärld där efterfrågan på fjärrvärme minskar. Fram till 2025 bedöms inte nyanslutningarna att helt kunna kompensera för den minskade efterfrågan från befintliga kunder. Detta beroende på intensiva effektiviseringsåtgärder, att marknaden för nyanslutningar inte är ekonomiskt attraktiv på grund av glesare områden och att konkurrensen ökar för den redan existerande fjärrvärmens från allt effektivare värmepumpar. Trots en beräknad minskning av fjärrvärmeleveranserna med 10 procent mellan 2007 och 2025 bedöms fjärrvärmens ändå kunna behålla sin marknadsandel under förutsättning att konvertering till fjärrvärme och satsningar på nyanslutningar fortsätter.

Fjärrsynsprojektet som redovisades 2011 hade som syfte att studera hur fjärrvärmens påverkas av olika energi- och klimatpolitiska mål och styrmedel samt hur fjärrvärmens kan göras mindre känslig mot omvärldsförändringarna och samtidigt utnyttja sina fördelar ur resurshushållnings- och klimatsynpunkt. De övergripande analyserna av hur en rad omvärldsförändringar och styrmedel påverkar fjärrvärmens genomfördes med den nordiska energimarknadsmodellen MARKAL. Analyserna fördjupades sedan med fallstudier för sex fjärrvärmesystem i syfte att identifiera hur olika fjärrvärmesystem på lokal nivå reagerar på förändringar i omvärldsförutsättningarna. Fallstudierna genomfördes med Martes-modellen som är en simuleringsmodell för fjärrvärmeproduktion.

Dessutom illustrerades konkurrensförhållandet mellan fjärrvärme och värmepump i ett antal kompletterande analyser. En analys handlar om hur prissättningsmodellen på fjärrvärme påverkar, dels incitamenten till delkonvertering, dels fjärrvärmeföretagens intäktsbortfall. Analysen av priser baserades, dels på samtliga fjärrvärmekommuner, dels på fördjupade studier av 15 kommuner. En annan analys belyste klimateffekterna av fjärrvärme i jämförelse med bergvärmepump. Beräkningen av klimateffekten genomfördes med hjälp av energimarknadsmodellen MARKAL. Som utgångspunkt användes ett referensfall för det nordiska energisystemets utveckling under perioden 2015-2035. Referensfallet jämfördes med två alternativa utfall. En beräkning där fjärrvärmens i Sverige ökar med 2 TWh jämfört med referensfallet, samtidigt som användningen av bergvärmepumpar minskar med lika mycket och en annan beräkning där användning av bergvärmepumpar ökar med 2 TWh jämfört med referensfallet och där fjärrvärmeanvändningen minskar med lika mycket.

I analyserna av omvärldsförändringarna framkommer att skärpta klimat- och förnybarhetsmål endast har en begränsad påverkan på fjärrvärmeproduktionens utveckling. Fjärrvärmens marginalkostnader förblir relativt opåverkade, och under

vissa antaganden sjunkande, vilket antyder att fjärrvärmen har god konkurrensförmåga. Av EU:s mål till 2020 påverkas fjärrvärmen mest av effektiviseringsmålet. Både fjärrvärmeproduktionens storlek och produktionsmix berörs. Effektiviseringsmålet minskar även elproduktionen från kraftvärmeverken med upp till 5 TWh. Naturgas och biomassa är de bränslen som minskar mest, medan avfallskraftvärme fortsätter att byggas ut även när priset på utsläppsrätter och elcertifikat är högt. Analyserna på lokal nivå visar att de förändrade omvärldsförutsättningarna endast i begränsad omfattning gör det lönsamt att bygga ut fjärrvärmen. Slutsatsen om avfallskraftvärmens konkurrensfördel bekräftas av att avfallsförbränning är det alternativ som i de lokala analyserna faller ut som attraktivt i de system där det är lönsamt att bygga ut.

Beräkningarna av klimateffekterna av fjärrvärme kontra bergvärmepump visar att ur ett energisystemperspektiv ger fjärrvärme mindre koldioxidutsläpp än när bergvärme-pump väljs. Ökningen av fjärrvärme med 2 TWh och motsvarande minskning av bergvärmepump leder till att användningen av förnybara bränslen ökar, medan gratisvärme till bergvärme och marginalbränslena naturgas samt kol minskar. I beräkningarna där bergvärmen ökar med 2 TWh och ersätter samma mängd fjärrvärme är utvecklingen den motsatta. Resultatet är att fjärrvärmen på marginalen ger en mindre klimatpåverkan än bergvärme.

Analyserna av hur priset påverkar lönsamheten vid delkonvertering till bergvärmepump visar att en helt rörlig fjärrvärmetaxa och en 10 procentig real prisökning till 2020 gör det lönsamt att konvertera till bergvärmepump i cirka hälften av fjärrvärmekommunerna. När fjärrvärmeföretaget tar ut en taxa som även inkluderar effektbaserade priser och fasta avgifter förbättras fjärrvärmens konkurrensförmåga gentemot bergvärmepump. Analyserna av hur taxestrukturen påverkar fjärrvärmeföretagens lönsamhet visar att en stor andel rörligt pris inte avspeglar effekterna på företagets verkliga kostnader vid delkonvertering. En taxa som reflekterar de bakomliggande kostnaderna behöver inkludera säsongs- och effektbaserade komponenter. Slutsatsen är att en helt rörlig fjärrvärmetaxa ger felaktiga (alltför stora) incitament till delkonvertering. En taxa som är kostnadsbaserad möjliggör mer korrekta pris-signaler genom att den avspeglar hur kostnaderna påverkas i ett fjärrvärmeföretag om fjärrvärmeleveranserna till en kund upphör.

Modellkörningarna med MARKAL visar att EU:s effektiviseringsmål har den största påverkan på efterfrågan på fjärrvärme i framtiden. Sköldberg m.fl. (2011) konstaterar dock att hur effektiviseringen av bebyggelsen omsätts i styrmedel och handling kan påverka de framtida fjärrvärmeleveransernas storlek kraftigt.

### 2.1.2 Behövs fjärrvärme?

Frågeställningen i Byman och Jernelius (2012) handlar om vilka konsekvenser en halvering av energianvändningen i bebyggelsen till 2050 kommer att få. Utifrån två metoder att nå målet i befintlig bebyggelse: 1) tilläggsisolering och 2) värmepumpar och solfångare tar författarna fram scenarier. Scenario 1 innebär att fjärrvärmen

behåller sin marknadsandel men tappar 50 procent av försäljningen. I Scenario 2 sjunker fjärrvärmens marknadsandel och tappar 73 procent av försäljningen.

För att representera 2050 utgår författarna från data för köpt energi under 2010. Analysen omfattar de 43,4 TWh som används i flerbostadshus och lokaler (användningen i småhus som var 5,8 TWh år 2010 ingår således inte). I Scenario 2 används värmepumpar och solfångare för att halvera energianvändningen till 21,7 TWh. För att generera denna mängd energi med värmepump behövs ett tillskott på 9,7 TWh el. Det betyder att i Scenario 2 måste 31,4 TWh fjärrvärme ersättas ( $21,7 + 9,7$ ). Författarna skalar således ner 2010 års användning till de tänkta nivåerna 2050. En viktig skillnad mot ansatsen i föreliggande studie är att Byman och Jernelius inte använder någon energimarknadsmodell.

Författarna beräknar effekterna på koldioxidutsläpp på kort och lång sikt samt för marginalet och medelet. I Scenario 2 blir utsläppen större vid antagande om att spetsel produceras med marginalet (3 400 tusen ton per år). Detta jämfört med 2 062 tusen ton koldioxid per år i Scenario 1. Författarna anger att på lång sikt är scenarierna nära nog likvärdiga, särskilt när hänsyn tas till eventuella osäkerheter.

Resurseffektivitet beräknas genom att ta hänsyn till åtgången av primärenergi och här är det en tydlig skillnad mellan scenarierna. I Scenario 1 är energibesparingen 50 procent genom de 15 TWh primärenergi som sparas in. I Scenario 2 är reduktionen cirka 20 procent: primärenergi från värme minskar från 30 till 8 TWh och primärenergin från el ökar med 16 TWh. Scenariernas energiåtgärder kostnadsberäknas och författarna kommer fram till att de odiskonterade kostnaderna för energiåtgärder i byggnader är cirka tre gånger större i Scenario 1 (578,5 miljoner) än i Scenario 2 (188,6 miljoner).

Studien lämnar dock en del frågor öppna. Till exempel menar författarna att det ökade effektbehovet som uppkommer i Scenario 2 ska kunna hanteras genom förbättrad styrning av efterfrågan. När det gäller påverkan på efterfrågan på fjärrvärmens insats-varor förväntas efterfrågan på svenska skogsbränslen vara oförändrad med motiveringen att EU har satt upp mål om ökad användning av förnybar energi. Kostnaden för avfallshantering väntas bli högre oavsett om det destrueras i Sverige eller går på export. För fjärrvärmens del nämns att inkomstbortfallet kan leda till höjda priser på fjärrvärme och att bolag kan komma att gå i konkurs.

### 2.1.3 Det aktuella projektet

De refererade studierna analyserar fjärrvärmens roll i ett framtida energisystem med en sjunkande efterfrågan på värme för uppvärmning. Båda studierna kommer fram till att fjärrvärmens har en roll att fylla på en krympande marknad. Fjärrvärmens påverkas visserligen inte i någon större utsträckning av skärpta klimat- och förnybarhetsmål, den är konkurrenskraftig och har klimatfördelar. Samtidigt finns det risker för att fjärrvärmens trängs undan på grund av bristfälliga incitament, oavsett om det gäller styrmedel, prissättning eller kostnader för att realisera energieffektiviseringen i bebyggelsen. De nämnda osäkerheterna om fjärrvärmens framtid är en utgångspunkt

för detta projekt, men vi har valt att anlägga en bredare ansats. Den centrala frågeställningen handlar om att få svar på frågan om vad som händer i Sveriges energisystem om fjärrvärmeproduktionen plockas bort, hur sysselsättningen påverkas och vilka andra samhällsekonomiska effekter som skulle uppkomma.

## 2.2 Samhällsekonomisk analys

Syftet med en samhällsekonomisk analys är att inkludera samtliga effekter som påverkar samhället (som innefattar både individer och företag) i analysen. Detta är med andra ord en bredare ansats än exempelvis företagsekonomiska analyser som i de flesta fall enbart baseras på kalkyler av betalningsströmmar. Inledningsvis i en samhällsekonomisk analys identifieras viktiga effekter och därefter skall dessa effekter kvantifieras och värderas i den mån det är möjligt. Utgångspunkten för värderingen av effekterna i den samhällsekonomiska analysen är individernas och företagets egna värderingar. Här kan marknadspriser ge en bra fingervisning, men många effekter är svåra att värdera enbart i monetära termer. Detta innebär dock inte att dessa effekter inte är mindre viktiga. Av denna anledning kommer resultatet från de kvantitativa modellanalyserna att kompletteras med en kvalitativ beskrivning av effekter som är svåra att värdera monetärt.

I likhet med WSP (2012) avser denna rapport att uppskatta storleken och omfattningen på de effekter som inte kvantifieras eller värderas monetärt i energimarknadsmodellen. I syfte att lyfta fram betydelsen av de icke-monetära effekterna kommer en systematisk metod för att bedöma dessa effekter att appliceras. Metoden baseras på Naturvårdsverket (2003). De kriterier som används i den kompletterande analysen för bedömning av de kvalitativa effekterna är:

*Effektens storlek:* detta kriterium avser att beskriva hur stor sannolikheten är att effekten inträffar och vilken utsträckning effekten har.

*Värdering av effekten:* detta kriterium avser att diskutera omfattningen på effekten, dvs. hur stora kostnader eller nyttor som effekten sannolikt får.

Betygssättningen följer en skala mellan 1 till 3, där siffran 1 ges för en liten effekt, siffran 2 för en måttlig effekt och siffran 3 för en stor effekt. Det bör påpekas att denna metod bygger på bedömningar och det är svårt att frånsä att dessa i viss mån är subjektiva. I syfte att eftersträva transparens i bedömningarna kommer vi att motivera och redovisa på vilka grunder bedömningarna är gjorda.

De identifierade effekterna som ingår i den samhällsekonomiska bedömningen av fjärrvärmens i Sverige presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Samhällsekonomiska effekter av fjärrvärmen

| Kvantitativ modellberäknad analys<br>(TIMES-Sweden och rAps) | Kompletterande analys<br>avser effekter på |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Sveriges energisystem                                        | Avfallsmarknaden                           |
| Systemkostnad                                                | Industriell spillvärme                     |
| Sysselsättning (direkt och indirekt)                         | Biobränsle                                 |
| Bruttoregionprodukt                                          | Torv                                       |
|                                                              | Kapacitet i elnät                          |
|                                                              | Fjärrkyla                                  |
|                                                              | Flexibilitet i energisystemet              |
|                                                              | Leveranssäkerhet                           |

## 2.3 Modellbaserade analyser

I projektet genomförs en rad modellbaserade analyser. Att modeller används gör det möjligt att studera komplexa samband. De kan ses som samhällsvetenskapens försök att genomföra kontrollerade experiment. Samtidigt är alla modeller förenklingar av verkligheten. Det betyder att förenklade antaganden måste göras och att resultaten behöver tolkas med förenklingarna i minnet. Ett exempel på en förenkling från trafikområdet är att alla som kör på en viss vägsträcka följer hastighetsbegränsningarna. Om trafikmodellen har räknat ut att det tar 20 minuter att köra mellan punkt A och punkt B, så gäller resultatet givet antagandet att alla följer hastighetsbegränsningen.

För att en modellanalys ska vara till hjälp är det viktigt att modellen fångar upp relevanta aspekter av verkligheten för ett visst syfte. Modellen ska innehålla variabler som teoretiskt kan kopplas till det man ska studera. Antagandena får inte strida mot varandra och slutsatserna ska följa av antagandena. I verkligheten finns det avvikelser från antagandena. En grund för antagandena är att det finns en normalfördelning, där oförklarade avvikelser mellan förväntad effekt och verklig effekt är normalfördelad. Med andra ord, underskattningarna tar ut överskattningarna.

## 3 ENERGISYSTEMANALYS AV FJÄRRVÄRME

### 3.1 TIMES-Sweden

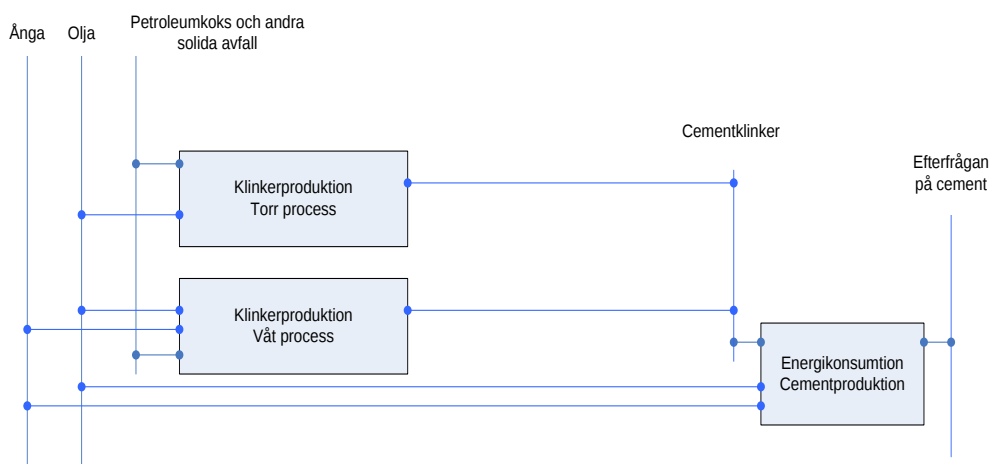
TIMES-Sweden är en TIMES baserad modell som delar struktur med Pan European TIMES-modellen (PET-modellen). PET-modellen utvecklades inom två olika EU finansierade projekt, NEEDS och RES2020, och finns dokumenterad på RES2020 hemsida.<sup>2</sup> TIMES är ett modellverktyg utvecklad av den energisystemanalytiska forskarmiljön kring ETSAP.<sup>3</sup> TIMES är teknikdetaljerade optimeringsmodeller som minimerar kostnaden för att möta en given efterfråga under definierade randvillkor/begränsningar. Efterfrågan är definierad som tjänster, ”energy services”. Efterfrågan kan vara allt från nyttiggjord energi för uppvärmning i ett rum i PJ, personkilometer i lokaltrafiken till Mton aluminium. Randvillkor kan till exempel vara begränsad tillgång på biobränsle eller en koldioxidbegränsning. I en TIMES-modell beräknas en partiell jämvikt på energimarknaden. Vid denna jämvikt produceras exakt så mycket som konsumenterna är villiga att köpa och det totala överskottet (konsument- plus producentöverskott) är maximerat. Det här jämviktsvillkoret är närvarande vid varje del av energisystemet och beräknas med hjälp av linjärprogrammering (LP). TIMES-modeller utgår från att det råder fullständig konkurrens och perfekt information på energimarknaden. Detta innebär att aktörerna har fullständig kunskap om den rådande och den framtida utvecklingen av olika parametrar och därmed kan TIMES-modellen beräkna den optimala lösningen för samtliga tidsperioder.

TIMES-modeller inkluderar både teknikrelaterade variabler och flödesrelaterade variabler, vilket innebär att det är lättare att skapa mer flexibla processer och begränsningar. Tekniker och processer är beskrivna med hjälp av ett antal tekniska och ekonomiska parametrar. Således är varje teknik explicit identifierad och särskild från alla andra tekniker i modellen. Detta gör det inte minst lättare att beskriva användarsidan vilken ofta är mer ”flödesintensiv”. Figur 2 illustrerar ett exempel på hur cementindustrin, en energiintensiv användarsektor, kan modelleras i TIMES. Efterfrågan på cement (miljoner ton) ges exogent till modellen. Valet av olika energibärare i de olika användarkategorierna beräknas endogent i modellen. TIMES modellerar produktionsteknologierna och deras energibehov, och valet mellan de olika produktionsprocesserna sker utifrån kostnadsminimeringsprincipen. Andra energiintensiva industrier, såsom järn- och stålindustrin och papper- och massaindustrin, har en liknande men betydligt mer komplex uppbyggnad i TIMES-Sweden (liksom i PET-modellen). Övriga användarsektorer – bostad, service, transport och

<sup>2</sup> RES2020 hemsida uppdateras av The Centre for Renewable Energy Sources and Saving (CRES), Grekland: <http://www.cres.gr/res2020/index.htm>

<sup>3</sup> ETSAP är en förkortning för ”The Energy Technology Systems Analysis Program” och är ett av The International Energy Agency (IEA) så kallat ”Implementing Agreement”. [www.iea-etsap.org](http://www.iea-etsap.org)

jordbruk – modelleras också utifrån likartade principer. Utgångspunkten är efterfrågan på olika energitjänster; varma rum (m<sup>2</sup>), kollektivtrafik (antal passagerare) etc. Existerande efterfrågetjänster finns angivna i Bilaga 1 och det finns möjlighet att inkludera nya efterfrågetjänster om behov och motiv finns. Utifrån dessa, och givet de olika produktionsteknologierna, modelleras efterfrågan på olika energibärare (Loulou m.fl. 2005).

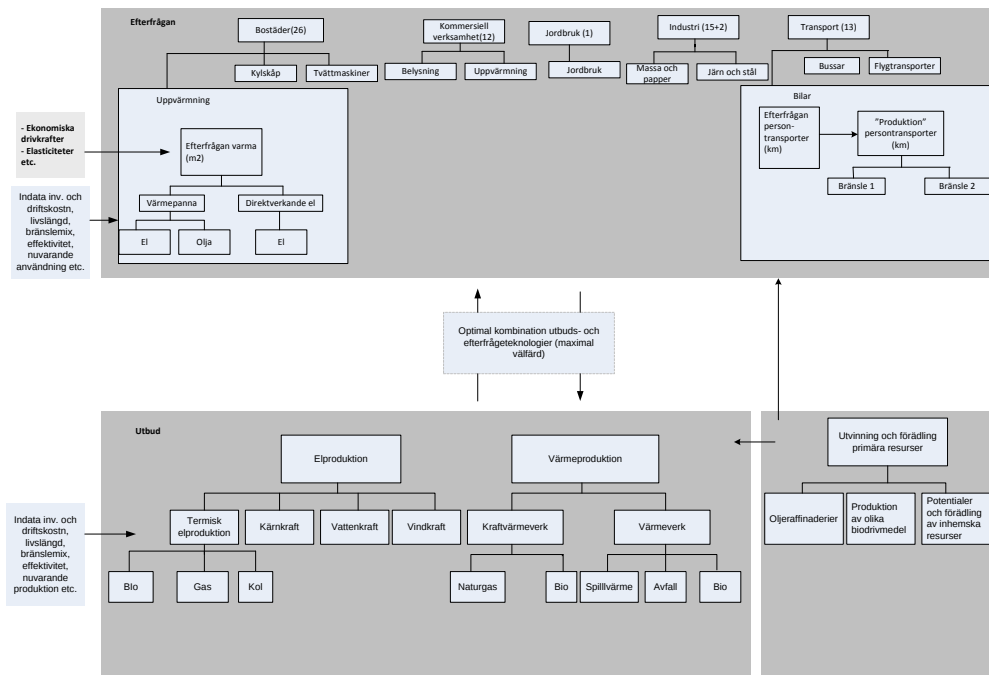


Figur 2. Exempel på hur cementindustrin kan beskrivas i TIMES.

TIMES är konstruerad på ett sådant sätt att antalet teknologier och deras relativa struktur förändras helt och hållet av den datamängd som ges till modellen, utan att ändra modellekvationer. Med andra ord är modellen i stor utsträckning datadriven vilket implicerar att olika delar av energisystemet kan modelleras i än större detalj genom att bygga ut databasen för önskvärda sektorer. Modelleringen av energi-användningen i processer är en fördel då olika styrmedel för energieffektivisering ska studeras genom att efterfrågan på energi bestäms endogen och modellen explicit kan beskriva hur investeringar i olika energieffektiviserande åtgärder påverkas av förändrade incitament och/eller regleringar av olika slag.

Energisystemmodeller som TIMES utgår från referensenergisystemet och modellerna inkluderar ofta hela energisystemet från primär energi till efterfrågetjänsten. Detta skiljer sig från många andra modeller som ofta slutar vid slutlig energianvändning, dvs. den energi som köps av slutkonsumenten, vilken är enkel att mäta och motsvarar de rörliga kostnaderna konsumenterna har för sin energianvändning. Konsekvensen av att sluta vid slutlig energianvändning blir att energieffektivisering eller teknikbyte i slutanvändning inte kan modelleras. Energisystemmodeller går ofta längre och inkluderar omvandlingen av slutlig energi till användbar energi, t.ex. konverteringen av biopellets till värme i bostadshus. För vissa segment fångar beskrivningen även in omvandlingen till slutlig produkt, t.ex. stål. Energisystemmodeller fångar därmed även in alternativa metoder att omvandla den köpta energin.

TIMES-Sweden inkluderar hela Sveriges energisystem strukturerade som 7 sektorer och mer än 80 olika efterfrågesegment. Sektorerna är Jordbruk (AGR), Hushåll och bostäder (RSD), Service och tjänstesektorn (COM), Transport (TRA), Industri (IND), Energiomvandlingssektorn (SUP) och El- och fjärrvärmesektorn (ELC). I jordbruk ingår även skog och fiske. Service och tjänstesektorn är fokuserad på lokaler och innefattar även offentlig verksamhet såsom sjukhus, idrottsanläggningar. De olika efterfrågesegmenten i TIMES-Sweden och exempel på energibärare finns beskrivna i Bilaga 1. Valet av energibärare och industrisektorn är baserad på Eurostat och har därefter anpassats för att beskriva nödvändiga interaktioner. Figur 3 illustrerar översiktligt TIMES-modelleringen av hela energisystemet (inom de streckade linjerna), såsom det ser ut inom ramen för den svenska versionen, TIMES-Sweden.



Figur 3. Representationen av Sveriges energisystem i TIMES-Sweden, källa: Söderholm m.fl. (2010)

I figuren är samtliga användargrupper specificerade; bostäder, kommersiell/offentlig verksamhet, jordbruk, industri och transport. Varje användargrupp är indelad i olika undergrupper (segment) varav figuren endast belyser ett fåtal. Exempelvis innehåller bostadsegmentet totalt 26 olika undergrupper inom en rad olika kategorier såsom matlagning, belysning, torkskåp, diskmaskiner, tvättmaskiner, varmvatten och uppvärmning i olika typer av bostäder.

Modellen körs nu inte med någon prisåterkoppling. För hushållen innebär detta att t.ex. uppvärmd yta antas vara konstant oavsett vad som händer med priset på energin (uppvärmd yta beräknas om till en energienhet). Om priset går upp, skulle man kunna tänka sig att folk drar ner temperaturen eller väljer att bo i mindre bostäder, men

dessas faktorer har ej tagits hänsyn till i den nuvarande tillämpningen av modellen. På samma sätt ges till modellen antalet km per person som körs med bil, men den tar inte hänsyn till att bilåkandet kan bytas ut mot kollektivtrafik om priset på drivmedel skulle öka. Däremot finns det en prisåterkoppling mellan inköpt mängd energi. Eftersom slutlig energianvändning beräknas endogent, dvs. om konsumenten byter från direktverkande el till värmepump minskar mängden inköpt el. På samma sätt blir bränslesnåla bilar i modellen mer ekonomiskt attraktiva om priset på drivmedel ökar.

### 3.2 Sveriges energisystem

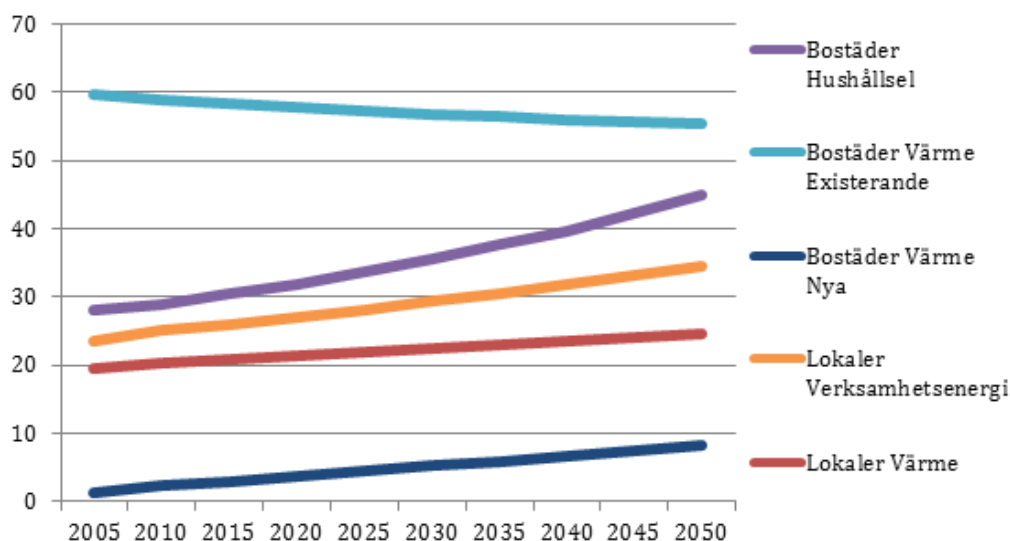
TIMES-Sweden fokuserar på energi-, material-, emissions- och certifikatflöden. För energibärare med exogena priser ges pris för varje tidsperiod. Basåret kalibreras med avseende på att få en korrekt energibalans (de främsta källorna är Eurostat, SCB och Energimyndigheten). Basåret är 2000, med kalibrering för 2005. TIMES-Sweden är en dynamisk modell där antaganden även definieras för efterföljande år. Efterfrågeutvecklingen och utvecklingen av energiprodukter som handlas på globala marknader (t.ex. kol, naturgas och olja) är exogena parametrar, liksom styrmedel, energi- och miljömål. Den valuta som används är Euro i 2005 års priser. De energipriser som används är IEA:s World Energy Outlook, 2011. Skattesatser används direkt i modellen och växelkurs samt KPI från 2005 är från SCB och Eurostat. Elcertifikat finns representerat i modellen och priset beräknas endogent, information kring kvotplikt har hämtats från Energimyndigheten.

Det är viktigt att poängtera att modellen är normalårsbaserad, vilket innebär att den inte överensstämmer med verkligheten de år som vi exempelvis har antingen betydligt lägre eller högre genomsnittstemperaturer i Sverige. Av denna anledning kommer resultaten från energimodellkörningarna för 2010 (som analyseras nedan) inte att exakt överensstämma med hur det i verkligheten var, eftersom 2010 var ett kallt år i Sverige (i genomsnitt det kallaste sedan 1987 enligt SMHI). Gällande denna rapport är det dock inte viktigt att resultaten för 2010 med fjärrvärme i energisystemet stämmer exakt med hur det faktiskt var det året, eftersom syftet med rapporten är att analysera vad som händer om fjärrvärmens inte var en del av energisystemet. Antagandet om normalår påverkar med andra ord inte syftet att studera fjärrvärmens samhällsekonomiska effekter och dessutom möjliggör det för en dynamisk analys där vi kan studera hur energisystemet skulle anpassa sig till de ändrade förhållandena i framtiden.

#### 3.2.1 Modellantaganden

För att underlätta förståelsen av modellresultaten presenteras först centrala antaganden som ligger till grund för modellkörningarna. Antaganden som hålls konstanta i alla grundscenarion (dvs. både med respektive utan fjärrvärme) benämner vi från och med nu referensantaganden. Dessa antaganden kan komma att varieras i känslighetsanalysen. Det enskilt viktigaste antagandet i modellen är efterfrågeutvecklingen.

Figur 4 visar den aggregerade efterfrågan av hushållsel och värme i bostäder och lokaler<sup>4</sup>.



Figur 4. Energiefterfråga hushållsel och värme för bostäder och lokaler (TWh).

Efterfrågan baseras på antaganden om framtida befolkningsutveckling, personer per hushåll och förväntad bostadsareal. Existerande byggnader (Bostäder Värme Existerande) övergår till kategorin nya byggnader (Bostäder Värme Nya) allteftersom de förväntas förnyas. Värmebehovet för nya byggnader (och ombyggda byggnader) antas vara lägre per m<sup>2</sup> jämfört med existerande byggnader. Den över tid minskade värmeefterfrågan i existerande bostäder beror således på att kategorin omfattar ett minskande antal bostäder och inte på att själva uppvärmningsbehovet minskar. Vi kan se att den aggregerade efterfrågan förväntas öka för alla sektorer, då vi antar en ökad folkmängd och färre personer per hushåll vilket leder till ett ökat antal bostäder. Gällande efterfrågan på hushållsel i bostäder och verksamhetsenergi i lokaler är modellen baserad på antagandet att efterfrågan ökar med cirka 50 procent mellan åren 2010-2050.<sup>5</sup> Tabell 2 presenterar de antaganden som är gjorda gällande energipriser, pris för utsläppsrätter (ETS-priser) samt import och export av el. Tabellen, liksom modellen, redovisar alla priser i samma enhet. För modellens funktion är det viktigare att prisskillnaden mellan olika energibärare representerar de faktiska förhållandena än att de absoluta prisnivåerna är rätt.

<sup>4</sup> Lokaler inkluderar både existerande och nybyggda lokaler. Gruppen lokaler omfattar många olika typer av lokaler, allt från skolor, sjukhus, restauranger och hotell till kontor. Skillnaden i energibehov inom gruppen är större än variationen mellan existerande och nybyggda lokaler.

<sup>5</sup> Baserat på kommunikation med specialister inom hushållens energianvändning på WSP.

Tabell 2. Antaganden gällande energi- och ETS-priser (SEK<sub>2010</sub>)<sup>6</sup>

|                                             | 2010 | 2020 | 2030 |
|---------------------------------------------|------|------|------|
| Naturgas (SEK/MWh)                          | 184  | 255  | 287  |
| Naturgas (50 % pris) (SEK/MWh)              | 92   | 128  | 144  |
| Oljepris (råolja) (SEK/MWh)                 | 350  | 487  | 525  |
| Biomassa – flis (SEK/MWh)                   | 127  | 127  | 127  |
| Biomassa – träavfall (SEK/MWh)              | 173  | 173  | 173  |
| Biomassa – pellets/övrigt (SEK/MWh)         | 373  | 373  | 373  |
| Biomassa imp från Europa (SEK/MWh)          | 135  | 162  | 193  |
| Biomassa imp från Övriga världen (SEK/MWh)  | 162  | 194  | 232  |
| ETS-pris 4DS mål (SEK/ton CO <sub>2</sub> ) | 114  | 242  | 323  |
| ETS-pris 2DS mål (SEK/ton CO <sub>2</sub> ) | 114  | 323  | 725  |
| Elhandel – export (TWh)                     | 18,0 | 18,0 | 18,0 |
| Elhandel – import (TWh)                     | 14,7 | 14,7 | 14,7 |

Ytterligare ett viktigt antagande är diskonteringsräntan. Transportsektorn liksom energisektorn ses som stora infrastruktursystem och eftersom det primära syftet med studien är att analysera de samhällsekonomiska effekterna använder vi en så kallad samhällsekonomisk diskonteringsränta på 3,5 procent, i enlighet med ASEK 5 (Trafikverket 2012)<sup>7</sup>. Vi har valt en rak diskonteringsränta för alla berörda sektorer, vilket baseras på att vi primärt analyserar samhällsekonomiska effekter av fjärrvärmens i det svenska energisystemet. En sektorspecifik diskonteringsränta är mer lämpad för analyser som har för avsikt att analysera möjliga framtida investeringar.

### 3.3 Modellresultat

Här nedan presenteras resultatet från två olika körningar (baserade på referensantagandena) med respektive utan fjärrvärme. Både en statisk och en dynamisk analys kommer att presenteras. Den statiska analysen visar resultaten för ett år (2010) och den dynamiska analysen presenterar samma resultat från 2010 till 2030. Motivet till den dynamiska analysen är att se hur energisystemet över tid anpassar sig till en situation utan fjärrvärme.

Gällande modellresultaten vill vi tydliggöra att 2010 representerar ett nuläge i energi-systemet, men inte nödvändigtvis hur det verkligen förhöll sig 2010. I scenariot utan fjärrvärme har energisystemet fortfarande kvar en stor del av investeringarna som gjordes när fjärrvärme fanns som ett alternativ fram till 2005,

<sup>6</sup> Baserat på 1 SEK<sub>2010</sub> = 0,096 Euro<sub>2005</sub>

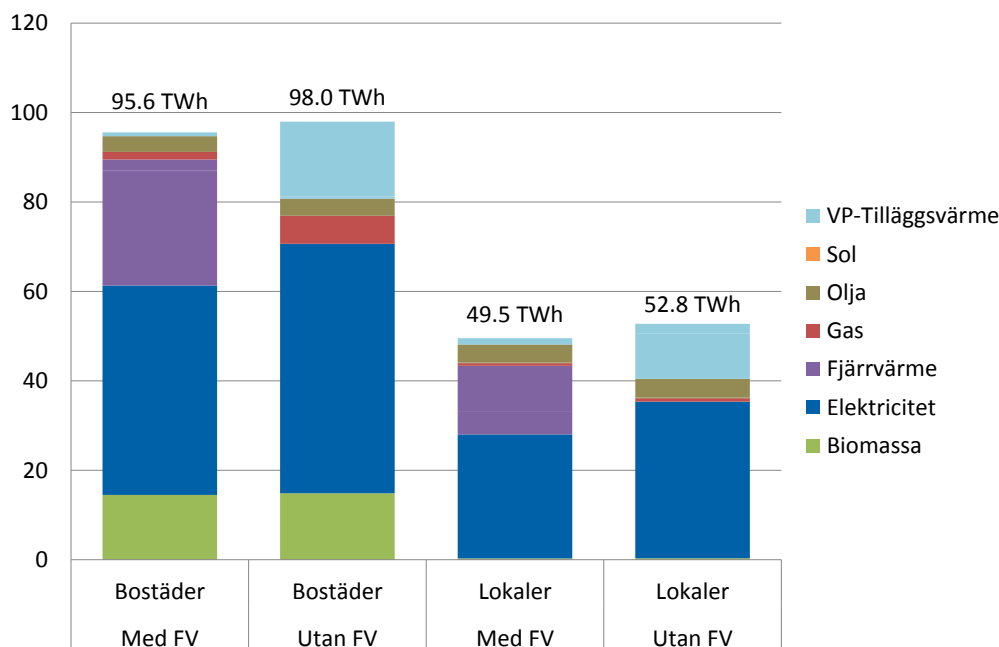
<sup>7</sup> Trafikverket (2012) Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5, se Kapitel 5 Övergripande kalkylparametrar.

vilket gör att bränsle-byte ställs mot nyinvestering. År 2020 kan analyseras som ett år när energisystemet har hunnit anpassa sig till de nya förutsättningarna, samt att elcertifikatsystemet är implementerat fullt ut. Medan det råder större osäkerhet kring analysen av år 2030, då elcertifikatsystemet nästan helt har fasats ut och därmed har mist sin kraft i att motiv-era nya investeringar i kraftproduktion från förnyelsebara energikällor. Osäkerheten gällande 2030 är mångbottnad, dels är modellresultat generellt svårbedömda vid ett skifte från en reform till en annan, och dels råder det osäkerhet gällande hur och när elcertifikaten kommer att fasas ut.

### 3.3.1 Slutlig energianvändning

Slutlig energianvändning för bostäder och lokaler för ett scenario med och utan fjärrvärme 2010 presenteras i Figur 5. Slutlig energianvändning syftar till den energi som köps in för att omvandlas till nyttig energi, dvs. den energi som omvandlas till rumsvärme, varmvatten samt till hushållsel. Det kan vara både energi som köps in som pellets, fjärrvärme och elektricitet, samt energi som är ”gratis” som solenergi (till solfångare) och tilläggsvärme (till värmepumpar). Energianvändningen är uppdelad på olika sektorer, generellt gäller att bränsle allokeras till den sektor som köper in bränslet. Undantaget är transportbränslen där vägtransporter är allokerade till transportsektorn, medan energi för arbetsfordon (t ex gräsklippare) är allokerade till respektive sektor.

Resultaten för 2010 visar att slutlig energianvändning ökar något både för bostäder och lokaler i scenariot utan fjärrvärme i energisystemet, en ökning med 2,5 procent för bostäder och 6,7 procent för lokaler. Tilläggsvärme är den lågtemperaturvärme som värmepumpen behöver, till exempel uteluft, jordvärme eller bergvärme dvs. ej inköpt energi. I bostadssektorn ser vi att andelen värmepumpar ökar kraftigt när fjärrvärme inte längre är en del av energisystemet. Vi ser även en ökning gällande elanvändningen, samt andelen gas i energisystemet. Mängden biomassa och olja är i princip densamma med och utan fjärrvärme. Resultaten för lokaler visar en liknande utveckling, dvs. andelen värmepumpar ökar kraftigt i kombination med en ökning av elanvändningen. Till skillnad från i bostadssektorn ser vi inte en lika stor ökning av gasanvändningen i lokaler. I stora drag är resultaten de vi förväntar oss, dvs. utan fjärrvärme i energisystemet ökar andelen värmepumpar i kombination med en ökad elanvändning.



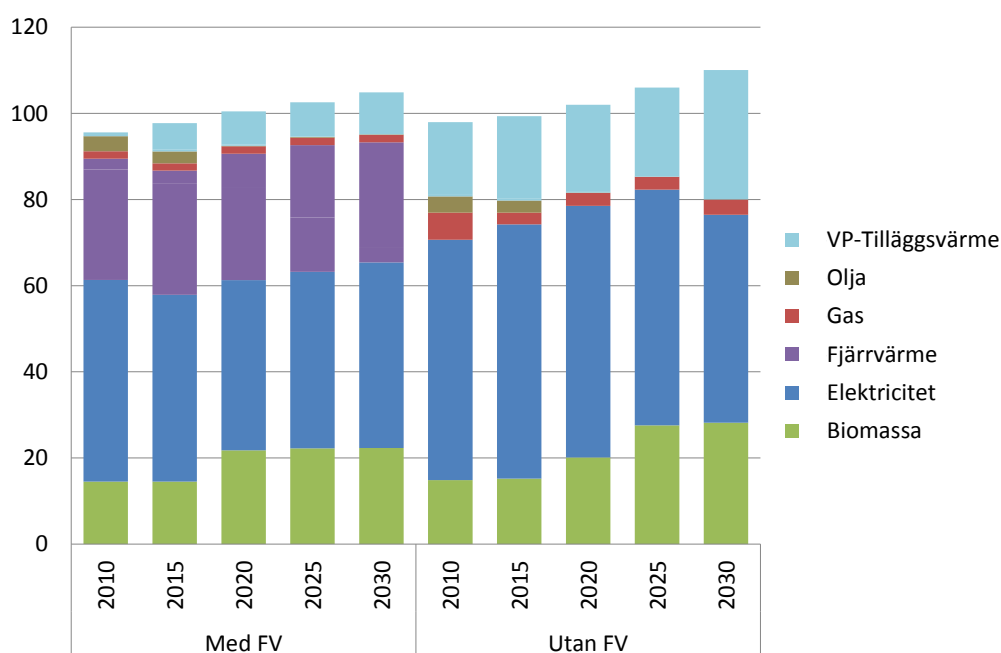
Figur 5. Slutlig energianvändning 2010 (TWh) med och utan fjärrvärme för bostäder och lokaler

När vi går över för att studera slutlig energianvändning över tiden ser vi ett liknande mönster. Figur 6 presenterar slutlig energianvändning i bostäder mellan 2010 och 2030 i ett scenario med och ett utan fjärrvärme. Om vi först studerar resultatet från scenariot med fjärrvärme kan vi se att modellen räknar med en viss ökning av energianvändningen fram till 2030, från 95,6 TWh 2010 till 104,9 TWh 2030. Vi ser en ökning av användningen av biomassa (från 14,5 TWh 2010 till 22,3 TWh 2030) och användningen av värmepumpar (från 0,4 TWh 2010 till 9,8 TWh 2030). Gällande elanvändningen ser vi en minskning från cirka 47 TWh 2010, till cirka 43 TWh 2030. En situation där värmepumpar ökar, samtidigt som elanvändningen minskar, innebär att eluppvärmda hus konverterar till eller kompletterar med en värmepump. Vi noterar att andelen olja för uppvärmning i princip är utfasad ur det svenska energisystemet 2020, och att andelen gas är konstant på en relativt låg nivå.<sup>8</sup> Andelen fjärrvärme förväntas inte heller öka nämnvärt över perioden utan håller sig kring 28 TWh.

Om vi flyttar fokus till scenariot utan fjärrvärme ser vi att slutlig energianvändning förväntas öka över tidsperioden, från 98 TWh 2010 till cirka 110 TWh 2030 som en direkt följd av den förväntade ökningen av hushållsel och uppvärmning. Värt att notera är att ökningen är något större i situationen utan fjärrvärme än med fjärrvärme, resultaten visar på cirka 3 TWh högre

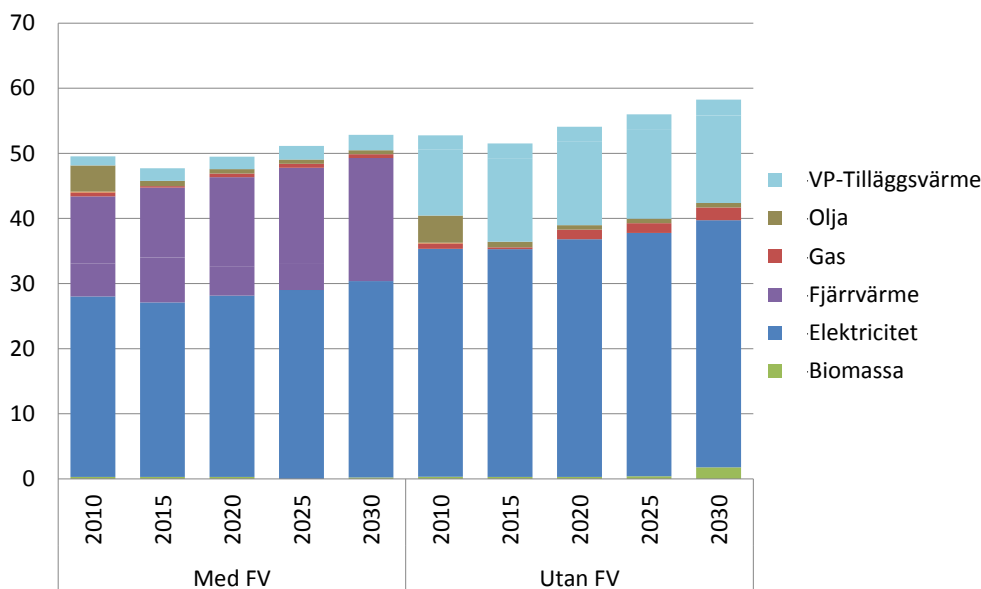
<sup>8</sup> Andelen gas förväntas inte öka i detta scenario eftersom det inte är troligt att gas kommer att byggas ut, givet dagens situation med fjärrvärme som en del av energisystemet.

energianvändning om fjärrvärme inte är en del av dagens energisystem. Gällande elanvändningen ser vi en initial ökning fram till 2020, för att sedan minska från 55,8 TWh 2010 till 48,3 TWh 2030. I scenariot utan fjärrvärme används initialt gas för uppvärmning, men andelen faller tillbaka något redan år 2015, då elkapaciteten hunnit byggas ut vilket gör eluppvärmning (direkt-verkande och VP) blir ekonomiskt mer lönsamt. I scenariot utan fjärrvärme noterar vi både en kraftig ökning av andelen biomassa, från cirka 15 TWh 2010 till cirka 28 TWh 2030, och av värmepumpar (från cirka 17 TWh 2010 till 30 TWh 2030).



Figur 6. Slutlig energianvändning i bostäder 2010-2030 (TWh) med och utan fjärrvärme

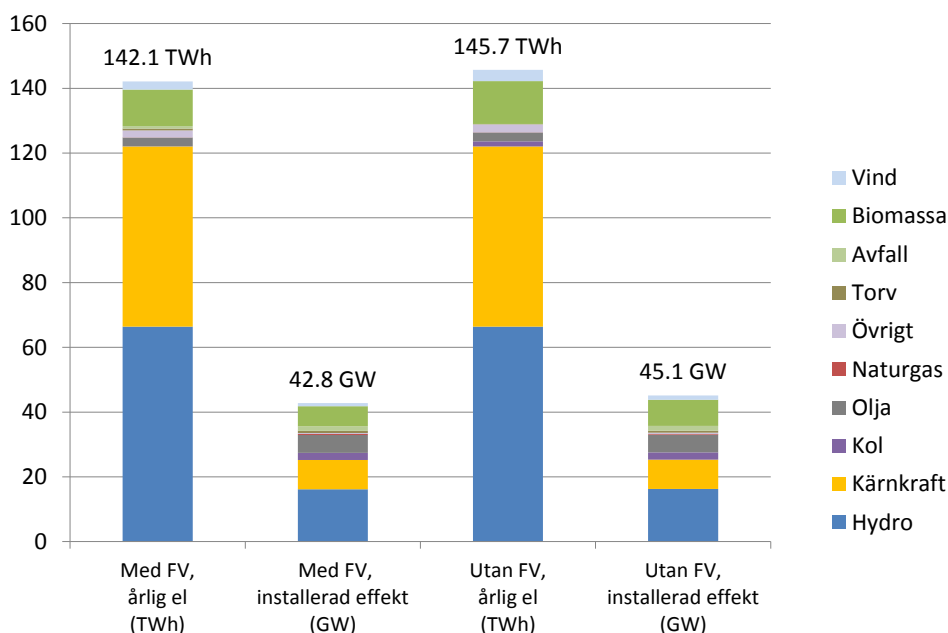
Figur 7 presenterar slutlig energianvändning över tiden, med och utan fjärrvärme, för lokaler. Om vi först studerar resultatet när fjärrvärme är en del av energisystemet ser vi en liten ökning av energianvändningen mellan 2010 och 2030, från 49,5 TWh 2010 till 52,8 TWh 2030. Andelen olja försvinner nästan helt redan 2015 och ersätts framförallt av el- och fjärrvärme (som bägge ökar över tidsperioden). Vi ser även en ökning av andelen värmepumpar, om än inte så stor (från 1,4 TWh 2010 till 2,4 TWh 2030). Om vi sedan vänder oss till resultaten för ett energisystem utan fjärrvärme ser vi även här att energianvändningen ökar över tiden, från cirka 52,8 TWh 2010 till 58,2 TWh 2030, vilket är en ökning med cirka 2 TWh mer än i scenariot med fjärrvärme. Precis som i fallet med fjärrvärme så fasas olje användningen i princip ut till 2015 och vi ser istället en liten ökning av gasanvändningen. Det som ersätter fjärrvärmens är framförallt en ökad användning av el och värmepumpar, och detta mönster håller i sig över tiden precis som i fallet för bostadssektorn.



Figur 7. Slutlig energianvändning i lokaler 2010-2030 (TWh) med och utan fjärrvärme

### 3.3.2 Kraftproduktion

Figur 8 visar kraftproduktion från respektive anläggningstyp 2010 både med och utan fjärrvärme i energisystemet, samt installerad eleffekt i bägge scenarion. Respektive anläggningstyp är döpt efter dess primära bränsle, vilket innebär att det även finns andra bränsleinput då många anläggningar kombinerar flera bränslen. Gällande resultatet för 2010 ser vi att kraftproduktionen är 3,6 TWh högre i scenariot utan fjärrvärme jämfört med scenariot med fjärrvärme samt att den installerade eleffekten är 2,3 GW högre. Detta resultat är det vi förväntar oss i och med att vi noterat en ökad elanvändning i bostäder och lokaler i en situation utan fjärrvärme i energisystemet. När vi jämför scenariot med fjärrvärme och utan fjärrvärme ser vi att vatten- och kärnkraftsproduktionen är densamma. När fjärrvärmen lyfts bort från systemet ser vi att användningen av avfall och torv i princip försvinner, då det inte längre finns någon inkomst från fjärrvärme. Istället ser vi en ökning av vindkraft (med 1 TWh), el från existerande kolkondensanläggningar (1,6 TWh jämfört med 0,1 TWh) och en initial ökning av el från biomassabaserade anläggningar. Det senare är framförallt användandet av existerande kraftvärmeanläggningar i kondensdrift, samt biobränsleeldade kraftvärmeanläggningar inom industrin där värmen används i processen.

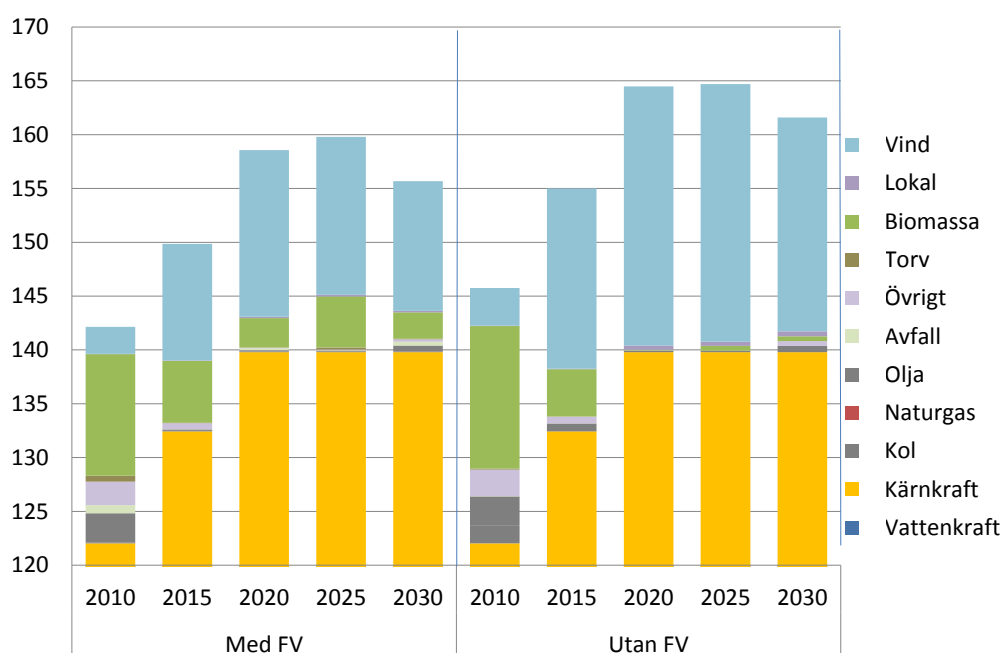


Figur 8. Kraftproduktion från respektive anläggningstyp 2010 (TWh) samt installerad effekt i scenariot med och utan fjärrvärme

Figur 9 redovisar kraftproduktionen över tid för respektive scenario. I scenariot med fjärrvärme ser vi att kraftproduktionen ökar kraftigt mellan 2010 och 2020 (från 142 TWh till 159 TWh), för att sedan gå tillbaka något till 2030. Detta kan till stor del förklaras av elcertifikaten, även om elcertifikaten leder till en ökad kostnad för elanvändning inom hushålls-, offentlig- och tjänstesektorena samt inom transportsektorn, så sjunker elpriset vilket kommer alla sektorer tillgodo. När elcertifikatssystemet fasas ut 2030 sjunker elanvändningen på grund av ökade elpriser. Vi kan påpeka att vi har använt oss av en relativt modest ökning av förväntad elanvändningen (hushållsel och service el) och att inte elbilar kommer in i någon större utsträckning. Vi ser att vindkraften expanderar på bekostnad av biomassa under 2020, anledningen är att vindkraftsinvesteringarna tidigareläggs för att få full nytta av elcertifikatssystemet (som antas vara helt utfasat år 2035). Biobränslet har en högre rörlig kostnad och körs därför inte för fullt.

Gällande resultaten för scenariot där fjärrvärme inte är en del av energisystemet noterar vi att kraftproduktionen är högre jämfört med scenariot med fjärrvärme i energisystemet (mellan 3,6 och 5,9 TWh högre beroende på vilket år som betraktas). Skillnaden är en direkt följd av den ökade elanvändningen för uppvärmning, vilken är beskriven i figur 6 och 7. Vatten- och kärnkraft är densamma i båda scenarierna, medan vindkraften ökar betydligt mer i scenariot utan fjärrvärme. I det senare scenariot genereras 24 TWh el från vindkraft år 2020, medan motsvarande siffra för scenariot med fjärrvärme är 15 TWh. Vindkraften konkurrerar i princip helt ut

biomassan då kraftvärmeanläggningar inte längre har någon sidoinkomst från fjärrvärmeproduktion. Över hela perioden ligger den årliga vindkraftsproduktionen mellan 6 och 9 TWh högre i scenariot utan fjärrvärme. Det finns en viss andel termisk kraftproduktion kvar, för att täcka topparna i elförsörjningen.



Figur 9. Årlig kraftproduktion 2010-2030 (TWh) med och utan FV från respektive anläggningstyp. (Notera att vattenkraften och större delen av kärnkraften är under grafen för tydlighet).

Elcertifikatsystemet är sannolikt anledningen till att andelen vindkraft ökar kraftigt, då denna är det mest kostnadseffektiva alternativet vid avsaknad av en avkastning från överskottsvärme (detta kommer att studeras senare i känslighetsanalysen). Vindkraft är även det som fyller på elmixen för att möta den ökade efterfrågan på el i situationen utan fjärrvärme. Borttagandet av fjärrvärme förändrar förutsättningarna för kraftproduktion avsevärt i ett system med existerande definition av elcertifikat, både genom en ökad elanvändning samt att lönsamheten minskar för el från biomassa när inkomsten från fjärrvärme faller bort.

### 3.3.3 Systemkostnad

Givet att vi studerar samhällsekonomiska effekter av fjärrvärme i det svenska energisystemet är det av intresse att se hur systemkostnaden ändras av att lyfta bort fjärrvärme från energisystemet. Tabell 3 visar systemkostnaden över tid i ett scenario med och utan fjärrvärme.<sup>9</sup> Systemkostnaden är indelad i bränslekostnader, rörliga

<sup>9</sup> Beräknat med en växelkurs 1 Euro = 9 SEK.

och fasta service- och underhållskostnader, skatter och subventioner, samt investeringskostnader. Vi kan se att investeringskostnaden utgör den klart största posten i systemkostnaden, cirka 70 procent. Om vi studerar en situation med fjärrvärme i energisystemet ser vi att alla kostnader förutom skatter och subventioner förväntas öka över tidsperioden. Vi noterar samma resultat i en situation utan fjärrvärme i energisystemet. Gällande skillnader mellan ett energisystem med och utan fjärrvärme ser vi att den totala systemkostnaden är högre för alla år i ett energisystem utan fjärrvärme. Vi kan se att den ökade systemkostnaden främst kommer från ett ökat investeringsbehov i en situation utan fjärrvärme i energisystemet. Att investeringsbehovet ökar i en situation utan fjärrvärme kan främst förklaras av ökningen i vindkraft samt högre investeringskostnader i värmepumpar. Vi ser även att skillnaderna i total systemkostnad minskar något över tid. De årliga investeringskostnaderna ökar med tiden i takt med att existerande anläggningar fasas ut. Dock kvarstår skillnaden mellan de två scenarierna, den årliga investeringskostnaden är mellan 9-10 miljarder kronor högre i scenariot utan fjärrvärme. I början av perioden kan skillnaden förklaras i att existerande fjärrvärmebaserade uppvärmningssystem ersätts, medan skillnaden i slutet av perioden framförallt ligger i el- och fjärrvärmesektorn, dvs. i investeringar i ny kraftproduktion vilket drivs av den ökade efterfrågan.

Vi vill även betona att energisystemmodeller, som TIMES-Sweden, är utvecklade för att analysera skillnader i hur energisystemet utvecklas över tid under olika scenarion. Det har även varit huvudsyftet med att använda TIMES-Sweden i denna studie. Däremot ser vi att modellen även kan bidra till att få en djupare förståelse för var de stora kostnaderna finns, och framförallt var de stora skillnader i kostnad är mellan olika scenarion. Innan modellen fullt ut kan användas för denna typ av studie krävs dock en ordentlig genomgång och analys av de enskilda kostnadskomponenterna.

Tabell 3. Total systemkostnad i miljarder SEK/år i fallet med och utan fjärrvärme.

|                                                     | Med<br>FV | Med<br>FV | Med<br>FV | Utan<br>FV | Utan<br>FV | Utan<br>FV |
|-----------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
|                                                     | 2010      | 2020      | 2030      | 2010       | 2020       | 2030       |
| Årliga bränslekostnader (inkl. import/export av el) | 92        | 103       | 112       | 94         | 103        | 111        |
| Årliga rörliga service- och underhållskostnader     | 10        | 13        | 19        | 10         | 12         | 18         |
| Årliga fasta service- och underhållskostnader       | 105       | 142       | 157       | 109        | 144        | 159        |
| Årliga skatter och subventioner                     | 75        | 63        | 62        | 81         | 72         | 66         |
| Årliga investeringskostnader                        | 654       | 846       | 947       | 663        | 855        | 957        |
| Totalt                                              | 935       | 1168      | 1297      | 956        | 1185       | 1311       |

### 3.3.4 Sammanfattning

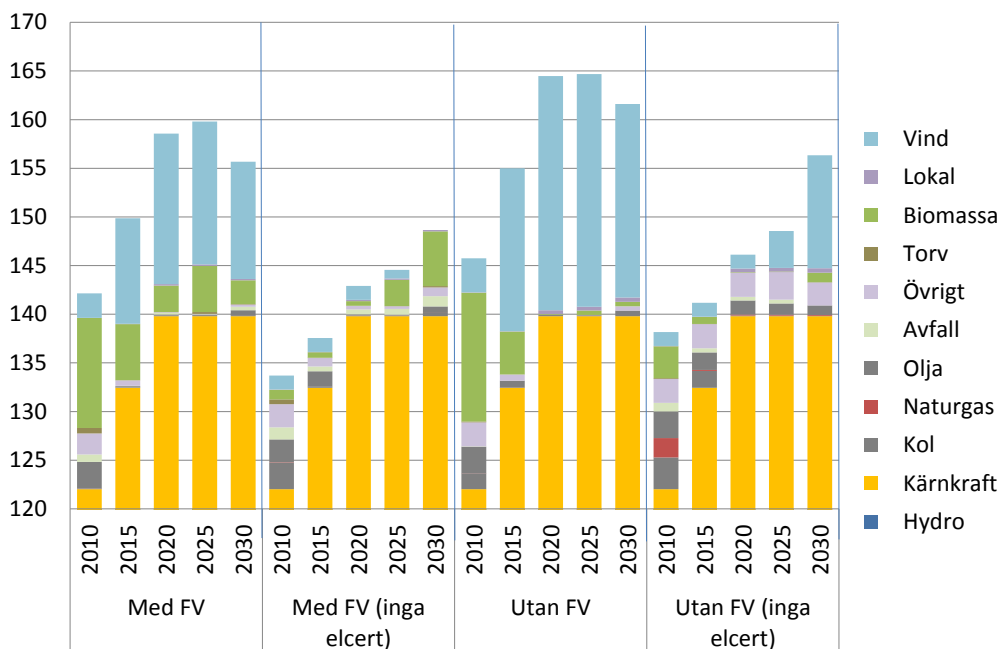
Sammanfattningsvis ser vi att i ett energisystem utan tillgång till fjärrvärme, sker uppvärmningen av bostäder och lokaler till stor del av direktverkande el och/eller värmepumpar. Elen genereras från existerande vattenkraft och kärnkraft, samt en expansion av vindkraft. Utbyggnaden av vindkraft drivs delvis av elcertifikatsystemet, där vindkraft blir mer lönsam i jämförelse med kondenskraftverk i avsaknaden av inkomst från såld fjärrvärme. Ett system utan fjärrvärme kräver således en stor expansion vindkraft för att nå förnyelsebarmålet till år 2020. Vidare finns det inte längre lönsamhet för avfallsförbränning. Vi ser även att systemkostnaden är betydligt lägre i fallet med fjärrvärme jämfört med ett system utan fjärrvärme.

## 3.4 Känslighetsanalyser

Energimodeller är, som vi tidigare diskuterat, baserad på ett stort antal antaganden om vad som händer i framtiden. Som bekant är det inbyggt en stor osäkerhet i dessa antaganden, vilket gör det intressant att presentera ett antal alternativa scenarier där vissa av referensantagandena varierar enligt möjliga utvecklingsalternativ. Denna del av rapporten kommer därmed att presentera resultat från fyra olika modellkörningar (där ett av referensantagandena är baserat på en alternativ utveckling, både med och utan fjärrvärme i energisystemet).

### 3.4.1 Elcertifikat

Resultaten från modellkörningarna visar på en kraftig expansion av vindkraft, speciellt i scenariot utan fjärrvärme. Detta är troligen ett resultat som till stor del bygger på att vi i Sverige har ett elcertifikatsystem som gynnar kraftproduktion från förnyelsebara energikällor. Av denna anledning anser vi det intressant att analysera de båda scenarierna (med respektive utan fjärrvärme) med och utan elcertifikatsystem, i syfte att studera vilken påverkan elcertifikatsystemet har på de resultat vi har fått. Figur 10 presenterar kraftproduktionen i TWh mellan 2010 och 2030, för fyra olika scenarion (med och utan fjärrvärme, samt med och utan elcertifikatsystem). Resultaten visar att om vi inte hade elcertifikatsystemet som drivkraft skulle kraftproduktionen vara betydligt lägre i Sverige, både i en situation med och utan fjärrvärme i energisystemet.

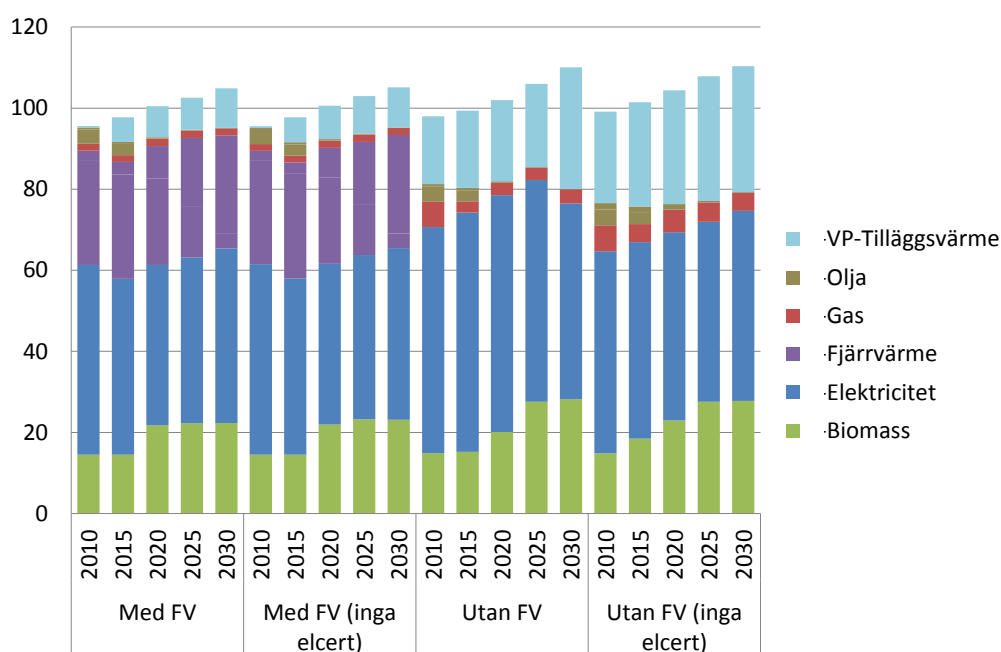


Figur 10. Årlig kraftproduktion 2010-2030 (TWh) med och utan FV, samt med och utan elcertifikat.

Om vi börjar med att studera vad som händer 2010 kan vi konstatera att kraftproduktionen är nästan 10 TWh lägre utan elcertifikat, både i ett energisystem med och utan fjärrvärme. Både andelen biobränsle och vindkraft minskar betydligt. Istället sker en viss ökning av el från avfall, kol och masugnsgas (kraftvärme) i scenariot med fjärrvärme, och i fallet utan fjärrvärme sker dessutom en ökning av naturgas och olja (jämfört med motsvarande fall med elcertifikat). Kraftproduktionen sker framförallt i existerande anläggningar, där kraftvärmeverken körs i kondensdrift i fallet utan fjärrvärme. Från 2015 fångar effekthöjningarna i kärnkraftverken upp det ökade elbehovet, samt ersätter kol. När kraftproduktionen ökar i slutet av perioden (i ett scenario med fjärrvärme, men utan elcertifikat) sker en investering i ny biobränslebaserad kraftproduktion. I fallet utan fjärrvärme ersätts den ökade tillgången på kärnkraft den kolbaserade elkraftproduktionen, medan el från olja finns kvar under hela perioden. Den ökade elanvändningen kräver tidigare investeringar i ny kapacitet (jämfört med fallet med fjärrvärme), vilket initialt sker i masugnsseldade kraftverk och senare i vindkraft. Sammanfattningsvis vill vi betona att elcertifikatsystemet har en betydande påverkan på kraftproduktionen i Sverige.

Givet att elproduktionen minskar när vi inte har elcertifikatsystemet är det även intressant att se vad som händer med energianvändningen i bostäder och lokaler. Figur 11 presenterar slutlig energianvändning för bostäder för de fyra olika scenarierna (med och utan fjärrvärme, samt med och utan elcertifikat). Det vi ser i hushållen är att slutlig energianvändning i princip är densamma med och utan elcertifikat när vi har fjärrvärme i energisystemet. I en situation där vi inte har fjärrvärme i energisystemet ser vi att andelen el från början är högre, men om vi inte hade haft elcertifikatsystemet så hade elanvändningen varit lägre, samtidigt som

användningen av värmepumpar hade varit högre. Vi noterar även en ökad användning av naturgas i ett system utan elcertifikat och utan fjärrvärme. Om vi studerar samma sak för lokaler noterar vi endast små skillnader i energianvändning i ett scenario med och utan fjärrvärme, samt med och utan elcertifikat. Skillnaden är marginellt större i ett system utan fjärrvärme och det vi främst ser är att andelen naturgas och biomassa ökar om vi inte har ett elcertifikatsystem.



Figur 11. Slutlig energianvändning 2010-2030 (TWh) med och utan fjärrvärme och med och utan elcertifikat för bostäder

Ytterligare en aspekt att beakta är hur ett energisystem med och utan fjärrvärme, samt med och utan elcertifikat påverkar den totala systemkostnaden. Tabell 4 presenterar total systemkostnad för de fyra analyserade scenarierna, i miljarder SEK per år. Det första vi noterar är att över hela tidsperioden är ett energisystem med fjärrvärme betydligt billigare än ett energisystem utan fjärrvärme. Vi noterar även att över hela tidsperioden är det billigare med ett energisystem utan elcertifikat, än en situation med elcertifikat. Detta är naturligt, då modellen i fallen med elcertifikat har ett till mål/begränsning att förhålla sig till. Det är dock värt att poängtera att skillnaderna i totala systemkostnaden är betydligt större mellan ett system med respektive utan fjärrvärme än mellan samma system med respektive utan elcertifikat.

Tabell 4. Total systemkostnad i miljarder SEK/år i fallet med och utan fjärrvärme, samt med och utan elcertifikat.

|                   | 2010   |         | 2020   |         | 2030   |         |
|-------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
|                   | Med FV | Utan FV | Med FV | Utan FV | Med FV | Utan FV |
| Med Elcertifikat  | 935    | 956     | 1168   | 1185    | 1297   | 1311    |
| Utan Elcertifikat | 933    | 953     | 1165   | 1183    | 1296   | 1310    |
| Ökning MSEK/år    | -2,5   | -3,4    | -2,5   | -2,4    | -1,0   | -0,8    |
| Ökning i %        | -0,0%  | -0,0%   | -0,0%  | -0,0%   | -0,0%  | -0,0%   |

Sammanfattningsvis indikerar resultaten att om vi inte har elcertifikat minskar kraftproduktionen betydligt, både i ett scenario med och utan fjärrvärme. El från vindkraft och biomassa minskar betydligt, och el från naturgas och olja ökar i ett scenario utan fjärrvärme och masungsgas och kol ökar i ett scenario med fjärrvärme. Energianvändningen ändras främst i ett scenario utan fjärrvärme i energisystemet, samt att vi noterar en ökning av naturgas i scenariot utan fjärrvärme. Dessutom noterar vi att total systemkostnad sjunker i ett energisystem utan elcertifikat

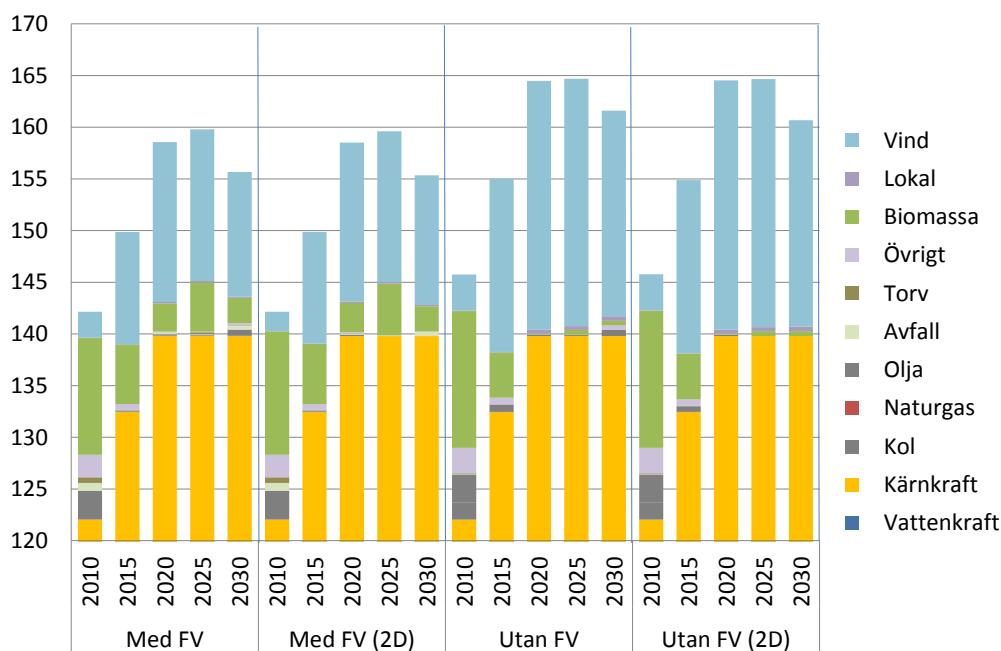
### 3.4.2 Pris på utsläppsrätter

Eftersom referensantagandet om priset på utsläppsrätter endast leder till en moderat utveckling av ETS-priserna under den studerade tidsperioden har vi valt att analysera ett alternativt scenario där vi tänker oss att exempelvis information om ökade klimatförändringar leder till beslut om ett skarpere koldioxidmål. I detta scenario tas ETS-priser från IEA:s tvågradersscenario (2DS), till skillnad från referensantagandet som bygger på IEA:s fyragradersscenario (4DS), vilket innebär att jordens medeltemperatur tillåts öka endast med två istället för med fyra grader (ETP, 2012).<sup>10</sup> Figur 12 visar årlig kraftproduktion i TWh från respektive anläggningstyp mellan år 2010 till 2030, för fyra olika scenarion. De olika scenarierna är med respektive utan fjärrvärme, och för två olika ETS-prisnivåer (där 2D har ett högre pris, se Tabell 2 för antagandet om ETS-pris).

Resultaten visar att totalt sett det är väldigt små effekter av att ETS-priset ökar oavsett om vi har eller inte har fjärrvärme i energisystemet. Gällande skillnader i kraftproduktionen kan vi se att vid högre ETS-priser produceras ingen el med hjälp av kol efter 2015, medan det finns kvar i produktionen till 2030 vid det lägre ETS-priset. Oljan försvinner efter 2020 vid det högre ETS-priset, men inte vid ett lägre ETS-pris då den finns kvar under hela perioden (om än endast en liten andel). Vatten- och kärnkraftsproduktionen är lika stor i bägge scenarierna. Andelen biomassa och vind ändras endast marginellt. På det stora hela ser vi endast små förändringar i

<sup>10</sup> Det är värt att notera att de nordiska länderna (Sverige, Finland, Norge, Danmark och Island) har presenterat ett ännu skarpere mål genom att ha ett CO2 neutralt energisystem 2050, vilket skulle innebära en minskning av koldioxidutsläppen med 85 % till 2050 jämfört med 1990 års nivåer (NETP, 2013).

kraftproduktion både när vi har och inte har fjärrvärme i energisystemet och varierar ETS-priset. Som väntat ser vi dock att andelen kol och olja minskar något. Sammanfattningsvis är resultatet inte helt oväntat i och med att Sverige redan idag har ett relativt koldioxidfritt energisystem.



Figur 12. Årlig kraftproduktion 2010-2030 (TWh) med och utan FV, samt med varierande ETS-priser.

När det gäller hur den totala systemkostnaden påverkas av ett energisystem med och utan fjärrvärme, samt med ett varierat ETS-pris vänder vi oss till Tabell 5. Det vi återigen noterar är att ett energisystem med fjärrvärme är betydligt billigare jämfört med ett energisystem utan fjärrvärme över hela tidsperioden och oavsett pris på utsläppsrätter. Gällande skillnader i ett energisystem med ett högre ETS-pris ser vi att över tiden blir den totala systemkostnaden högre vid ett högre ETS-pris. Kostnadsökningen sker i form av utgifter till ETS systemet och en ökad investeringskostnad. Det finns även en minskad utgift för inköp av bränslen, då vindkraft ökar. Det är samma trend både med och utan fjärrvärme, men nivåerna är högre i scenariot utan fjärrvärme. Trenden håller i sig att det är större skillnad mellan scenarierna med respektive utan fjärrvärme, än när man för respektive scenario varierar ETS-priset.

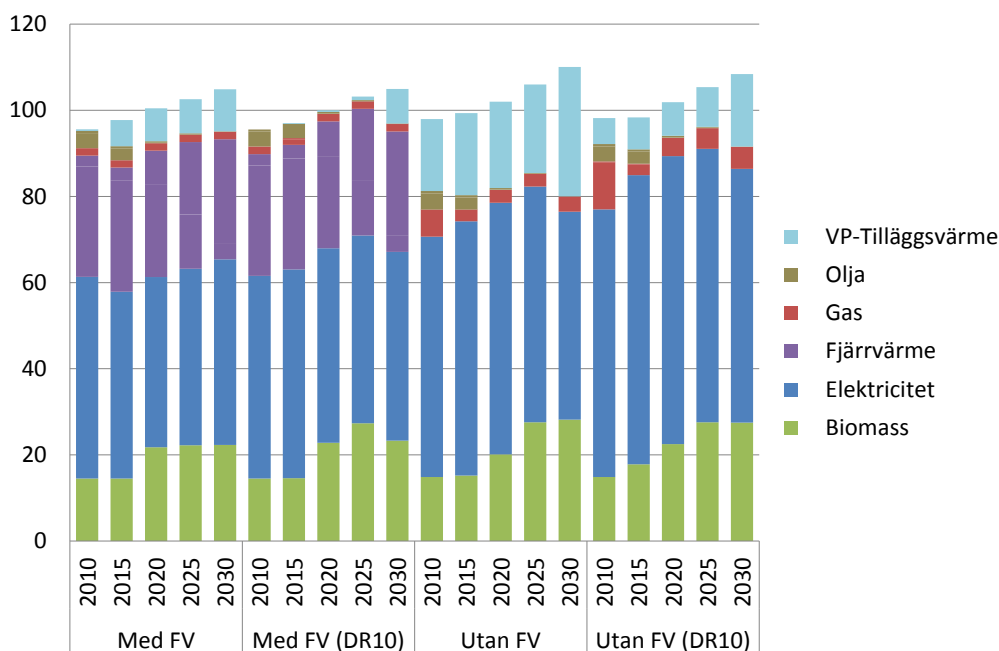
Tabell 5. Total systemkostnad i miljarder SEK/år i fallet med och utan fjärrvärme, vid två olika ETS-priser.

|                | 2010   |         | 2020   |         | 2030   |         |
|----------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
|                | Med FV | Utan FV | Med FV | Utan FV | Med FV | Utan FV |
| 4DS            | 935    | 956     | 1168   | 1185    | 1297   | 1311    |
| 2DS            | 935    | 956     | 1168   | 1186    | 1301   | 1314    |
| Ökning MSEK/år | 0,0    | 0,0     | 0,8    | 0,7     | 4,3    | 3,5     |
| Ökning i %     | 0,0%   | 0,0%    | 0,0%   | 0,0%    | 0,3%   | 0,3%    |

Totalt sett noterar vi endast små effekter av att ETS-priset ökar, både i en situation med och utan fjärrvärme. Det vi ser gällande kraftproduktionen är att kol och olja försvinner ur energisystemet tidigare vid ett högre ETS-pris. Vi ser även att total systemkostnad ökar något över tiden vid högre ETS-pris. Resultatet inte oväntat i och med att Sverige redan idag har ett relativt koldioxidfritt energisystem.

### 3.4.3 Varierad diskonteringsränta

Givet att dagens räntenivåer är historiskt sett låga, är det intressant att studera vad som händer i energisystemet om vi tänker oss ett högre ränteläge, vilket skulle innebära en högre diskonteringsränta. Figur 13 presenterar slutlig energianvändning i bostäder för ett scenario med och utan fjärrvärme, samt där diskonteringsräntan varierar mellan dagens samhällsränta som är satt till 3,5 procent till en nivå där samhällsräntan är 10 procent. Gällande slutlig energianvändning i bostäder visar resultaten för ett scenario med fjärrvärme i energisystemet att en högre diskonteringsränta leder till små förändringar 2010, men över tiden ser vi en minskad användning av värmepumpar och en ökad användning av el och biomassa.

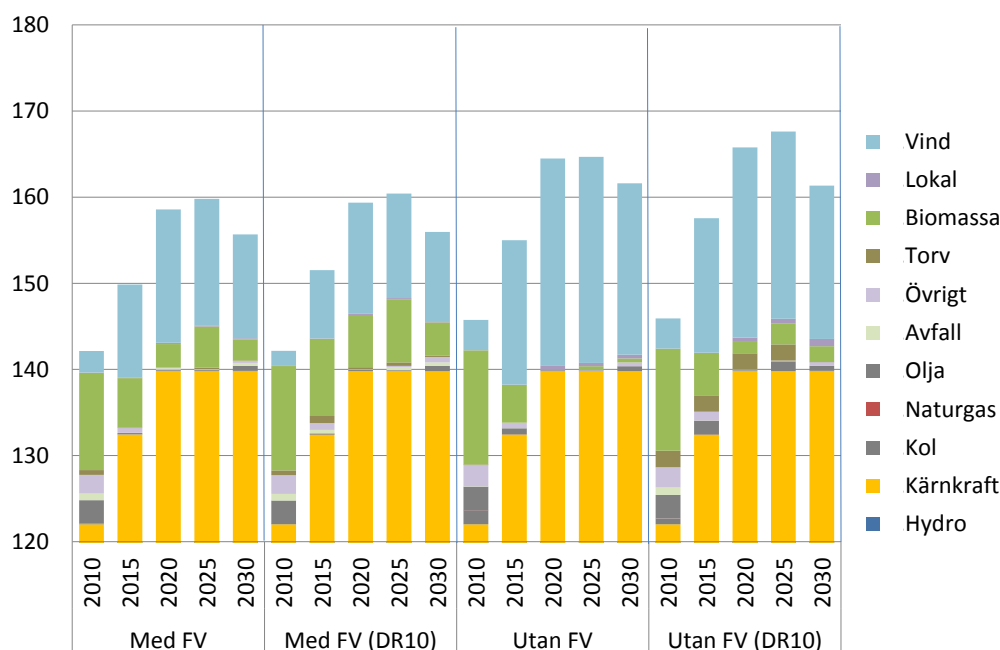


Figur 13. Slutlig energianvändning i bostäder 2010-2030 (TWh) med och utan FV, samt med olika diskonteringsräntor.

I ett scenario utan fjärrvärme noterar vi att det sker stora förändringar redan 2010, i och med en kraftig ökning av användningen av naturgas i kombination med en minskad användning av värmepumpar. Även elanvändningen ökar i ett scenario utan fjärrvärme och med en högre diskonteringsränta. Dessa förändringar håller i sig över tiden, men vi noterar att andelen naturgas minskar jämfört med 2010 samtidigt som elanvändningen ökar. Sammanfattningsvis ser vi att den högre diskonteringsräntan leder till en högre användning av direktverkande el och en minskad användning av värmepumpar, samt att denna förändring förstärks när vi inte har fjärrvärme i energisystemet. I en situation utan fjärrvärme kommer även naturgas in i energianvändningen.

Resultatet är det förväntade, dvs. att uppvärmningsalternativ som har en högre investeringskostnad (t.ex. värmepumpar) minskar och alternativ som har lägre investeringskostnad ökar. Om vi studerar samma resultat för lokaler noterar vi att en situation med fjärrvärme i energisystemet inte leder till några större förändringar i energianvändning om vi har en högre diskonteringsränta. I en situation utan fjärrvärme ser vi att andelen biomassa ökar kraftigt, medan framförallt andelen värmepumpar minskar men även andelen direktverkande el. Vi ser även att andelen naturgas och olja ökar i en situation utan fjärrvärme och med högre diskonteringsränta. Sammanfattningsvis stöder dessa resultat de ovan, dvs. vid en högre diskonteringsränta ökar användningen av energialternativ som har en lägre investeringskostnad men en högre rörlig kostnad.

Figur 14 presenterar årlig kraftproduktion i TWh för respektive anläggningstyp mellan 2010 och 2030, med och utan fjärrvärme, och med en varierad diskonteringsränta. I ett scenario med fjärrvärme noterar vi att andelen biomassa är högre vid en högre diskonteringsränta, i kombination med att andelen vindkraft är lägre. I övrigt är det endast små förändringar. Resultatet är dock det vi väntar oss, dvs. att el producerad med hjälp av vindkraft (med höga investeringskostnader) minskar i en situation där diskonteringsräntan ökar. Gällande ett scenario utan fjärrvärme i energisystemet noterar vi även här att vid en högre diskonteringsränta byggs inte vattenkraften ut i lika hög utsträckning som i fallet med gällande samhällsekonomiska diskonteringsränta. Det vi noterar ökar är olja, torv och biomassa.



Figur 14. Årlig kraftproduktion 2010-2030 (TWh) med och utan FV, samt med olika nivå på diskonteringsräntan.

Tabell 6 visar den totala systemkostnaden över tiden för ett energisystem med och utan fjärrvärme, samt med en varierad diskonteringsränta. Av naturliga skäl är systemkostnaden högre i ett energisystem med en högre diskonteringsränta, vilket förklaras av att investeringskostnader ökar givet en högre diskonteringsränta. Systemkostnaderna är av denna anledning inte jämförbara när diskonteringsräntan varierar, däremot går det att studera skillnaderna i systemkostnad mellan ett system med respektive utan fjärrvärme. Då ser vi, precis som i de andra jämförelserna, att systemkostnaderna är betydligt högre i ett system utan fjärrvärme jämfört med ett system med fjärrvärme.

Tabell 6. Total systemkostnad i miljarder SEK/år i fallet med och utan fjärrvärme, vid två olika diskonteringsräntor.

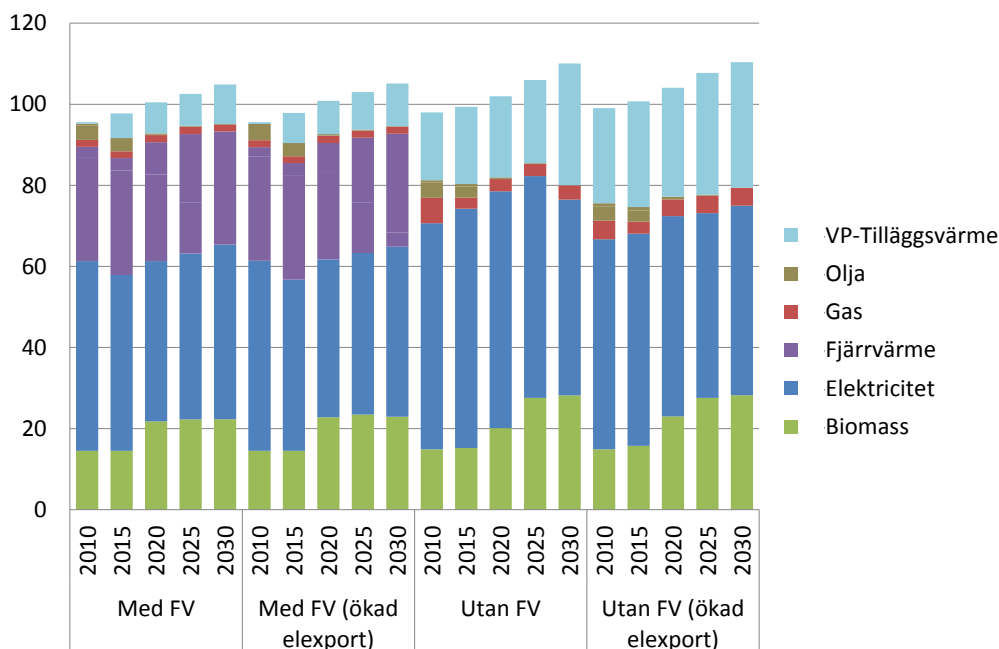
|                | 2010   |         | 2020   |         | 2030   |         |
|----------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
|                | Med FV | Utan FV | Med FV | Utan FV | Med FV | Utan FV |
| 3,5%           | 935    | 956     | 1168   | 1185    | 1297   | 1311    |
| 10%            | 1140   | 1166    | 1447   | 1469    | 1618   | 1635    |
| Ökning MSEK/år | 205    | 209     | 279    | 284     | 321    | 324     |
| Ökning i %     | 21,9%  | 21,9%   | 23,9%  | 24,0%   | 24,7%  | 24,7%   |

Sammanfattningsvis noterar vi en minskad användning av värmepumpar vid en högre diskonteringsränta. I ett scenario utan fjärrvärme noterar vi en ökad el- och naturgasanvändning. Gällande kraftproduktionen ser vi att vindkraft minskar och biomassa ökar. I ett scenario utan fjärrvärme ökar även användningen av fossila bränslen. Total systemkostnad ökar över hela tidsperioden, vilket är en naturlig följd av en högre diskonteringsränta. Sammanfattningsvis ser vi stora skillnader i det svenska energisystemet givet en ökad diskonteringsränta, samt att dessa skillnader är betydligt större i en situation där fjärrvärmen inte är en del av det svenska energisystemet.

#### 3.4.4 Export av el

I rapporten ”Nordic Energy Technology Perspectives – Pathways to a Carbon Neutral Energy Future”, presenterad av Nordic Energy Research och IEA diskuteras bland annat de nordiska ländernas roll i att minska koldioxidutsläppen i Europa. I rapporten poängteras att ett mer integrerat Europeiskt energisystem kommer att möjliggöra minskade totala koldioxidutsläpp i Europa givet en ökad elexport från de nordiska länderna. Vattenkraften i de nordiska länderna anses bli viktig för att reglera de Nordeuropeiska energisystemen. Med rätt infrastruktur och prissystem anses det möjligt för Norden att nå en årlig export av el på 100 TWh till 2050. Skillnaderna mellan länderna är stora, men det beräknas att Sverige skulle kunna exportera 50 TWh el till Europa 2050 (NEPA, 2013).

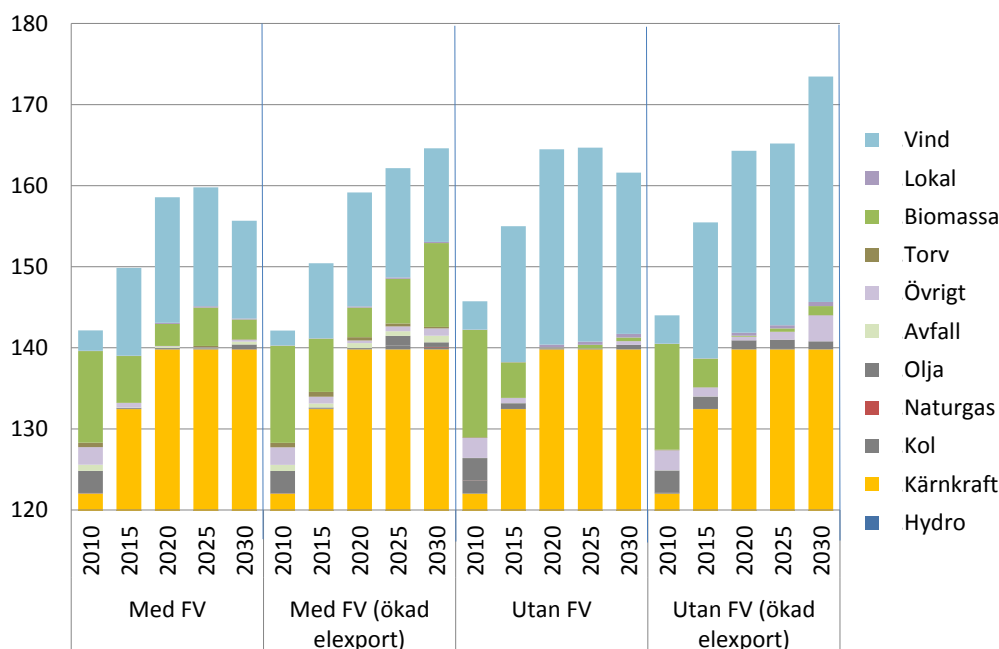
Vi har av denna anledning valt att göra en känslighetsanalys genom att öka den svenska elexporten upp till 50 TWh 2050. Vi vill påpeka att syftet med denna känslighetsanalys är att analysera känsligheten i resultatet och inte att återskapa verkligheten. En kraftig ökning av exporten antas ske redan 2015 för att se konsekvenserna av en ökad elexport och elcertifikatsystemet. Mellan 2010 och 2015 antas elexporten öka med 50 procent och fördubblas mellan år 2010 och 2030. Figur 15 presenterar slutlig energianvändning i bostäder över tiden, med och utan fjärrvärme samt med en varierande elexport.



Figur 15. Slutlig energianvändning i bostäder 2010-2030 (TWh) med och utan FV, samt med varierande elelexport.

Resultatet indikerar att det endast sker små ändringar i energianvändning i bostäder när eleporten ökar för ett energisystem med fjärrvärme. Vi noterar dock att direktverkande el minskar till förmån för biobränsle och värmepumpar. När vi istället studerar resultatet för ett energisystem utan fjärrvärme ser vi större förändringar. Elanvändningen i bostäder minskar nu betydligt och ersätts av framförallt en ökad användning av värmepumpar och över tid även en viss ökning av naturgas. Om vi studerar samma resultat, men för lokaler noterar vi nästan inga förändringar i slutlig energianvändning om vi har fjärrvärme i energisystemet. Om vi inte har fjärrvärme i energisystemet noterar vi en liten minskning av elanvändningen, i kombination med en ökad användning av värmepumpar och biomassa. Sammanfattningsvis är resultaten de vi väntar oss, dvs. när eleporten ökar minskar elanvändningen i Sverige i kombination med ökad användning av värmepumpar. Denna förändring är större i ett energisystem utan fjärrvärme, jämfört med ett system med fjärrvärme.

Figur 16 presenterar kraftproduktionen i ett energisystem med och utan fjärrvärme, samt med en ökad elelexport. I ett energisystem med fjärrvärme noterar vi en viss ökning av kraftproduktionen mot slutet av tidsperioden, men framförallt noterar vi att andelen biomassa och fossilt ökar på bekostnad av vindkraft. I ett energisystem utan fjärrvärme noterar vi även här en ökad kraftproduktion mot slutet av tidsperioden, men vi ser att vindkraften nästan behåller sin andel i produktionen även om vi noterar en viss ökning av fossilt och övrigt.



Figur 16. Årlig kraftproduktion 2010-2030 (TWh) Med FV och Utan FV, samt med varierande elexport.

Tabell 7 visar den totala systemkostnaden över tiden för ett energisystem med och utan fjärrvärme, samt med existerande elexportantagande (Ref) och med antagande om ökad elexport (Elexport). Resultaten visar att en ökad elexport leder till ett energisystem med lägre total systemkostnad över tiden, som följd av ökade intäkter från elexporten. Vidare noterar vi återigen att den totala systemkostnaden är högre i ett energisystem utan fjärrvärme, oavsett om elexporten ökar eller inte.

Tabell 7. Total systemkostnad i miljarder SEK/år i fallet med och utan fjärrvärme, samt med varierande elexport.

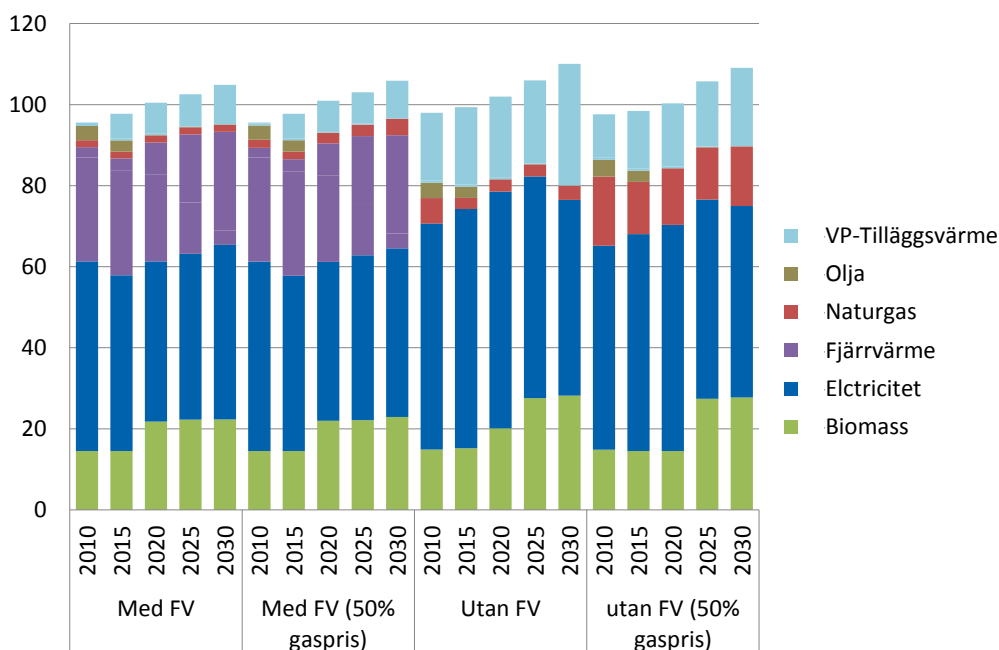
|                | 2010   |         | 2020   |         | 2030   |         |
|----------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
|                | Med FV | Utan FV | Med FV | Utan FV | Med FV | Utan FV |
| Referensfall   | 935    | 956     | 1168   | 1185    | 1297   | 1311    |
| Ökad elexport  | 935    | 956     | 1156   | 1174    | 1282   | 1297    |
| Ökning MSEK/år | 0,0    | -0,3    | -11,7  | -10,8   | -14,4  | -14,0   |
| Ökning i %     | 0,0%   | -0,0%   | -1,0%  | -0,1%   | -1,1%  | -1,1%   |

Sammanfattningsvis, vid en ökad elexport noterar vi att elanvändning minskar och värmepumpar ökar, främst i ett scenario utan fjärrvärme. Kraftproduktionen ökar över tiden, främst i fallet utan fjärrvärme där vindkraft ökar betydligt. I fallet med fjärr-

värme noterar vi ökad mängd biomassa. Total systemkostnad minskar över hela tidsperioden, både med och utan FV. Totalt sett noterar vi större skillnader i ett energisystem utan fjärrvärme om elexporten ökar.

### 3.4.5 Varierande pris på naturgas

Gällande antaganden om framtiden råder det även stor osäkerhet om framtida energipriser. Den ökade utvinningen av skiffergas i USA har till exempel pressat ner de nordamerikanska gaspriserna som nu ligger avsevärt under de europeiska. Det är sannolikt att utbudsökningen av naturgas på den globala marknaden även kan komma att påverka priserna på naturgas i Europa.<sup>11</sup> Av denna anledning har vi valt att analysera en situation där vi varierar priset på naturgas och för enkelhetens skull har vi valt att halvera priset på naturgas jämfört med referensantagandena (se även Tabell 2). Figur 17 presenterar slutlig energianvändning i bostäder över tiden, för fyra olika scenarier (med och utan fjärrvärme och med och utan halverat pris på naturgas).



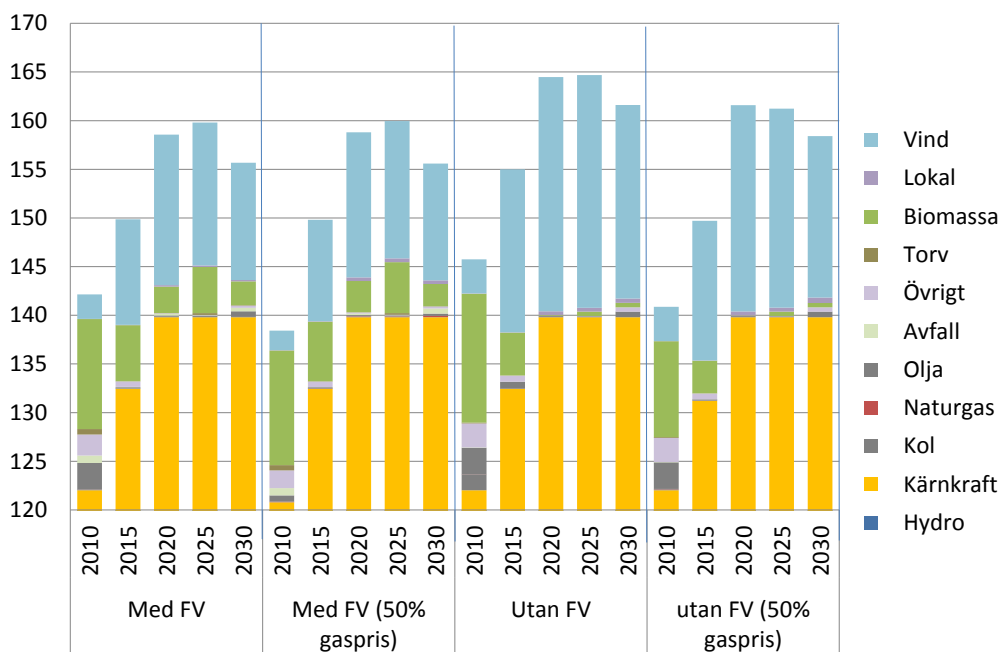
Figur 17. Slutlig energianvändning i bostäder 2010-2030 (TWh) med och utan FV, samt med varierande pris på naturgas.

I ett energisystem med fjärrvärme noterar vi endast små skillnader av att priset på naturgas minskar kraftigt. Vi noterar dock en liten ökning av naturgas i energisystemet över tiden. Gällande en situation utan fjärrvärme noterar vi däremot en

<sup>11</sup> <http://www.dn.se/ekonomi/usa-gas-ritar-om-energikartan>

relativt stor ökning av andelen naturgas för uppvärmning i bostäder, framförallt på bekostnad av direktverkande el och värmepumpar som båda två minskar. I sektorn lokaler sker det endast små förändringar när gaspriset halveras, även om vi noterar en viss ökning av naturgas då vi har det lägre priset.

Givet att vi noterar relativt stora förändringar i elanvändningen vid ett varierande pris på naturgas är det även intressant att studera vad som händer med kraftproduktionen. Figur 18 presenterar årlig kraftproduktion i TWh över tiden, för fyra olika scenarier (med och utan fjärrvärme och med och utan halverat pris på naturgas). Gällande resultaten när vi har fjärrvärme i energisystemet noterar vi en minskad kraftproduktion 2010 om naturgaspriset halveras, vilket dels är ett resultat av en minskad kärnkraftsproduktion, men främst en minskning av andelen olja. Över tiden noterar vi dock endast små skillnader i kraftproduktion vid ett halverat naturgaspris, när vi har fjärrvärme i energisystemet. Däremot i ett scenario när vi inte har fjärrvärme i energisystemet noterar vi en relativt stor minskning av kraftproduktionen över hela tids-perioden (mellan 3-5 TWh). Vi noterar att vindkraft, biomassa och olja är det som främst minskar i kraftproduktionen. Det är även värt att poängtera att ett energisystem utan fjärrvärme påverkas i betydligt större omfattning gällande både slutlig energi-användning samt kraftproduktion vid ett halverat pris på naturgas.



Figur 18. Årlig kraftproduktion i TWh 2010-2030, med och utan FV, samt med varierande pris på naturgas.

Tabell 8 visar den totala systemkostnaden över tiden för ett energisystem med och utan fjärrvärme, samt med ett lägre pris på naturgas. Resultaten visar att ett lägre pris på naturgas endast får marginella effekter på total systemkostnad, där vi noterar att ett

lägre pris på naturgas leder till minskade systemkostnader. Systemkostnaden fortsätter att vara betydligt högre i ett system utan fjärrvärme jämfört med ett energisystem med fjärrvärme. Sammanfattningsvis noterar vi inga stora förändringar i ett energisystem med fjärrvärme när vi halverar priset på naturgas. Utan fjärrvärme noterar vi en kraftig ökning av naturgas, samt en minskning av värmepumpar och el. Kraftproduktionen minskar, främst i ett energisystem utan fjärrvärme och vindkraft minskar främst. Koldioxidutsläpp och primärenergianvändning ökar i ett energisystem utan fjärrvärme. Totalt sett noterar vi större skillnader av ett lägre naturgaspris i ett energisystem utan fjärrvärme.

Tabell 8. Total systemkostnad i miljarder SEK/år i fallet med och utan fjärrvärme, samt med varierande pris på naturgas.

|                  | 2010   |         | 2020   |         | 2030   |         |
|------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
|                  | Med FV | Utan FV | Med FV | Utan FV | Med FV | Utan FV |
| Referensfall     | 935    | 956     | 1168   | 1185    | 1297   | 1311    |
| Halverat gaspris | 934    | 953     | 1166   | 1184    | 1295   | 1310    |
| Ökning MSEK/år   | -1,7   | -3,6    | -1,2   | -0,6    | -1,4   | -1,3    |
| Ökning i %       | -0,0%  | -0,0%   | -0,0%  | -0,0%   | -0,0%  | -0,0%   |

Sammanfattningsvis noterar vi att alla känslighetsanalyser visar att systemkostnaden är lägre när vi har fjärrvärme i energisystemet. Vi anser även att ett energisystem med fjärrvärme är mer flexibelt i den meningen att det är bättre lämpat att hantera de förändringar som sker i känslighetsanalyserna. Denna slutsats drar vi eftersom vi noterar större förändringar av de introducerade känslighetsanalyserna när vi inte har fjärrvärme i energisystemet.

## 4 INPUT-OUTPUT ANALYS AV FJÄRRVÄRME

### 4.1 Input-output analys på nationell nivå

I detta avsnitt görs en analys av hur stor påverkan fjärrvärme har på den totala produktionen och sysselsättningen i Sverige under ett år. Fjärrvärmeproduktion tillhör enligt svensk näringsgrensindelning (SNI) branschen El, gas och värmeverk, men det är ett stort antal andra branscher som är involverade i fjärrvärmeproduktionen. Hit hör branscher som levererar insatsvaror till fjärrvärme, till exempel skogsindustrin som bidrar med biomassa. Skillnaden mellan Jämförelsealternativet (JA) och Utredningsalternativet (UA) kan i den här analysen översättas till frågan; vad händer med produktionen och sysselsättningen i Sverige om fjärrvärmeproduktionen plockas bort och ersätts med annan energiproduktion?

För att kunna besvara frågan har en input-output analys genomförts. Analysen sker i två steg: först plockas fjärrvärmens bort och därefter adderas ersättningsproduktionen som sker i Sverige. Som underlag används resultaten från referenskörningarna i TIMES-Sweden för 2010. Input-output analysen görs med underlag från SCB:s tabell från 2010 som är en matris med branscherna i raderna och kolumnerna. Varje rad anger branschernas insatsleveranser till den egna branschen och till de övriga branscherna i miljoner kronor. Varje kolumn visar hur mycket insatsvaror/tjänster som varje bransch köper av de övriga branscherna i miljoner kronor. Genom att räkna ut hur stor andel av de totala insatsleveranserna som görs från den egna branschen och de övriga branscherna (för varje bransch) anger kolumnsummorna hur stor andel av det totala produktionsvärdet som utgörs av insatsleveranser. Den resterande delen av produktionsvärdet är förädlingsvärdet (produktionsvärdet minus inköpsvärdet av insatsleveranser). Genom att invertera matrisen och därefter summera varje kolumn erhålls för varje bransch en multiplikator. Denna anger förhållandet mellan branschens egen produktion och den produktion som orsakas av branschens inköp av insatsleveranser från den egna och övriga branscher. Om multiplikatorn är 1,5 för en viss bransch betyder det att den totala produktionen är 1,5 gånger större än branschens egen produktion. Om en bransch producerar för 100 miljoner kronor per år tillkommer ett produktionsvärde för 50 miljoner i andra branscher. Genom att för varje bransch ta hänsyn till förhållandet mellan antalet sysselsatta och produktionsvärdet kan sysselsättningsmultiplikatorn räknas ut. Det är sysselsättningsmultiplikatorn som används i fortsättningen. Genom att ta bort fjärrvärmeproduktionen från branschen El, gas och värmeverk är det möjligt att i en input-output analys räkna ut ett värde uttryckt i antal sysselsatta i Sverige som dels arbetar i fjärrvärme-produktion dels arbetar med insatsleveranser till fjärrvärmeproduktionen.

#### 4.1.1 Effekter av att fjärrvärmeproduktionen plockas bort

I branschen El, gas och värmeverk görs i Sverige inköp från andra branscher och den egna branschen för 26,2 procent av produktionskostnaden. Skulle alla inköpskoefficienter vara 26,2 procent i alla produktionsleden skulle produktionsmultiplikatorn av en förändring av produktionen i branschen El, gas och värmeverk bli 1,35, det vill säga  $(1-0,262)^{-1}$ . Men så är inte fallet. För att ta hänsyn till de branschvisa skillnaderna i inköpskoefficienter har input-output matrisen inverterats och kolumnen för branschen El, gas och värmeverk summerats. Denna summa anger den exakta produktionsmultiplikatorn som är 1,41. Med förhållandet mellan produktionskostnad och antalet sysselsatta som ingångsvärden för varje bransch har sysselsättningsmultiplikatorn räknats fram för branschen El, gas och värmeverk. Den är större än produktionsmultiplikatorn (1,97). Detta beror på att det är relativt arbetsintensiva branscher som levererar insatsvaror till El, gas, och värmeverk. Omvänt är branschen mera kapitalintensiv än de branscher som levererar insatsvaror. Genom spridningseffekterna i ekonomin leder en minskning av produktionen i El, gas och värmeverk till en större minskning av den totala sysselsättningen än minskningen av den totala produktionen.

Modellberäkningen av sysselsättningseffekterna branschvis vid en neddragning av fjärrvärmeproduktionen i Sverige bygger på följande antaganden. Fjärrvärmeproduktionens andel av den totala produktionen i branschen El, gas och värmeverk antas vara 33 procent, samma andel som framkommit vid intervjuerna i fallstudierna i den kommunala analysen som redovisas längre fram i kapitlet. Fjärrvärmeproduktionen antas ha samma inköpskoefficienter som hela branschen El, gas och värmeverk. Vid intervjuerna i de två fallstudierna har det framkommit att inköpen från Skogsbruk är högre än vad som anges i input-output tabellen. I fallstudierna har med stöd av intervjuerna denna koefficient justerats. Någon sådan justering har inte gjorts i den nationella input-output analysen.

Den direkta sysselsättningseffekten av att ta bort fjärrvärmeproduktionen i Sverige beräknas med dessa antaganden bli en minskning med 10 700 sysselsatta. Denna minskning äger rum i branschen El, gas och värmeverk. De indirekta sysselsättningseffekterna i andra branscher och i El, gas och värmeverk beräknas bli minus 10 355. Därmed blir de totala sysselsättningseffekterna minus 21 055. Sysselsättningsmultiplikatorn blir då 1,97 (21 055/10 700). Företagstjänster är den bransch som beräknas få den största indirekta minskningen av sysselsättningen i absoluta tal (-3 000 sysselsatta) vilket är 29 procent av de totala indirekta effekterna. Byggindustrins andel av de totala indirekta sysselsättningseffekterna beräknas vara 14 procent, se tabell 9 nedan.

Tabell 9. De nationella indirekta sysselsättningseffekterna av en minskning av produktionen i branschen El, gas värmeverk med en tredjedel (uppskattad fjärrvärmeandel).

|                               | Sysselsättningseffekter | Andel  |
|-------------------------------|-------------------------|--------|
| Företagsservice               | -3014                   | 29,1%  |
| Byggindustri                  | -1434                   | 13,8%  |
| Part och detaljhandel         | -927                    | 9,0%   |
| Privata tjänster              | -858                    | 8,3%   |
| El-, gas- och värmeverk       | -664                    | 6,4%   |
| Övrig tillverkningsindustri   | -648                    | 6,3%   |
| Transporter                   | -528                    | 5,1%   |
| Sågverk, träimpregneringsverk | -418                    | 4,0%   |
| Banker, Försäkringsbolag      | -381                    | 3,7%   |
| Hotell och restaurang         | -314                    | 3,0%   |
| Skogsbruk                     | -257                    | 2,5%   |
| Övriga branscher              | -912                    | 8,8%   |
| Totalt                        | -10355                  | 100,0% |

När andra branscher drar ner produktionen påverkas även branschen El, gas och värmeverk indirekt (-664 sysselsatta). Tabellen visar att av de 11 branscher som påverkas mest i absoluta tal är sju leverantörer av företagsstödande tjänster. Råvarorna levereras till stor del av branscherna Skogsbruk och Sågverk. De råvaruproducerande branscherna är mera kapitalintensiva än de övriga branscherna vilket gör att nerdragningen i produktionen i dessa branscher inte utväxlas i en minskning av antalet sysselsatta i samma utsträckning som i de övriga mera arbetsintensiva branscherna.

#### 4.1.2 Utredningsalternativet (UA)

Utredningsalternativet motsvarar energisystemet utan fjärrvärme inklusive den ersättningsproduktion som behövs för att leverera efterfrågad värme. Scenariot är skapat i TIMES-Sweden och utdata i modellen blir därmed indata i input-output analysen. Resultatet av referenskörningarna i TIMES-Sweden för 2010 visar att elanvändningen, användningen av värmepumpar och gas ökar. Den produktion som sker i Sverige påverkar sysselsättning och produktion och ingår därmed i analysen. Ökad import (här främst gas) ger en ökning av den svenska konsumtionen, men i input-output analysen nettas den ut av import. I utredningsalternativet (UA) ingår att produktionen av el ökar med 2,5 procent och att produktionen av värmepumpar ökar med faktor 13 i förhållande till jämförelsealternativet (JA). Även vindkraftproduktionen är större. Under 2010 är dock påverkan på installerad effekt begränsad (cirka 0,4 GW). Skillnaden mellan scenarierna ökar på några års sikt. I tidigare skattningar har det bedömts att bara cirka 10 procent av investeringarna i vindkraft berör svenska leverantörer eller deras underleverantörer (von Bahr 2012). På grund av den relativt begränsade påverkan under 2010 har inte vindkraften inkluderats i beräkningarna.

Då uppgifter från Svenska Värmepumpsföreningen gör gällande att cirka 50 procent av värmepumparna är luftvärmepumpar och att dessa till stor del importeras har detta hanterats genom att multiplicera ökningsfaktorn med 0,5. Övriga värmepumpar produceras nästan uteslutande i Sverige vilket ger en ökningsfaktor för produktionen av värmepumpar i Sverige på 6,5 ( $=13 \times 0,5$ ). Användningen av värmepumpar betraktas som investeringar med en deprecieringstakt på 11 procent per år, vilket baseras på 15 års livslängd (Bureau of Economic Analysis 2003). Det innebär att i genomsnitt är 11 procent av produktionen reinvesteringar och 89 procent investeringar i nya pumpar. Enligt Svenska Värmepumpsföreningen var värdet av försäljningen av inhemskt producerade värmepumpar 5,3 miljarder kronor i Sverige under 2012. I input-output analysen används försäljningsvärdet 5,3 miljarder. Den nyproduktion i Sverige av värmepumpar som måste till för att ersätta den nyttiggjord energi som faller bort i utredningsalternativet när fjärrvärmeproduktion saknas har räknats ut med följande formel: Försäljning av värmepumpar i Sverige (5,3 miljarder kronor) \* ökningsfaktorn (6,5) \* andelen nya värmepumpar (89 %). Resultatet blir att produktionen av värmepumpar ökar med 30,7 miljarder kronor.

Med dessa indata i input-output analysen har de direkta och indirekta sysselsättnings-effekterna av ökad produktion av el och värmepumpar beräknats med uppgifter i SCB: s senaste input-output tabell. Produktionen av el har beräknats för branschen El, gas och värmeverk och produktionen av värmepumpar har beräknats för branschen Maskinindustri.

För den ökade elproduktionen innebär en 2,5 procentig ökning att produktionsvärdet ökar med cirka 3,2 miljarder kronor. Enligt nationalräkenskaperna går det 0,3 syssel-satta per miljon kronor i produktionsvärde i branschen El, gas och värmeverk. Det innebär att det krävs omkring 960 sysselsatta i elproduktionen för att ersätta den del av bortfallet i fjärrvärmeproduktionen som kompenseras med ökad elproduktion, se tabell 10 nedan. Sysselsättningsmultiplikatorn i branschen El, gas och värmeverk är 1,97 vilket betyder att de totala sysselsättningseffekterna beräknas vara omkring 1 900 sysselsatta. Det innebär att de indirekta sysselsättningseffekterna blir cirka 930 sysselsatta. I maskinindustrin går det 0,47 sysselsatta per miljon kronor i produktions-värde. Med denna relation innebär en ökning av produktionen av värmepumpar med 30,7 miljarder kronor att det krävs en ökad insats av arbetskraft motsvarande omkring 14 600 sysselsatta (direkt sysselsättningseffekt). Sysselsättningsmultiplikatorn i maskinindustrin är 2,05 vilket innebär att de totala sysselsättningseffekterna blir cirka 31 900 sysselsatta. De indirekta sysselsättningseffekterna beräknas därmed bli nära 16 400 sysselsatta.

Tabell 10. Direkta och indirekta sysselsättningseffekter av ökad produktion av el och värmepumpar i utredningsalternativet

|                                | Direkta effekter | Indirekta effekter | Totala effekter | Multiplikator |
|--------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|---------------|
| Ökad produktion av el          | 964              | 933                | 1897            | 1,97          |
| Ökad produktion av värmepumpar | 14592            | 15470              | 30062           | 2,06          |
| Totalt                         | 15556            | 16403              | 31959           | 2,05          |

De största indirekta sysselsättningseffekterna av den ökade elproduktionen uppstår i branschen Företagsservice, se tabell nedan (nära 300 sysselsatta). Denna bransch består av uthyrningsföretag, städbolag, datakonsulter och övriga företagskonsulter. Att det köps in så mycket företagstjänster beror till stor del på att produktion som inte är kärnverksamhet outsourcas till fristående företag. Byggindustrin är den näst största insatsleverantören till branschen El, gas och värmeverk (cirka 130 sysselsatta). Därefter följer parti- och detaljhandel (omkring 80 sysselsatta). Att det finns indirekta effekter i branschen El, gas och värmeverk beror på att de övriga branscherna (exempelvis företagsservice) köper in el för att leverera insatsstjänster. Det är övervägande tjänstebanscher som levererar insatsvaror/tjänster.

Tabell 11. De indirekta sysselsättningseffekterna av ökad produktion av el i utredningsalternativet fördelat på branscher

|                               | Sysselsättningseffekter | Andel  |
|-------------------------------|-------------------------|--------|
| Företagsservice               | 271                     | 29,1%  |
| Byggindustri                  | 129                     | 13,8%  |
| Part och detaljhandel         | 84                      | 9,0%   |
| Privata tjänster              | 77                      | 8,3%   |
| El-, gas- och värmeverk       | 60                      | 6,4%   |
| Övrig tillverkningsindustri   | 58                      | 6,3%   |
| Transporter                   | 47                      | 5,1%   |
| Sågverk, träimpregneringsverk | 38                      | 4,0%   |
| Banker, Försäkringsbolag      | 34                      | 3,7%   |
| Hotell och restaurang         | 29                      | 3,0%   |
| Skogsbruk                     | 23                      | 2,5%   |
| Övriga branscher (23 st)      | 82                      | 8,8%   |
| Totalt                        | 933                     | 100,0% |

Fjärrvärmeproduktionen är en delmängd av produktionen i branschen El, gas och värmeverk. När fjärrvärmeproduktionen tas bort i utredningsalternativet visar TIMES-Sweden att produktionen av värmepumpar ökar för att kompensera en del av bortfallet av den nyttiggjorda energin. De största indirekta sysselsättningseffekterna uppkommer som i fallet med el i branschen Företagsservice. Metallvaruindustrin är den näst största insatsleverantörer, se tabell 12 nedan.

Tabell 12. De indirekta sysselsättningseffekterna av ökad produktion av värmepumpar i utredningsalternativet fördelat på branscher

|                             | Sysselsättningseffekter | Andel (%)     |
|-----------------------------|-------------------------|---------------|
| Företagsservice             | 3971                    | 25,7          |
| Metallvaruindustri          | 2645                    | 17,1          |
| Parti- och detaljhandel     | 2624                    | 17,0          |
| Transporter                 | 1003                    | 6,5           |
| Privata tjänster            | 938                     | 6,1           |
| Övrig tillverkningsindustri | 671                     | 4,3           |
| Hotell och restaurang       | 517                     | 3,3           |
| Maskinindustri              | 470                     | 3,0           |
| Byggindustri                | 357                     | 2,3           |
| Banker o försäkringsbolag   | 295                     | 1,9           |
| Förlag och grafisk industri | 295                     | 1,9           |
| Övriga branscher (23 st)    | 1684                    | 10,9          |
| <b>Totalt</b>               | <b>15470</b>            | <b>100,0%</b> |

#### 4.1.3 Sammanfattning av input-output analysen på nationell nivå

Den nationella input-output analysen kan sammanfattas så att det går åt en större mängd arbetskraft i utredningsalternativet än i jämförelsealternativet för att producera samma mängd nyttig energi (det vill säga den värme som omvandlas till rumsvärme, varmvatten och hushållsel). Det är den ökade produktionen av värmepumpar som är den största orsaken till detta.

Tabell 13. Sammanfattning av sysselsättningseffekterna i UA jämfört med JA

|                                                   |               |
|---------------------------------------------------|---------------|
| Totala effekter av minskad fjärrvärmeproduktion   | - 21 055      |
| Totala effekter av ökad produktion av El          | 1 897         |
| Totala effekter av ökad produktion av värmepumpar | 30 062        |
| <b>Summa effekter av utredningsalternativet</b>   | <b>10 904</b> |

I ovanstående sammanställning har inte effekten av expansionen av vindkraft tagits med. En orsak är att input-output tabellen gäller 2010 och utbyggnaden är relativt liten i nuläget. En annan är att endast 10 procent av investeringarna i vindkraft berör den svenska ekonomin. På sikt ökar emellertid behovet av sysselsättning inom vindkrafttillverkning och installation i Sverige och det antyder att effekten kan komma att bestå över tiden.

Det ska understrykas att strikt samhällsekonomiskt indikerar input-output analysen att utredningsalternativet (Utan FV) är mindre effektivt än jämförelsealternativet (Med FV). Orsaken till det är att jämförelsealternativet (dagens energisystem med fjärrvärme) kräver en mindre insats av arbetskraft än utredningsalternativet (utan

fjärrvärme men med mera el och värmepumpar) för att åstadkomma samma nytta i konsumentledet.

## 4.2 Input-output analys på kommunal nivå

I detta avsnitt analyseras hur regionala ekonomier påverkas av en minskad produktion av fjärrvärme. Här redovisas resultaten av två fallstudier: Vimmerby och Östersund. Analysen utgör ett komplement till input-output analysen på nationell nivå. Skälen till detta är följande. Genom intervjuer med branschföreträdare i kommunerna har det varit möjligt att erhålla detaljerade uppgifter om insatsleveranserna till fjärrvärme-produktionen. Detta har fört med sig att inköpen från de skogsrelaterade branscherna har justerats upp i de kommunala analyserna jämfört med den nationella analysen. Vidare ger de kommunala analyserna ökade möjligheter att belysa effekterna på hushållens och kommunernas inkomster av att fjärrvärmeproduktionen tas bort i utredningsalternativet. Någon analys av effekterna av den ökade produktionen av el och värmepumpar har inte genomförts i de kommunala analyserna. Analysen på kommunal nivå representerar således kommuner eller grupper av kommuner som inom kommungränsen saknar såväl produktion av värmepumpar som möjligheter att öka elproduktion för att ersätta bortfallet från fjärrvärmerna.

Den första fallstudien utgörs av Vimmerby kommun. I den andra, som berör Östersund ingår tre kommuner i Jämtland i och med att dessa delvis har gemensam fjärrvärmeproduktion och distribution. Vimmerby kommun ligger i Kalmar län med 15 500 invånare 2010. I kommunen finns knappt 8 000 arbetsplatser. I den jämtländska fallstudien ingår kommunerna Östersund, Åre och Krokom. Dessa tre kommuner bildar en gemensam analysregion. Denna region hade 84 000 invånare 2010 och antalet sysselsatt dagbefolkning var omkring 42 000 samma år.

### 4.2.1 rAps-modellen

Analysen genomförs med det regionalekonomiska analys- och prognosverktyget rAps som består av en databas och en uppsättning parametrar som länkar data till varandra. I databasen finns historiska data om befolkningen, arbetsmarknaden, regionalekonomi och bostadsmarknaden. Parametrarna är skattade på historiska data och används för att göra prognoser och scenarier om utvecklingen fram till 2030. Modellen drivs av exogena antaganden baserade på Finansdepartementets Långtidsutredning 2008 om den makroekonomiska utvecklingen i Sverige fram till 2030, bland annat exportens och produktivitetens utveckling. I modellen görs också exogena antaganden om demografin, bland annat om migrationen. I modellen balanseras efterfrågan och utbud av arbetskraft. Efterfrågan på arbetskraft drivs av hur efterfrågan på regionens produktion utvecklas. Konsumtion, investeringar och export utgör efterfrågans komponenter. Utbudet av arbetskraft beror på demografiska faktorer och om flera sysselsatta efterfrågas än vad som bjuds ut av de bosatta i regionen balanseras efterfrågeöverskottet med en ökad nettoinpendling. Vid stora efterfrågeöverskott påverkas även nettoinflyttningen i modellen.

Modellen har en input-outputkärna som anger insatsleveranser branscherna emellan (49 branscher). Det innebär att multiplikatoreffekter fångas upp som uppkommer av att produktionen förändras i en viss bransch. Dessa effekter kallas indirekta effekter och beräknas vanligen för produktion och sysselsättning. Även den förändrade konsumtionen från hushållen av att produktionen i kommunen förändras fångas upp och kallas för inducerade effekter. Normalt samlas indirekta effekter och inducerade effekter i en gemensam redovisning och kallas indirekta effekter. Modellen har basåret 2007 och utifrån de strukturella förhållanden som är unika för varje region beräknas sedan den framtida utvecklingen med de exogent angivna parametrarna. Det går att som användare ändra dessa parametrar för att kunna se effekter av olika händelser i den regionala ekonomin, exempelvis en minskning av fjärrvärme-produktionen. Kommunerna är den minsta analysenheten och dessa kan grupperas till större regioner.

Det går därför att få en modellberäknad bild av vilka de direkta och indirekta effekterna blir i analysregionerna av att fjärrvärmeproduktionen lyfts bort. De direkta effekterna är den neddragning av produktion och sysselsättning som sker i första ledet, i branschen El, gas och värmeverk. rAps-modellens parametrar har justerats efter förhållandena i analysregionerna så som de har presenterats vid intervjuer med de lokala energibolagen. I Vimmerby är den viktigaste justeringen att energi-branschens inköpsandelar från skogsbruket och sågverken har justerats uppåt i volym samtidigt som den regionala inköpsandelen har höjts. Det har antagits att inköpen av insatsvaror har samma andel som i den nationella input-outputtabellen men i Vimmerby har dessa inköp till större del riktats mot branscherna Skogsbruk och Sågverk. Den regionala inköpsandelen i branschen El, gas och värmeverk har antagits vara 95 procent och antagandet bygger på uppgifter från intervjuerna.

Intervjun med energibolaget gav besked om att det uppskattade bortfallet av produktion vid en avveckling av fjärrvärmeproduktionen i Vimmerby kommun skulle minska den totala produktionen i branschen med 45 procent. Omräknat till sysselsättning innebär detta att antalet sysselsatta minskar med 10 personer som en direkt effekt.

I Jämtlandskommunerna har den regionala inköpskoefficienten för varuinsatser höjts till 95 procent för branschen El, gas och värmeverk. Inköpen av insatsvaror har i modellen justerats så att de i modellen motsvarar den nivå och struktur som angivits vid intervjuerna. Tillväxttakten i den interregionala exporten har justerats från omkring fyra procent per år till två procent per år. I modellen har fjärrvärme-produktionen i de båda regionerna plockats bort år 2008 och effekterna är beräknade ett år senare, 2009 och framskrivits till 2010.

## 4.2.2 Modellresultat

### 4.2.2.1 Vimmerby

Utredningsalternativet (UA) innebär att antalet sysselsatta i branschen El, gas och värmeverk år 2010 har 10 färre sysselsatta än i jämförelsealternativet (JA) och att branschens förädlingsvärde är 27,5 miljoner lägre. Jämförelsealternativet innebär att utvecklingen av befolkning, arbetsmarknad, regionalekonomi och bostadsmarknad följer det förhandsinställda defaultalternativet i rAps med ett viktigt undantag. Den interregionala exportens årliga tillväxttakt har justerats ned från fem procent till två procent. Det har därmed antagits att den interregionala exporten växer i samma takt som BNP. Implicit antas därför att branschen El, gas och värmeverk i Vimmerby följer den nationella utvecklingen och inte genomför några innovationer som stärker den nationella konkurrenskraften.

Resultaten som utgör skillnaden mellan UA och JA visas i tabellen nedan. Brutto-regionprodukten (BRP) minskar med 27,5 miljoner kronor 2010 och detta är en direkt effekt. Till det kommer indirekta effekter och inducerade effekter på 7,7 miljoner kronor. Den totala effekten på BRP är en minskning med 35,1 miljoner. Multiplikatorn på produktionen blir 1,3 och i procent minskar BRP med 0,4 procent jämfört med jämförelsealternativet. Av den totala minskningen av BRP faller 27,5 miljoner på branschen El, gas och värmeverk, 6 miljoner på branscherna Skogsbruk och Sågverk samt 1,6 miljoner på övriga branscher. Minskningen av förädlingsvärdet i Skogsbruk och Sågverk utgör 1,2 procent av de båda branschernas totala förädlingsvärde.

Tabell 14. Regionalekonomiska effekter i Vimmerby kommun

|                                  | Direkt<br>effekt | Indirekt<br>effekt | Total<br>effekt | Total<br>effekt i %<br>av ref | Multiplikator |
|----------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|---------------|
| Bruttoregionprodukt<br>mkr 2010  | -27,5            | -7,7               | -35,1           | -0,4%                         | 1,3           |
| Sysselsatta (antal)              | -10              | -7                 | -17             | -0,2%                         | 1,7           |
| Disponibel inkomst<br>(mkr)      | -1,97            | -0,1%              |                 |                               |               |
| Beskattningsbar<br>inkomst (mkr) | -2,95            | -0,1%              |                 |                               |               |
| Kommunens<br>skatteinkomst (mkr) | -0,95            | -0,1%              |                 |                               |               |

Den direkta sysselsättningseffekten beräknas 2010 vara en minskning med 10 sysselsatta som en direkt effekt i branschen El, gas och värmeverk. Därtill minskar sysselsättningen i Skogsbruk och Sågverk med 3 sysselsatta och 4 i branschen Lokala tjänster, Totalt sju sysselsatta minus som en indirekt och inducerad effekt.

Sysselsättningsmultiplikatorn blir 1,7 och i procent beräknas den totala sysselsättningsminskningen utgöra 0,2 procent av kommunens sysselsättning. Räknat som andel av den totala sysselsättningen i Skogsbruk och Sågverk motsvarar minskningen 1,2 procent.

Effekterna på disponibel inkomst, beskattningsbar inkomst och kommunens skatteinkomster (med 2007 års skattesats) beräknas minska med 0,1 procent vardera 2010. Sammanfattningsvis blir effekterna på den regionala ekonomin små av en neddragning av fjärrvärmeproduktionen i Vimmerby enligt modellberäkningarna. Den största effekten är isolerad till branschen El, gas och värmeverk. I övrigt berörs Skogsbruket och Sågverken genom minskat efterfrågan på insatsvaror. Men effekten är liten i förhållande till de både branschernas totala förädlingsvärde och sysselsättning.

#### 4.2.2.2 Jämtlandskommunerna

I Jämtlandskommunerna bedöms ett förädlingsvärde motsvarande 297 miljoner kronor försvinna om produktionen av fjärrvärme inte finns i de tre kommunerna. Detta värde är det exogena ingångsvärdet i rAps-analysen. Den indirekta effekten på förädlingsvärdet i leverantörsledet modellberäknas till minus 47 miljoner kronor. Den totala effekten på BRP i regionen beräknas bli minus 344 miljoner kronor efter det att fjärrvärmeproduktionen plockats bort. Detta regionala produktionsbortfall utgör 1,6 procent av regionens BRP. Den direkta sysselsättningseffekten beräknas bli minus 105 sysselsatta och den indirekta sysselsättningseffekten är modellberäknad till minus 71 sysselsatta. Den totala sysselsättningseffekten blir enligt modellen minus 176 sysselsatta. Denna sysselsättningsminskning utgör 0,4 procent av det totala antalet sysselsatta efter det att fjärrvärmeproduktionen försvinner. Sysselsättningsmultiplikatorn blir 1,7. Det faller bort ett större förädlingsvärde än sysselsatta och sysselsättningsmultiplikatorn är större än produktionsmultiplikatorn. Detta beror på att förädlingsvärdet per sysselsatt är större i branschen El, gas och värmeverk än i de övriga branscher som indirekt berörs. Detta är ett uttryck för att produktionen av fjärrvärme är mera kapitalintensiv än genomsnittet för de branscher som indirekt berörs av att produktionen av fjärrvärme lyfts bort. Omvänt är de branscher som indirekt berörs mera arbetsintensiva.

Tabell 15. Regionalekonomiska effekter i Jämtlandskommunerna (Östersund, Åre och Krokom)

|                               | Direkt<br>effekt | Indirekt<br>effekt | Total<br>effekt | Total<br>effekt i %<br>av ref | Multiplikator |
|-------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|---------------|
| Bruttoregionprodukt (mkr)     | -297             | -47                | -344            | -1,6%                         | 1,2           |
| Sysselsatta (antal)           | -105             | -71                | -176            | -0,4%                         | 1,7           |
| Disponibel inkomst (mkr)      | -32              | -0,3%              |                 |                               |               |
| Beskattningsbar inkomst (mkr) | -48,5            | -0,4%              |                 |                               |               |
| Kommunens skatteinkomst (mkr) | -16,0            | -0,4%              |                 |                               |               |

De modellberäknade effekterna på den disponibla inkomsten i regionen blir minus 32 miljoner kronor och effekten på den beskattningsbara inkomsten beräknas bli minus 48,5 miljoner kronor. Kommunernas skatteinkomster minskar enligt modellen med 16 miljoner kronor. I procent rör det sig om mellan minus 0,3 och minus 0,4 procent av de totala inkomsterna i regionen.

Det är i branschen El, gas och värmeverk som de största totala effekterna uppstår. Effekten på branschens förädlingsvärde i regionen beräknas bli en minskning med 54 procent. Därefter är det Skogsbruk som drabbas mest i procent av förädlingsvärdet (-1,1 procent), Sågverk (-0,8 procent), samt Byggindustri och Företagstjänster (-0,3 procent vardera). Av antalet sysselsatta beräknas 37 procent av försvinna i branschen El, gas och värmeverk och i de övriga branscherna fördelar sig bortfallet av sysselsatta proportionellt mot bortfallet i förädlingsvärde. I absoluta tal blir minskningen störst i El, gas och värmeverk (-110 sysselsatta), Övriga lokala tjänster (-32), Företagstjänster (-14), Byggindustri (-12), Skogsbruk (-7) och Sågverk (-1).

### 4.3 Sammanfattning input-output analys

Den nationella input-output analysen visar att fjärrvärme är ett produktivt sätt att producera värme. I scenariot när fjärrvärmeproduktionen plockas bort går det åt fler sysselsatta för att på alternativt sätt producera samma konsumentnytta. I strikt samhällsekonomisk mening har arbetskraften ett värde i alternativ produktion som trängs bort när produktionen av el och värmepumpar behöver öka för att ersätta den bortfallna konsumentnyttan av att produktionen av fjärrvärme tas bort.

Den kommunala rAps-analysen ger en bild av vad som händer med bruttoregionprodukten, hushållens disponibla inkomster, den beskattningsbara förvärvsinkomsten och kommunens skatteintäkter när fjärrvärmeproduktionen plockas bort i kommunen. Analysen visar att de kommunala multiplikatorerna är mindre än de nationella. Det beror på att fjärrvärmeproduktionen använder insatsleveranser från företag i andra

kommuner. Effekterna på kommunernas bruttoregionprodukt varierar från -0,4 procent i Vimmerby till -1,6 i kommungruppen Östersund, Åre och Krokom. Dessa skillnader beror på skillnader i fjärrvärmeproduktionens andel av kommunernas totala BRP. Analysen visar också att omkring 60 procent av de effekter på sysselsättningen som uppkommer nationellt uppstår i den kommun där fjärrvärmeproduktionen finns. Någon analys av effekterna på kommunal nivå av att elproduktionen och produktionen av värmepumpar antas öka för att kompensera för bortfallet av fjärrvärme har inte gjorts. Anledningen är att produktionen av värmepumpar är koncentrerad till ett fåtal kommuner.

## 5 KOMPLETTERANDE ANALYS

Denna del av projektet fokuserar på att lyfta fram effekter av fjärrvärmens som inte direkt har uppmärksammats i den modellbaserade analysen. Denna del av analysen är till viss del kvalitativ, eller icke-kvantitativ, eftersom många av dessa punkter är svåra att ge en trovärdig kvantitativ uppskattning. En kvantitativ bedömning av de punkter som diskuteras nedan innebär att en hel del antaganden måste göras, samt att vi måste göra en bedömning av hur det svenska energisystemet mer exakt hade sett ut utan fjärrvärme. Då detta ligger utanför syftet med detta projekt kommer vi inte att göra exakta ekonomiska uppskattningar av nedanstående effekter. Detta innebär dock inte att de effekter som diskuteras nedan på något sätt är mindre viktiga än de som skattats kvantitativt i de två föregående kapitlen. De icke-kvantitativa effekterna kommer därför att bedömas enligt ett värderingssystem med avseende att belysa effektens sannolika omfattning och betydelse. De kriterier som används i den kompletterande analysen för bedömning av de kvalitativa effekterna är:

*Effektens storlek:* detta kriterium avser att beskriva hur stor sannolikheten är att effekten inträffar och vilken utsträckning effekten har.

*Värdering av effekten:* detta kriterium avser att diskutera omfattningen på effekten, dvs. hur stora kostnader eller nyttor som effekten sannolikt får.

Betygssättningen följer en skala mellan 1 till 3, där siffran 1 ges för en liten effekt, siffran 2 för en måttlig effekt och siffran 3 för en stor effekt. I syfte att eftersträva transparens i bedömningarna kommer vi att motivera och redovisa på vilka grunder bedömningarna är gjorda.

### 5.1 Avfallsmarknaden

I ett energisystem där fjärrvärme saknas, skulle avfallsmarknaden se annorlunda ut. Avfallet bidrog till en produktion på 12,6 TWh värme och 1,8 TWh el (Avfall Sverige 2011)<sup>12</sup>. Det betyder att cirka 20 procent av fjärrvärmens och cirka 1 procent av elen producerades genom energiutvinning från avfall under år 2010 (12 TWh av 60 TWh och 1,8 TWh av 144,5 TWh).

Ungefär hälften av hushållsavfallet går till energiåtervinning och det innebär att fjärrvärmens har en viktig roll i kommunernas avfallshantering. Av de cirka 5 miljoner ton avfall som gick till förbränning utgjorde hushållsavfallet cirka 2 miljoner och övrigt avfall, främst industriavfall, cirka 3 miljoner ton. Kapacitetsutbyggnad pågår inom avfallsförbränningen och fram till 2020 väntas kapaciteten öka från cirka 5

---

<sup>12</sup> Svensk avfallshantering 2011, Avfall Sverige.  
[http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Utveckling/Rapporter\\_2011/SAH\\_111014\\_low.pdf](http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Utveckling/Rapporter_2011/SAH_111014_low.pdf)

miljoner ton år 2010 med ytterligare 2 miljoner ton (Sahlin 2012)<sup>13</sup>. Men redan idag är kapaciteten större än att de inhemskt genererade soporna räcker till. Totalt importerades 748 000 ton avfall för energiåtervinning till Sverige under 2010 (Avfall Sverige 2011).

Frågan som uppkommer om vi inte har fjärrvärme är; Vad ska man göra med avfallet? Bränna utan att ta tillvara värmen, där det uppstår en kostnad för att kyla bort värmen? Deponera går inte på grund av deponiförbudet. Ökad återvinning kanske kan vara möjlig, men eftersom återvinningen idag och framöver bara sker för vissa fraktioner kan kostnaderna för att öka återvinningen ytterligare vara höga. En annan möjlighet skulle vara att exportera avfall.

Här har vi ett exempel på att fjärrvärmeproduktionen använder ett bränsle som annars sannolikt skulle ha gått förlorat. Dessutom ett bränsle som i praktiken har en negativ marginalkostnad, eftersom kommunerna betalar en avgift till fjärrvärme-företagen för att de ska förbränna avfallet. Mottagningsavgifterna varierar mellan cirka 200 och 700 kronor per ton avfall (Sahlin 2012). När det gäller det importerade avfallet får till exempel Halmstad en ersättning på 400 kronor per ton för att ta hand om italienskt avfall (Dagens eko, Kommuner tjänar på import av sopor, 2011-08-15).

Den samhällsekonomiska kostnaden för att ta hand om det avfall som idag används inom fjärrvärmesystemet kan skattas genom att beräkna kostnaden för det alternativa sätt som avfallet skulle hanteras i utredningsalternativet (Utan FV), men eftersom det på förhand inte går att säga hur avfallet skulle omhändertas i scenariot utan fjärrvärme är det ingen enkel uppgift att räkna kostnaden. Den samhällsekonomiska kostnaden kan emellertid under vissa förutsättningar approximeras med minskad intäkt från avfallshantering<sup>14</sup>. Detta är ett sätt som kan användas här för att översiktligt bedöma de samhällsekonomiska kostnaderna. Om det brännbara avfallets alternativutnyttjandevärde skattas med hjälp av mottagningsavgifterna, skulle den totala samhällsekonomiska kostnaden uppgå till mellan 1 miljard och 3,5 miljarder kronor (200 kronor\*5 miljoner ton och 700 kronor\*5 miljoner ton).

Som nämnts ovan finns det åtminstone två alternativ som kan beskriva hur avfallet kan hanteras om fjärrvärme saknas. Förbränning för elproduktion utan tillvaratagande av värmen skulle kunna vara ett val som ligger nära till hands för kommunala bolag eftersom kommunen även ansvarar för avfallshantering. I modellberäkningarna med TIMES-Sweden upphör dock nästan helt användningen av avfall som bränsle. Om Sverige istället börjar exportera avfallet kommer det att ställas krav på att mottagarna kan kvalitetssäkra hanteringen. De länder som kan komma ifråga behöver även ha kapacitet för att ta emot avfallet. Det kan därför betraktas som relativt osannolikt att några större mängder avfall skulle exporteras.

<sup>13</sup> Jenny Sahlin, Profu AB, föredrag vid Avfall Sveriges temadag, Aktuellt inom energiåtervinning, Skövde 20120321

<sup>14</sup> Förutsätter exempelvis avsaknad av marknadsmisslyckanden och att marknaden approximativt kan betraktas som en ren konkurrensmarknad

### 5.1.1 Avfallet används inte längre som energiråvara

Om det avfall som används för att producera fjärrvärme skulle förbrännas utan att värmen tas till vara i scenariot Utan FV, kan avfallet fortfarande vara en källa för generering av el. Kraftproduktion från avfall är dock inget effektivt sätt att utvinna energi i jämförelse med när avfall förbränns i kraftvärmeverk. Dessutom uppkommer ett behov av kylning när inte överskottsvärmen kan ledas ut i fjärrvärmenätet. Baserat på modellberäkningarna är elproduktion från avfall en marginell företeelse i ett energisystem utan fjärrvärme. Det kan dock inte uteslutas att mottagningsavgifterna stiger för att det blir svårare att hitta ett prisvärt alternativ till förbränning. Vid ett sådant utfall kan det bli lönsamt att bränna avfall för kraftproduktion. Det är dock tveksamt ifall det blir en större omfattning.

Inte heller export för förbränning i kraftvärmeverk utomlands bedöms kunna ersätta fjärrvärme som avfallshanteringsmetod annat än möjligtvis för en liten del av avfallet. Det betyder att avfallet i huvudsak behöver tas om hand på ett alternativt sätt och på ett sätt som idag inte kan förutsägas.

Tabell 16. Kvalitativ bedömning av att avfallet måste tas om hand på ett alternativt sätt

| Effekt | Storlek | Värdering |
|--------|---------|-----------|
|        | 3       | 3         |

En kvalitativ bedömning av den samhällsekonomiska kostnaden för en alternativ avfallshantering skulle innebära att både sannolikhet och omfattning kan väntas vara stora och storleken har därför satts till 3. Det handlar om stora mängder avfall och det bedöms som sannolikt att varken export eller elproduktion kan ersätta dagens värmeutvinning som avfallshanteringsmetod. Värderingen har satts till 3 med motiveringen att värmen går förlorad och att ett miljörätt alternativ till deponi måste utformas. Genom att både storlek och värdering betygsatts med 3 innebär det att den samhällsekonomiska kostnaden bedöms som hög.

## 5.2 Industriell spillvärme

Industrin använder fjärrvärmenätet som värmesänka eftersom de istället för att kyla bort den industriella spillvärmen säljer den till fjärrvärmenät runt om i Sverige. Detta innebär en intäkt för många industriföretag, och eftersom industrin i många fall saknar alternativ avsättning för spillvärmen innebär det att utan intäkten från fjärrvärmen skulle de ha en kostnad för att kyla. Enligt Rydén m.fl. (2011) utgjorde den genomsnittliga betalningen för spillvärme cirka 60 procent av marginalkostnaden för värmeproduktionen. Med tanke på att det kan röra sig om betydande volymer drar vi slutsatsen att försäljningen av industriell spillvärme till fjärrvärmeföretagen kan utgöra en betydande inkomst för enskilda företag. De industribranscher som finns bland de större leverantörerna är bland andra företag inom skogs- och massaindustri, järn- och stål- samt kemiindustri.

Frågan som uppkommer är; Vad blir kostnaderna för att kyla bort värmen som idag används i fjärrvärmenäten? Skiljer sig kostnaden från att kyla mot att kyla via fjärrvärmenätet? Frågan om kostnaden för att på alternativ väg kyla spillvärmen är dock inte att enkel att besvara. Ett annat sätt att försöka besvara frågan om spillvärmens samhällsekonomiska värde är att betrakta spillvärmen som en ”fri resurs” i den meningen att den spillvärme som idag används för uppvärmning skulle ha gått förlorad och där det förlorade värdet av spillvärmen kan skattas som priset multiplicerat med den volym spillvärme som inte längre kan säljas.

Leveranserna av spillvärme uppgick till 4,1 TWh under 2010 (cirka 6 procent av total mängd tillförd energi), enligt Svensk Fjärrvärme. Under antagande om att förlusterna i näten uppgick till cirka 12 procent såldes cirka 3,6 TWh spillvärmebaserad fjärr-värme.<sup>15</sup> En komplikation med försöket att skatta det förlorade samhällsekonomiska värdet som volym gånger pris är att priset varierar mellan kommun och kund. I en samhällsekonomisk kalkyl är det slutkonsumentens pris som ska tas som utgångs-punkt när det handlar om att hitta värdet på en vara eller tjänst. Bostadssektorns priser bör således ligga till grund. Baserat på de prisuppgifter som Svensk Fjärrvärme samlar in framkommer att genomsnittspriset för fjärrvärme var mellan 70 och 80 öre per kWh (inklusive moms) beroende på typ av hus år 2010. Om detta tas som underlag så ger det att priset per MWh exklusive moms ligger i intervallet 560-640 kronor. Detta ger en uppskattning av den samhällsekonomiska kostnaden av att spillvärme inte tas tillvara på cirka 2-2,3 miljarder kronor.

### 5.2.1 Industriell spillvärme tas inte tillvara

Utifrån resonemanget ovan har de samhällsekonomiska kostnaderna även bedömts kvalitativt.

Tabell 17. Kvalitativ bedömning av att industriell spillvärme inte längre tas tillvara

| Effekt | Storlek | Värdering |
|--------|---------|-----------|
|        | 3       | 3         |

Både sannolikhet och omfattning har bedömts vara stor och satts till 3. Värderingen har satts till 3 med motiveringen att resursen går förlorad och att det kommer att behövas investeringar i alternativa sätt att kyla spillvärmen.

<sup>15</sup> Enligt Energimyndigheten uppgick den totala användningen av fjärrvärme till 68,3 TWh under 2010. Samma år var förlusterna i storleksordningen 8,2 TWh, vilket motsvarar cirka 12 procent.

### 5.3 Biobränsle

Den svenska fjärrvärmen är till stor del baserad på biobränsle. Störst andel har trädbränslen. Baserat på data från Svensk fjärrvärme utgjorde trädbränslen och RT-flis över hälften av energitillförseln till fjärrvärme under 2010. Trädbränslena kan delas upp i förädlad och oförädlad trädbränsle. Det förädlade trädbränslet utgör cirka 10 procent och de oförädlade trädbränslena som grot, stamvedsflis, träspån och träpulver utgör cirka 40 procent av energitillförseln. Användningsområdena för det oförädlade biobränslet är relativt begränsat, det är främst större anläggningar som har nytta av det. Det är två branscher som levererar oförädlad trädbränsle till fjärrvärmeföretagen. Skogsbruket är leverantör av så kallat primärt skogsbränsle och det utgörs av avverkningsrester och virke utan industriell användning. Sågverken står för leveranser av flis och spån.

Modellresultaten i TIMES-Sweden antyder att biomassa även i scenariot utan fjärrvärme (Utan FV) kommer att vara en viktig energiråvara, men som nämnts ovan kräver användningen av oförädlad trädbränsle stora anläggningar. För skogsbruket skulle scenariot utan fjärrvärme (Utan FV) i jämförelse med fjärrvärme (Med FV) sannolikt innebära att det inte längre finns någon avsättning för avverkningsresterna. Resterna skulle i så fall bli kvar i skogen. Det som går förlorat är den nettonytta som avverkningsresterna ger i fjärrvärmeproduktionen. Marginalkostnaden för grot har skattats till mellan 600 och 770 kr/ton TS som gäller nuläget (Athanassiadis m.fl. 2009). Dessa marginalkostnader ger uppskattningsvis en kostnad på 122 respektive 157 kronor per MWh.<sup>16</sup> Om ett fjärrvärmepris på 560 kronor per MWh används för den högre kostnaden så blir nettonytan av att producera värme med avverkningsrester omkring 400 kronor per MWh. Om cirka 10 TWh av den sålda fjärrvärmen kommer från avverkningsrester så blir den samhällsekonomiska kostnaden cirka 4 miljarder kronor. De antagna 10 TWh motsvarar något mindre än hälften av leveranserna av oförädlad trädbränsle (totalt stod oförädlad trädbränsle för 24,6 TWh år 2010 enligt Svensk fjärrvärme).

Sågverken har fjärrvärmeverken som stora kunder för sina restprodukter. I dagsläget betalar fjärrvärmebolagen cirka 200 kronor per MWh för biobränslet.<sup>17</sup> Alternativen till förbränning är att använda sågspån för tillverkning av spånskivor eller för tillverkning av pellets och briketter. I och med en stark utländsk konkurrens har de svenska sågverken svårt att få lönsamhet i produktionen av spånskivor. Det är därför inte troligt att alternativet till förbränning skulle vara tillverkning av spånskivor. Istället väntas en efterfrågeökning på sågspån från producenterna av pellets. Eftersom mängden biomassa är ungefär densamma i ett energisystem utan fjärrvärmen som i ett med fjärrvärme väntas det ge en större användning av förädlade trädbränslen som till exempel pellets för användning i villapannor och närvärme.

<sup>16</sup> På nivå 1 motsvarar potentialen 28,7 miljoner ton torr substans (TS) per år eller 141 TWh.

<sup>17</sup> Under antagande om att varje ton sågspån ger 2 MWh, handlar det om ett intäktsbortfall på 400 kronor per ton sågspån.

Att användningen av förädlade trädbränslen väntas öka, talar för att det uppkommer en positiv effekt för de branscher som levererar förädlade trädbränslen. Det är möjligt att den positiva effekten kan kompensera förlusterna även om effekten kan vara olika för olika företag. En ökad användning av ved kan eventuellt till viss del förväntas kompensera skogsbruket för bortfallet av efterfrågan på avverkningsrester. Nettoeffekten kan antingen vara positiv eller negativ. Resultaten från rAps-analyserna i de kommunala analyserna visar att skogsbruket påverkas negativt, men att effekten är marginell också i fallet där ingen efterfrågeökning på förädlade trädbränslen tagits med. Det antyder att effekten inte är betydande. Den del av effekten som utgör en kostnad som kan vara aktuell att bedöma i den kompletterande analysen handlar om att avverkningsresterna blir kvar i skogen.

### 5.3.1 Biobränsle

Biomassa efterfrågas oavsett om vi har fjärrvärme eller inte i energisystemet.

Däremot väntas en mindre användning av avverkningsrester i scenariot Utan FV jämfört med scenariot Med FV. Den effekt som uppkommer av att avverkningsresterna blir kvar i skogen är en del av den samhällsekonomiska kostnaden och den bedöms kvalitativt.

Tabell 18. Kvalitativ bedömning av biobränsle

| Effekt | Storlek | Värdering |
|--------|---------|-----------|
|        | 1       | 1         |

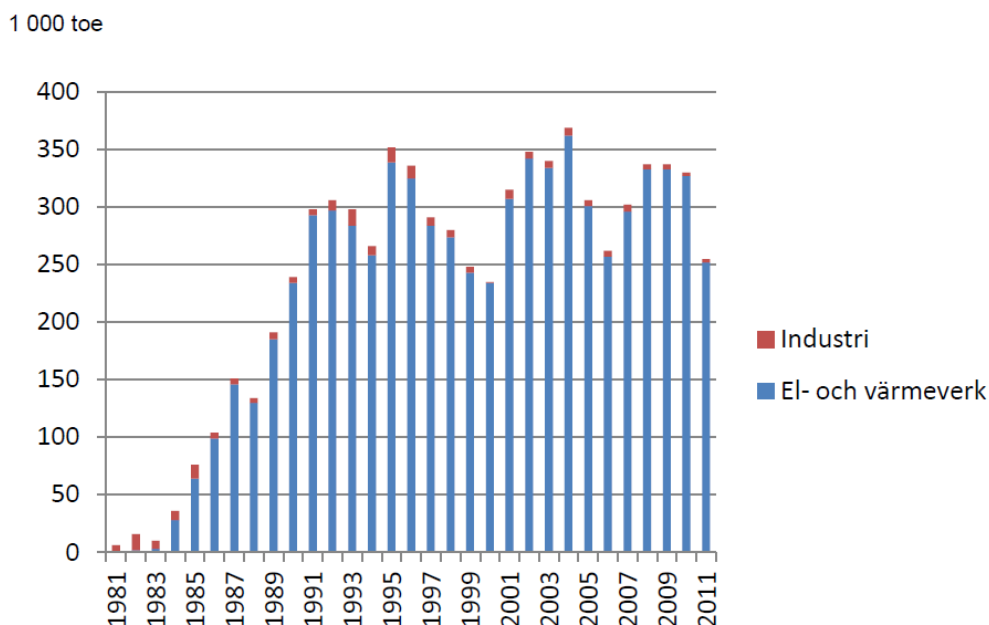
Sannolikheten är stor för att skogsresterna blir kvar i skogen, men omfattning har bedömts vara liten och satts till 1. Även värderingen har bedömts vara liten och satts till 1. Motiveringen är att avverkningsrester som blir kvar i skogen inte bedöms ge upphov till någon skada. Dessutom kan skogsbruket komma att kompenseras av ökad efterfrågan på förädlade trädbränslen.

## 5.4 Torv

En stor del av Sveriges yta är täckt med torv, cirka 25 procent och skörden motsvarar cirka 1 promille av det. Den årliga tillväxten är ca 18-20 miljoner m<sup>3</sup> per år och skörden är ca 3,5 miljoner m<sup>3</sup> energitorv och 1 miljon m<sup>3</sup> odlingstorv.

Energitorv är klassat som ett långsamt förnybart bränsle, det vill säga varken förnybart eller fossilt. Emissionsfaktor avseende koldioxid är relativt hög vid förbränning av torv, i storleksordningen 400 g/kWh. I dagsläget är det ca 30 olika värme- och kraftvärmeverk som använder torv som bränsle, från Perstorp i söder till Kiruna i norr. Enligt statistik från Svensk Fjärrvärme var det år 2010 ca 2,7 TWh torv inom den svenska fjärrvärmes. Användningen av energitorv minskade dock med 25 procent mellan åren 2010 och 2011 enligt statistik från SCB, se Figur 20.

Motsvarande statistik från Svensk Fjärrvärme ger inga sådana antydningar, enligt den statistiken har användningen av torv varit relativt konstant kring 2,7 TWh sedan 2004.

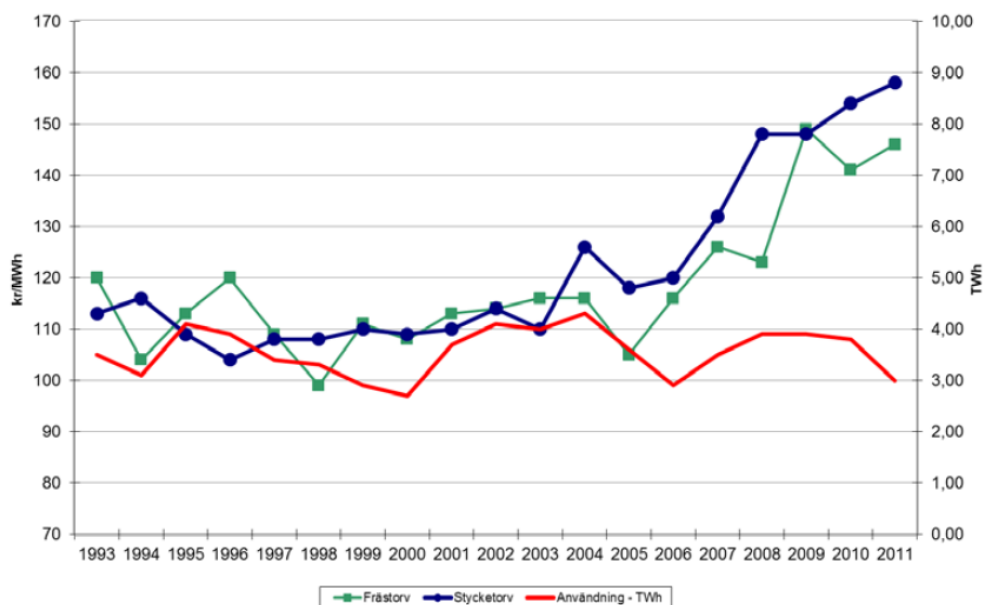


Figur 20. Användningen av energitorv i Sverige, källa SCB

Energitorv produceras i två olika former; stycketorv och frästorv. Stycketorv är en cylinderformad produktion av torv där speciella maskiner krävs för produktion och upptagning, stycketorven användas enbart till energiproduktion. Frästorv innebär att det översta lagret på torvtäkten fräses bort och till skillnad från stycketorven är frästorven mer flyktig.

År 2011 var priset på frästorv 146 kr/MWh och 158 kr/MWh på stycketorv enligt Energimyndigheten.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> [http://www.scb.se/Pages/PressRelease\\_\\_\\_\\_336841.aspx](http://www.scb.se/Pages/PressRelease____336841.aspx)



Figur 21. Prisutvecklingen på fräs- och stycketorv

Enligt beräkningar och analyser utifrån TIMES-Sweden blir torv ett marginellt bränsle om det inte finns någon fjärrvärme. Effekterna kommer framförallt ske på lokal nivå då torven är starkt lokaliserad till några anläggningar runt om i Sverige. Det finns även de fjärrvärmebolag som äger torvtäkter, för vilka torven har varit ett billigt bränsle som de har investerat i.

Tabell 19. Kvalitativ bedömning av att torv inte förbränns inom fjärrvärmebranschen

| Effekt | Storlek | Värdering |
|--------|---------|-----------|
|        | 1       | 1         |

Storleken är ansatt till 1 och värderingen till 1 om det inte skulle ske någon förbränning av torv. Torven står för cirka 5 procent av insatt bränsle i den svenska fjärrvärmemixen och därmed är dess storlek relativt liten vilket har föranlett betyget 1. Beräkningar i TIMES-Sweden visar att utan fjärrvärme skulle det ske en utfasning av torv som bränsle. Torven är ett lokalt bränsle vilket innebär att de lokala effekterna kan vara stora, men på nationell nivå är effekterna små.

## 5.5 Kapacitet i elnät

Förändringar i energisystemet där fjärrvärmens försvinner kommer att leda till en ökad efterfrågan på el vilket leder till både en ökad elanvändning och en ökad elproduktion. I frånvaro av fjärrvärme ökar kraftproduktionen och vindkraft blir det mest lönsamma alternativet, då bioeldade kraftvärmeverk inte längre har någon intäkt

från såld värme. Vindkraft och värmepumpar tillsammans kompenserar för förlusterna i kraftproduktion från kondenskraftverk.

Svenska Kraftnät, den nationella förvaltningsmyndigheten, har nyligen presenterat en rapport med planering och framsyn över det svenska kraftnätet. Då Sverige sedan 1 november 2011 är uppdelat i 4 olika elområden och förutsättningar varierar dem emellan redovisas förutsättningarna per elområde. De fyra områdena är:

- Elområde 1, SE1: Norrbottens och Västerbottens län
- Elområde 2, SE2: Jämtlands, Västernorrlands och delar av Dalarnas, Gävleborg och Vätterbottens län
- Elområde 3, SE3: Gotlands, Stockholms, Södermanlands, Uppsala, Värmlands, Västmanlands, Örebro, Östergötlands samt delar av Jönköpings, Hallands, Kalmar, Västra Götalands, Gävleborgs och Dalarnas län.
- Elområde 4, SE4: Skåne, Blekinge, Kronobergs, samt delar av Kalmar, Hallands, Jönköpings och Västra Götalands län.

Varje elområde står inför kommande utmaningar vilket kräver i sin tur kräver olika typer av investeringar. Huvudutmaningarna enligt Svenska Kraftnät är följande:

- Elområde 1: Anslutning av vindkraft, ökande nord-sydligt flöde, anpassningar till utbyggd elproduktion i Norge och Finland samt reinvesteringar och svårigheter att ta nödvändiga avbrott
- Elområde 2: Anslutning av vindkraft, ökande nord-sydligt flöde, hård belastning på 220 kV-nätet samt reinvesteringar och svårigheter att ta nödvändiga avbrott
- Elområde 3: Anslutning av vindkraft, effekthöjningar i kärnkraftverken, huvudstadsregionens långsiktiga elförsörjning och begränsningar i överföringskapacitet till södra Sverige (SE4).
- Elområde 4: Anslutning av havsbaserad vindkraft, alltför svagt nät i delar av området, begränsningar i överföringskapacitet från mellersta Sverige (SE3) och ökad integration med Europa.

Analyserna från Svenska kraftnät är gjorda utifrån en ökad elproduktion och en minskad kraftvärmeproduktion. De bygger dock inte analysen på att fjärrvärmen helt skulle försvinna och ersättas med någon annan värmeproduktion. I analyserna från Svenska Kraftnät är det beräknat att fossilbränslebaserad värmekraft och avfallseldad kraftvärme minskar från 6,2 GW till 4,2 GW mellan åren 2012 och 2025 samtidigt som biobaserad kraftvärme ökar från 2,9 GW till 4,0 GW under motsvarande tidsperiod.

Investeringskostnaderna i det svenska kraftnätet kommer att vara stora oförutsett vad som sker med fjärrvärmen. Investeringsplanen för åren 2012-2015 som Svenska Kraftnät lämnade till regeringen inkluderar investeringar på 15 800 Mkr. Om investeringarna enligt rapporten Perspektivplan 2025 skulle ske innebär det investeringar i storleksordningen 55 – 60 miljarder SEK.

Även med fjärrvärme finns det ett stort investeringsbehov i det svenska kraftnätet. Behovet skulle öka betydligt om fjärrvärme inte fanns, ökad kapacitet i stadsnäten och den ökade mängden vindkraft kräver utbyggnad av region- och stamnät.

Fjärrvärmen utgör även en förutsättning för fjärrkyla. Utan fjärrvärme behöver kylbehovet täckas på alternativt sätt, men det skulle öka elanvändningen och föra med sig ytterligare påfrestningar på elnätet.

Tabell 20. Kvalitativ bedömning av att kapaciteten i elnätet behöver öka

| Effekt | Storlek | Värdering |
|--------|---------|-----------|
|        | 3       | 3         |

Storleken är ansatt till 3 och värderingen till 3 gällande kapaciteten i elnätet. I rapporten från Svenska Kraftnät går det att läsa att det är höga kostnader som uppkommer för att klara en framtida energianvändning och utbyggnad av bland annat vindkraft. Dock antar Svenska Kraftnät en fortsatt el- och värmeproduktion från fjärrvärmen vilket innebär att de inte inkluderar de tillkommande kostnaderna för ny vindkraft eller att ledningsnäten behöver stärkas där fjärrvärmeanslutningen är hög idag.

## 5.6 Resterande bränslen och tekniker

Förutom de beskrivna bränslena består den svenska fjärrvärmemixen av följande bränslen och värmepumpar enligt den officiella statistiken från Svensk Fjärrvärme:

- Naturgas
- Olja
- Stenkol
- Storskaliga värmepumpar

För de tre bränslena skulle effekterna innebära en minskad import då det inte sker någon produktion av naturgas, olja eller stenkol i Sverige. Kolet kan importeras från olika länder och importen av naturgas sker från Danmark. Gällande olja sker det en raffinering av olja men det är enbart av importerad olja. Om det inte skulle ske någon fjärrvärmeproduktion via storskaliga värmepumpar kommer det även att påverka produktion av fjärrkyla (se nästkommande avsnitt).

Beräkningar i TIMES-Sweden visar att i scenariot utan fjärrvärmen kommer inte storskaliga värmepumpar ligga till grund för någon värmeproduktion. Oljeanvändningen kommer att minska men finnas kvar i småskaliga oljepannor. Naturgasen kommer att öka utan fjärrvärmen då förbränningen kommer att ske i kondensverk men detta är mycket starkt beroende på hur prisbilden på naturgas utvecklar sig i olika scenarier. Stenkol kommer att öka men det sker först vid utgången av 2025 och framåt. Utvecklingen av efterfrågan på kol beror på utfasning av elcertifikatsystemet, priserna på utsläppsrätter i ETS systemet och det prognostiserade priset på kol.

Tabell 21. Kvalitativ bedömning av att övriga bränslen inte används inom fjärrvärmebranschen

| Effekt | Storlek | Värdering |
|--------|---------|-----------|
|        | 2       | 1         |

Storleken är satt till 2 och värderingen till 1 om inte naturgas, olja, stenkol och värmepumpar skulle ligga till grund för värmeproduktion inom fjärrvärmen. De fyra bränslena står för ca 26 procent av insatta bränslen i den svenska fjärrvärmemixen och därmed är dess storlek relativt stor vilket skulle kunna föranleda betyget 3. Eftersom bränslena endast i liten omfattning påverkar produktionen i Sverige har storleken satts till 2. Beräkningar i TIMES-Sweden antyder att användningen av olja, naturgas och storskaliga värmepumpar skulle minska, men att stenkol skulle öka om fjärrvärmen tas bort. Värderingen är ansatt till 1 då det sker en import av de tre fossila bränslena och i ett världsmarknadsperspektiv skulle påverkan av efterfrågeförändringar i Sverige inte vara så stor.

## 5.7 Fjärrkyla

Som en följd av klimatkrav i lokaler, ett förändrat klimat och höga interna laster i lokalerna ökar kylbehovet i Sverige. Fjärrkylan i Sverige produceras antingen via frikyla, absorptionskylmaskiner, kalla sidan på värmepumpar eller kylmaskiner. Det är låg sannolikhet att fjärrkylan skulle byggts ut i någon större utsträckning utan fjärrvärmen. Istället hade det varit konventionella kylmaskiner i större utsträckning som hade täckt det befintliga kylbehovet. En minskad fjärrkylanvändning och en ökad kylmaskinsanvändning hade lett till ett ökat elbehov.

Det finns flertalet synenergieffekter mellan fjärrvärme och fjärrkyla. En stor del av fjärrkylan produceras av värmepumpar, dvs. genom att utnyttja den kalla sidan på värmepumpen får energibolaget både fjärrvärme och fjärrkyla från samma värmepump. Fjärrkylan kan även vara producerad av fjärrvärme i form av absorptionskylmaskiner, dvs. värmedrivna kylmaskiner. Istället för att bygga en dyr infrastruktur går det att skapa satellitnät för fjärrkylan och utlokalisera fjärrvärmedrivna absorptionskylmaskiner vilket kan vara ekonomisk lönsamt.

Det är möjligt att det skulle finnas en viss fjärrkyla även utan fjärrvärmen men det förutsätter att det finns god tillgång på frikyla. Ett tydligt exempel på att detta skulle vara mindre sannolikt är den låga utbyggnaden av fjärrkyla globalt sett, det är få länder som har en större utbyggnad än Sverige.

Tabell 22. Kvalitativ bedömning av fjärrkyla

| Effekt | Storlek | Värdering |
|--------|---------|-----------|
|        | 1       | 1         |

Storleken är satt till 1 och värderingen till 1 för fjärrkylan. Fjärrkylan är beroende av fjärrvärmen både vad gäller produktionen (gemensamma värmepumpar alternativt

absorptionskylmaskiner) men även kunskapen (gällande distribution och produktion). Fjärrkylan är relativt begränsad i Sverige, enbart ca 1 TWh vilket föranleder det låga betyget för storleken. Värderingen är ansatt till 1 då i stort sett all fjärrkyla kan ersättas med andra kyltekniker utan någon större skillnad kostnadsmässigt.

## 5.8 Flexibilitet i energisystemet

En av de främsta anledningarna till att fjärrvärmens växte fram kraftigt i Sverige var att den utgör en storskalig metod för produktion och distribution av värme. En grundtanke var att ersätta enskilda pannor i byggnader med en central anläggning, som har en mer avancerad rening, i syfte att minska de föroreningar som släpps ut i luften. Den svenska värmemarknaden har dock genomgått stora förändringar från 1950-talet fram till idag och fjärrvärmens har under denna tidsperiod visat sig vara anpassningsbar gällande nya energipolitiska direktiv. Fjärrvärmeutbyggnaden kom igång ordentligt under 1980-talet i Sverige, och då var den främsta anledningen att ersätta olja som uppvärmningsform. Eldningsolja svarade för mer än 90 procent av fjärrvärmeproduktionen 1980, men redan 1988 hade eldningsolja minskat till 14 procent av produktionen. Många fjärrvärmeverk ersatte oljan med en mix av bränslen såsom torv, biobränsle och spillvärme från industrin. På 1990-talet var sedan det främsta miljöpolitiska målet att minska koldioxidutsläppen, och en energipolitisk åtgärd som infördes var en skatt på de fossila bränslena. Fjärr-värmen har bidragit till en effektiv övergång från fossila bränslen till förnybar energi, i och med den ökade användningen av avfall, spillvärme och biobränsle (Svensk Fjärrvärme 2009).

Som noterats ovan riktades de energipolitiska målen under 1980- och 1990-talen mot ändringar i produktionen av värme. Om vi däremot fokuserar på 2000- och 2010-talets energipolitiska mål är dessa snarare riktade mot energieffektiviseringar i slutet av kedjan, dvs. hos kunden. Detta både genom krav på att bygga mer energieffektiva hus, men även genom att nyttja värmen i husen på ett mer effektivt sätt (Boverket 2011). Gällande det sistnämnda är ett fjärrvärmesystem väl lämpat för att uppfylla dessa krav i och med att det är möjligt att nyttja värmen i ledningarna med en viss lagg. Jämfört med exempelvis el där produktion och distribution sker direkt har fjärrvärme en större potential för ett mer resurseffektivt nyttjande av värme. Det är även värt att poängtera att det bedrivs omfattande forskning som adresserar ekonomiska och miljömässiga möjligheter kring fjärrvärme. Dagens huvudstrategier för att minimera förlusterna bygger på lösningar som involverar hela kedjan, dvs. produktions-, nät- och kundfunktioner. Exempel på sådan forskning är metoder för ökad avkylning hos kund, teknologier för att integrerad optimering av fjärrvärme/fjärrkyla och andra uppvärmnings- och avkylningsteknologier, teknologier för kundkommunikation som styr på ökad energi effektivitet och ökad värme-leveranstäthet (Wårell m.fl. 2009).

Gällande resultatet i kapitel 3 är en av huvudslutsatserna att ett energisystem med fjärrvärme är mer flexibelt än ett energisystem utan fjärrvärme, framförallt eftersom det klarar av de förändringar som känslighetsanalysen introducerar på ett bättre sätt. Det går därmed att argumentera för att fjärrvärmesystem har en god förmåga att klara

av de politiska och miljömässiga förändringar som ställs på det framtida energisystemet i Sverige. Den fråga som uppkommer är dock hur vi värderar flexibilitet i energisystemet? Det avgörande är hur viktigt det är för samhället att vi har en värme-marknad som är anpassningsbar till nya energi- och miljöpolitiska direktiv. Om vi inte har fjärrvärme i Sverige kommer, enligt resultatet i kapitel 3, användning av el och luftvärmepumpar att öka betydande. Givet det som poängterats ovan är el-användning betydligt sämre lämpat för att möta energipolitiska mål som är riktade mot en mer resurseffektiv lösning hos kunden. Det går dock att argumentera för att värmepumpar utgör en resurseffektiv lösning hos kunden, men till skillnad från ett fjärrvärmesystem är inte dessa integrerade i systemet och tappar därmed viss flexibilitet. I avsaknad av fjärrvärme förlorar energisystemet även ett infrastruktur-system som även det bidrar till att vi har en större flexibilitet i energisystemet.

Storleken på denna effekt är svårbedömd, men vi bedömer den som måttlig till stor, därav ett intervall 2-3. Anledningen är att vi anser ett energisystem utan fjärrvärme är mer sårbart för framtida förändringar. Även om vi anser att ett energisystem med fjärrvärme i energimixen är bättre lämpat för att hantera energipolitiska förändringar är det svårt att argumentera att detta utgör en allvarlig begränsning, därav siffran 2 för värderingen.

Tabell 23. Kvalitativ bedömning av flexibilitet i energisystemet

| Effekt | Storlek | Värdering |
|--------|---------|-----------|
|        | 2-3     | 2         |

## 5.9 Leveranssäkerhet

Leveranssäkerhet är viktigt för att trygga kundernas värmeförsörjning. Att upprätthålla hög leveranssäkerhet har varit ett bidragande incitament för kunder att ansluta till fjärrvärme. Det finns en allmän förväntan om en hög säkerhet i värmeförsörjningen hos fjärrvärmekunder (Svensk Fjärrvärme 1992). Fjärrvärmerna är mer leveranssäker än el främst av två anledningar. Den första anledningen är att fjärrvärmeledningarna är nedgrävda i marken och av den anledningen påverkas de inte i samma utsträckning av väder och vind. Den andra anledningen är att eftersom värmen till viss del lagras i vattenmassan i rören finns det en ledtid mellan ett produktionsbortfall och när värmen upphör i husen. Detta är en stor skillnad mot elnätet där effekten upphör ögonblickligen.

Givet en situation där vi inte har fjärrvärme i Sverige är vi än mer beroende av att elnätet är utbyggt på ett sådant sätt att vi kan undvika långa elavbrott. En väl fungerande elförsörjning är idag av stor betydelse för samhällets och näringslivets funktion och utveckling. En situation där vi inte har fjärrvärme i det svenska värmesystemet kommer att öka belastningen på dagens elsystem och därmed ökar även investeringsbehovet i elnätet. Enligt Energimarknadsinspektionen (2012) hade varje svensk elkund 1,3 avbrott 2010 och en genomsnittlig avbrottstid på 1,5 timmar. Leveranssäkerheten är dock bättre för kunder anslutna till stadsnät, jämfört med kunder anslutna till landsbygdsnät. Rapporten visar även att det är stora variationer i

elöverföringskvalitet och att vissa kunder drabbas av både fler och längre avbrott än genomsnittet.

Enligt avsnitt 5.5 är investeringsbehovet i det svenska kraftnätet stort även utan den ökade belastningen från en situation utan fjärrvärme. Vi ser även från resultaten i kapitel 3 att elanvändningen ökar i ett energisystem utan fjärrvärme, vilket därmed innebär att belastningen på elnätet ökar ytterligare vilket har en negativ påverkan på leveranssäkerhet. Därmed gör vi en bedömning att storleken på effekten av leveranssäkerhet är stor, därmed siffran 3 och allvarligheten måttlig i och med att leveranssäkerheten sannolikt behöver förbättras även om fjärrvärme finns kvar i energisystemet (därav siffran 2).

Tabell 24. Kvalitativ bedömning av leveranssäkerhet

| Effekt | Storlek | Värdering |
|--------|---------|-----------|
|        | 3       | 2         |

## 5.10 Sammanfattning kompletterande analys

I den kompletterande analysen har ansatsen varit att bedöma de effekter som inte har hanterats av modellanalyserna av att fjärrvärme inte är en del av det svenska energisystemet. Omfattningen av dessa effekter är till viss grad osäkra och det bör påpekas att metoden bygger på kvalitativa bedömningar och det är svårt att fränse att dessa i viss mån är subjektiva. Betygssättningen möjliggör tre olika nivåer, där siffran 1 ges för en liten effekt, siffran 2 för en måttlig effekt och siffran 3 för en stor effekt. Även detta utgör en begränsning eftersom effekter som får samma bedömning inte har rangordnats sinsemellan.

Tabellen nedan sammanfattar de kvalitativa bedömningarna efter storleksordning.

Tabell 25. Översikt av kvalitativt bedömda effekter (i storleksordning)

| Avsnitt | Effekt                        | Storlek | Värdering | Rangordning |
|---------|-------------------------------|---------|-----------|-------------|
| 5.1     | Avfallshantering              | 3       | 3         | 1           |
| 5.2     | Industriell spillvärme        | 3       | 3         | 1           |
| 5.5     | Kapacitet i elnät             | 3       | 3         | 1           |
| 5.9     | Leveranssäkerhet              | 3       | 2         | 2           |
| 5.8     | Flexibilitet i energisystemet | 2-3     | 2         | 3           |
| 5.6     | Resterande bränslen           | 2       | 1         | 4           |
| 5.4     | Torv                          | 1       | 1         | 5           |
| 5.3     | Biobränslen                   | 1       | 1         | 5           |
| 5.7     | Fjärrkyla                     | 1       | 1         | 5           |

Det som framkommer är att tre av effekterna bedöms vara stora såväl i omfattning som i värdering: avfallshantering, industriell spillvärme och kapacitet i elnät. Vid en

rangordning blir dessa tre lika stora. De två förstnämnda är bedömningar av värdet av att inte kunna ta hand om restprodukter (avfall och spillvärme) som idag nyttjas för produktion av värme. Dessutom har alternativet till avfallshantering och kylning bedömts vara kostsamt, vilket är ett annat sätt att uttrycka att kostnaden är betydande. Den tredje betydande effekten är uppskattningen av kostnaderna för kompletterande investeringar i elnätet om fjärrvärme inte är en del av energisystemet. Även med fjärrvärme finns det ett betydande investeringsbehov i det svenska kraftnätet. Behovet skulle öka betydligt om fjärrvärme inte fanns, där fjärrvärme dominerar idag behövs ökad kapacitet i stadsnäten och den ökade mängden vindkraft kräver utbyggnad av region- och stamnät.

Näst i rangordningen kommer leveranssäkerhet. Även här bedöms kostanden vara betydande, men eftersom leveranssäkerheten hos alternativa system behöver förbättras oavsett om fjärrvärme finns i energisystemet har värderingen bedömts vara måttlig. Den flexibilitet i energisystemet som fjärrvärmen visat sig ha historiskt och i modellkörningarna har använts som underlag för bedömningen måttlig. Förlusten av flexibiliteten hamnar som nummer tre i rangordningen.

Återstående fyra effekter har bedömts som små. Effekten på resterande bränslen är visserligen måttlig, men värderingen är liten på grund av att efterfrågeförändringar i Sverige sannolikt inte påverkar världsmarknadspriset. Att torv skulle fasas ut ur energisystemet har bedömts endast ge en liten effekt eftersom torven redan idag är ett marginellt bränsle och att torven kan ha ett värde av att vara obrukad.

Effekten på biobränslen är svårbedömd. Sammantaget har emellertid effekten bedömts som liten. Användningen av biomassa beräknas vara på ungefär samma nivå under den studerade perioden. Det antyder att det väntas ske en ökad användning av förädlade trädbränslen samtidigt som efterfrågan på oförädlade trädbränslen minskar. En ökad användning av ved kan eventuellt till viss del förväntas kompensera skogsbruket för bortfallet av efterfrågan på avverkningsrester. Eftersom beräkningarna med den regionalekonomiska rAps-modellen inte tyder på några stora effekter för skogsbruket även i det fall det saknas kompenserande effekter från ökad vedanvändning finns det anledning att tro att effekten är liten. På liknande sätt kan sågverken få en ökad efterfrågan på sågspån från pelletstillverkare. Nettoeffekten kan antingen vara positiv eller negativ, men har bedömts vara liten. Den återstående effekten handlar om att avverkningsrester blir kvar i skogen. Avverkningsresterna bedöms inte ge upphov till någon skada. Den sammanlagda bedömningen har varit att både storlek och värdering är små.

Det är möjligt att det skulle finnas en viss fjärrkyla även utan fjärrvärmen men det förutsätter att det finns god tillgång på frikyla. Ett tydligt exempel på att detta skulle vara mindre sannolikt är den låga utbyggnaden av fjärrkyla globalt sett. Även om fjärrvärmen kan sägas vara en förutsättning fjärrkyla, är bedömningen att effekten är liten. Detta eftersom i stort sett all fjärrkyla som idag finns kan ersättas med andra kyltekniker utan någon större skillnad kostnadsmässigt.

## 6 SLUTSATSER

Det övergripande syftet med det här projektet var att belysa de samhällsekonomiska effekterna av fjärrvärme i det svenska energisystemet, där avsikten primärt var att försöka klargöra och kartlägga fjärrvärmens samhällsekonomiska bidrag i Sverige. Projektet analyserar effekterna av fjärrvärme ur flera perspektiv, dels utvecklingen av Sveriges energisystem med och utan fjärrvärme över tid, dels effekter på kort sikt på sysselsättningen på regional respektive nationell nivå och slutligen diskuteras kompletterande konsekvenser av att fjärrvärmerna inte är en del av det svenska energisystemet.

Resultaten från energisystemmodellen visar att fjärrvärmerna bidrar till att hålla nere energianvändningen i dagens svenska energisystem. I frånvaro av fjärrvärme ökar den årliga elanvändningen med cirka 5 TWh. Denna ökade elanvändningen tillförs från vindkraft, då vindkraft i närvaro av elcertifikatsystemet blir det mest lönsamma alternativet. Vindkraften ersätter även all biobränslebaserad kraftvärmeproduktion, då kraftvärmerna mister sina intäkter från värmeproduktionen. Totalt sett visar resultaten på mellan 6 och 9 TWh mer vindkraft i frånvaro av fjärrvärme beroende på vilket år som betraktas, vilket är mellan 55-70% mer än i scenariot med fjärrvärme.

Energisystemmodellen visar även att fjärrvärmerna är kostnadseffektiv, både gällande drift och investeringar. De beräknade systemkostnaderna för drift är cirka 1,2 procent och investeringskostnaderna cirka 1 procent lägre när fjärrvärme finns i det svenska energisystemet under normalåret 2010. Systemkostnaden är högre i scenariot utan fjärrvärme jämfört med scenariot med fjärrvärme för alla år, inklusive alla känslig-hetsanalyser. Den resulterande systemkostnaden från energimarknadsmodellen är dessutom en underskattning eftersom i beräkningen av systemkostnaderna ingår till exempel inte kostnaderna för ett större elnät.

Ekonomiskt sett går det att producera samma energinytta med högre produktivitet när fjärrvärme ingår i det svenska energisystemet. Analyser baserade på Statistiska centralbyråns senaste input-output tabell visar att samma mängd nyttig energi (det vill säga värme som omvandlas till rumsvärme, varmvatten och hushållsel) kräver en mindre insats av arbetskraft när fjärrvärme är en del av det svenska energisystemet. Analysen på kommunal nivå som har genomförts med det regionalekonomiska analys- och prognosverktyget rAps ger en bild av vad som händer med brutto-regionprodukten, hushållens disponibla inkomster, den beskattningsbara förvärsinkomsten och kommunens skatteintäkter när fjärrvärmeproduktionen plockas bort i kommunen. Effekterna på kommunernas bruttoregionprodukt (BRP) varierar från -0,4 procent i Vimmerby till -1,6 i kommungruppen Östersund, Åre och Krokom. Dessa skillnader beror på skillnader i fjärrvärmeproduktionens andel av kommunernas totala BRP. Analysen visar också att omkring 60 procent av effekterna på sysselsättningen uppkommer i den kommun där fjärrvärmeproduktionen finns. Vi vill dock betona att effekterna på sysselsättningen är marginella. Någon analys av effekterna på kommunal nivå av att elproduktionen och produktionen av värmepumpar antas öka för att kompensera för bortfallet av fjärrvärme har inte gjorts. Anledningen är att

produktionen av värmepumpar är koncentrerad till ett fåtal kommuner och att potentialen för produktion av vindkraft varierar.

Utöver de nyttor som kunnat kvantifieras och som beskrivits ovan visar analyserna att fjärrvärmens ger en mycket stor nytta för avfallshantering. Söföförbränning utan att ta till vara värmen innebär att en stor del av energin går förlorad. Dessutom uppkommer en kostnad för att kyla värmen. Alternativen till att producera el från avfall är att exportera avfallet eller att hitta ett miljöriktigt alternativ till deponi. Det senare är relativt osannolikt och kan vara förenade med stora kostnader. Fjärrvärmens ger även en stor nytta genom att den återanvänder spillvärme från industriföretag. Utan fjärrvärmens skulle den industriella spillvärmens nytta som bränsle gå förlorad. Dessutom tillkommer kostnader för kylning när industriföretag inte kan använda fjärrvärme-nätet.

När fjärrvärmens är en del av det svenska energisystemet innebär det att det växande investeringsbehovet i elnätet inte blir lika stort. Även med fjärrvärme finns ett stort investeringsbehov i det svenska kraftnätet. Behovet skulle emellertid öka betydligt om fjärrvärme inte fanns, ökad kapacitet i stadsnäten och den ökade mängden vind-kraft kräver utbyggnad av region- och stamnät. Fjärrvärmens utgör även en förutsättning för fjärrkyla. Utan fjärrvärme behöver kylbehovet täckas på alternativt sätt, men det skulle öka elanvändningen och föra med sig ytterligare påfrestningar på elnätet.

Fjärrvärme har historiskt visat sig ha god leveranssäkerhet. Detta beror dels på att ledningarna inte utsätts för väder och vind och dels på att det finns en ledtid mellan produktionsbortfall och värmeleverans eftersom värmen lagras i vattenmassan i rören. Tar vi bort fjärrvärmens så försvinner ett infrastruktursystem och ersätts av ett ökat elbehov i ett system som bitvis redan är hårt belastat. Det blir sårbarare med enbart ett system. Ett energisystem med fjärrvärme har även en betydande flexibilitet. Genom att ändra bränslemixen i fjärrvärmeproduktionen har anpassningar till nya förutsättningar kunnat genomföras under en relativ kort tidsperiod. Med rätt styrmedel kunde fjärrvärmens snabbt ställa om från fossila bränslen till en kombination av olika näst intill klimatneutrala bränslen såsom biomassa, avfall, spillgaser (t.ex. masugns gas) samt att bättre tillvarata spillvärme från industriprocesserna. Känslighetsanalyserna visar att fjärrvärmens är flexibel även i ett framtidsperspektiv. När fjärrvärmens finns i energisystemet sker anpassningarna till förändrade omvärldsförutsättningar smidigare.

Sammanfattningsvis vill vi betona att resultaten visar att fjärrvärmens har en betydande roll både i dagens och i framtidens energisystem i Sverige. Vi noterar att den samhällsekonomiska kostnaden (baserat på total systemkostnad samt kompletterande kostnader) ökar betydligt om fjärrvärmens inte är en del av energisystemet. Skillnaderna minskar över tid, men är fortfarande betydande. För att illustrera detta är exempelvis skillnaden med och utan fjärrvärme 2030 mer än tre gånger större jämfört med effekten på systemkostnad av ett ökat ETS-pris. Skillnaderna mellan scenarierna är dock att ett energisystem med fjärrvärme nyttjar restprodukter (som hushålls-avfall), medan ett energisystem utan fjärrvärme förlitar sig på en kraftig expansion av vindkraft.

Avslutningsvis vill vi betona att denna rapport bör betraktas som en första studie där fokus har varit att kartlägga och förstå de förändringar som sker i och utanför energisystemet när fjärrvärmens lyfts bort. Vi har fått fram många intressanta resultat som bör analyseras vidare för att skapa en djupare förståelse för fjärrvärmens samhälls-ekonomiska effekter. Till exempel har vi genom energisystemanalysen med TIMES-Sweden fått en grov indikator på skillnaden i kostnad för energisystemet med respektive utan fjärrvärme. Traditionellt används energisystemmodeller till att beskriva hur energisystemet utvecklas under olika antaganden/scenarion. Det har även varit huvudsyftet med att använda TIMES-Sweden i denna studie. Däremot ser vi att modellen även kan bidra till att få en djupare förståelse för var de stora kostnaderna finns och framförallt var de stora skillnader i kostnad finns mellan olika scenarion. Innan modellen fullt ut kan användas för denna typ av studie krävs emellertid en ordentlig genomgång och analys av de enskilda kostnadskomponenterna. Vi föreslår därför en fördjupad studie kring på vilket sätt energisystemmodeller kan bidra till analysen av samhällskostnaden för olika energisystem.

## REFERENSER

- Athanassiadis, D., Melin, Y., Lundström, A och Nordfjell, T. (2009) *Marginalkostnader för skörd av grot och stubbar från förnygringsavverkningar i Sverige*. Arbetsrapport 261, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå.
- Avfall Sverige (2011) *Svensk avfallshantering 2011*, statistiksammanställning till och med 2010. Avfall Sverige 2011
- von Bahr, J. (2012) *Vindkraftens ekonomiska effekter 2010-2020*, Jenny von Bahr, WSP Analys och Strategi, 2012.
- Boverket (2011) *Lägsta möjliga energianvändning i nya byggnader och kostnadskonsekvenser*, Rapport 2011:31.
- Bureau of Economic Analysis (2003) *BEA Depreciation Estimates, in Fixed Assets and Consumer Durable Goods in the United States*, 125-97. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, September, 2003: M-29-33.
- Byman, K. och Jernelius, S. (2012) *Behövs fjärrvärme? Drivkrafter och konsekvenser på värmemarknaden*. ÅF Energy Management 2012-03-30.
- Energimarknadsinspektionen (2011) *Uppvärmning I Sverige 2011*, EI R2011:06
- Energimarknadsinspektionen (2012) *Leveranssäkerhet i elnäten 2010 – Statistik och analys av elavbrotten i Sverige*, EI R2012:04
- Energimyndigheten (2011) *Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2010*, ES 2011:11.
- Gargiulo, M. (2008) *The Modeling Approach in RES2020 and the Data Used for the Potential of Renewable Energy Sources in EU27*, RES2020, Prag
- Loulou, R., U. Remne, A. Kanudia, A. Lehtila, och G. Goldstein (2005) *Documentation for the TIMES Model Part I*, Energy Technology Systems Analysis Programme (ETSAP).
- Naturvårdsverket (2003) *Modell för tillsyn styrd av miljökvalitetsmålen*, Naturvårdsverkets rapport 5347.
- Rydén, B., Sköldberg, H., Stridsman, D., Damsgaard, N. och Fritz, P. (2011) *Konsekvensanalys av TPA – baserat på studier av verkliga fjärrvärmesystem*. Profu och Sweco, Bilaga till Svensk Fjärrvärmes remissvar till SOU 2011:44.
- Sahlin, J. (2012) *Aktuellt inom energiåtervinning*, Jenny Sahlin Profu AB, föredrag vid Avfall Sveriges temadag, Skövde 20120321
- Sköldberg, H., Haraldsson, M., Johnsson, J., Rydén, B. Göransson, A., Holmström, D., Löfblad, E och Unger, T. (2011) *Fjärrvärmerna i framtiden – Konkurrenssituation i ett framtida hållbart energisystem*, Fjärrsyn rapport 2011:2.

- SCB (2011); *Torv 2011, produktion, användning, miljöeffekter*, MI 25 SM 1201
- SOU 2004:136: *Skäligt pris på fjärrvärme*.
- SOU 2011:44: *Fjärrvärme i konkurrens – Betänkande av TPA-utredningen*.
- Svensk Fjärrvärme (2009) *Fjärrvärme – A real success story*. Svensk Fjärrvärme 60 år, [www.svenskfjarrvarme.se/fjarrvarme/fjarrvarmens-historia](http://www.svenskfjarrvarme.se/fjarrvarme/fjarrvarmens-historia)
- SvK (2012): Resultat från en marknadsmodellstudie, Appendix till Perspektivplan 2025. Version 2012-10-21, [www.svk.se/rapporter](http://www.svk.se/rapporter)
- Söderholm, P., A. Mansikkasalo och T. Ejdemo (2010) *Energisystemets långsiktiga utveckling: En granskning av Energimyndighetens metodik för långsiktiga energiprognoiser*, Luleå Tekniska Universitet, Enheten för nationalekonomi, Luleå
- WSP (2012) *Samhällsekonomisk analys av skärpta energikrav för byggnader*. WSP på uppdrag av socialdepartementet
- Wårell, L., Söderholm, P. och Delsing J. (2009) *Brännhett om fjärrvärmerna i Sverige*, Fjärrsynrapport 2009:30.

### Muntliga källor

- Christer Boberg, produktchef fjärrkyla, Fortum Värme samägt med Stockholm stad
- Roger Carlsson, VD Vimmerby Energi och Miljö AB
- Ulf Lindqvist enhetschef värme, Jämtkraft AB

## BILAGA – TIMES-SWEDEN – VIKTIGA BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Tabell B1. Industrisektorer i TIMES-Sweden

| Industrisektorn                    |     |      |
|------------------------------------|-----|------|
| Aluminium Demand                   | IAL | Mton |
| Copper Demand                      | ICU | Mton |
| Iron and Steel Demand              | IIS | Mton |
| Other Non Ferrous Metals Demand    | INF | PJ   |
| Ammonia Demand                     | IAM | Mton |
| Chlorine Demand                    | ICL | Mton |
| Other Chemicals Demand             | ICH | PJ   |
| Cement Demand                      | ICM | Mton |
| Lime Demand                        | ILM | Mton |
| Glass Flat Demand                  | IGF | Mton |
| Glass Hollow Demand                | IGH | Mton |
| High Quality Paper Demand          | IPH | Mton |
| Low Quality Paper Demand           | IPL | Mton |
| Other Non Metallic Minerals Demand | INM | PJ   |
| Other Industries                   | IOI | PJ   |
| Non Energy Consumption - Chemicals | NEC | PJ   |
| Non Energy Consumption - Others    | NEO | PJ   |

Tabell B2. Kontor och offentliga byggnader i TIMES-Sweden

| Kontor och offentliga byggnader  |      |    |
|----------------------------------|------|----|
| Com.Space Cooling.Large.Existing | CCLE | PJ |
| Com.Space Heating.Large.Existing | CHLE | PJ |
| Com.Water Heat.Large.Existing    | CWLE | PJ |
| Com.Space Cooling.Small.Existing | CCSE | PJ |
| Com.Space Heating.Small.Existing | CHSE | PJ |
| Com.Water Heat.Small.Existing    | CWSE | PJ |
| Com.Cooking.Existing             | CCOK | PJ |
| Com.Lighting.Existing            | CLIG | PJ |
| Com.Public Lighting.Existing     | CPLI | PJ |
| Com.Refrigeration.Existing       | CREF | PJ |
| Com.Other Electric.Existing      | COEL | PJ |
| Com.Other Energy.Existing        | COEN | PJ |
| Com.Other Sector                 | ONE  | PJ |

\*För alla segment med "Existing" finns där även ett segment som kallas "New".

Tabell B3. Bostadssektorn i TIMES-Sweden

| Bostadssektorn                                 |      |    |
|------------------------------------------------|------|----|
| Rsd.Space Cooling – Flerfamiljshus.Existing    | RCME | PJ |
| Rsd.Space Heating – Flerfamiljshus.Existing    | RHME | PJ |
| Rsd.Water Heat – Flerfamiljshus.Existing       | RWME | PJ |
| Rsd.Space Cooling – Enfamiljhus.Rural.Existing | RCRE | PJ |
| Rsd.Space Heating – Enfamiljhus.Rural.Existing | RHRE | PJ |
| Rsd.Water Heat – Enfamiljhus.Rural.Existing    | RWRE | PJ |
| Rsd.Space Cooling – Enfamiljhus.Urban.Existing | RCUE | PJ |
| Rsd.Space Heating – Enfamiljhus.Urban.Existing | RHUE | PJ |
| Rsd.Water Heat – Enfamiljhus.Urban.Existing    | RWUE | PJ |
| Rsd.Cloth Drying.Existing                      | RCDR | PJ |
| Rsd.Cloth Washing.Existing                     | RCWA | PJ |
| Rsd.Cooking.Existing                           | RCOK | PJ |
| Rsd.Dish Washing.Existing                      | RDWA | PJ |
| Rsd.Lighting.Existing                          | RLIG | PJ |
| Rsd.Refrigeration.Existing                     | RREF | PJ |
| Rsd.Other Electric.Existing                    | ROEL | PJ |
| Rsd.Other Energy.Existing                      | ROEN | PJ |

*\*För alla segment med "Existing" finns där även ett segment som kallas "New".*

Tabell B4. Transportsektorn i TIMES-Sweden

| Transportsektorn          |     |             |
|---------------------------|-----|-------------|
| Aviation International    | TAI | PJ          |
| Aviation Generic          | TAV | PJ          |
| Navigation.Generic        | TNA | PJ          |
| Navigation.Generic.Bunker | TNB | PJ          |
| Rail.Freight              | TTF | Million Tkm |
| Road.Freight              | TFR | Million Tkm |
| Rail.Passengers.Heavy     | TTP | Million Pkm |
| Rail.Passengers.Light     | TTL | Million Pkm |
| Road.Bus.Intercity        | TBI | Million Pkm |
| Road.Bus.Urban            | TBU | Million Pkm |
| Road.Car.Long Distance    | TCL | Million Pkm |
| Road.Car.Short Distance   | TCS | Million Pkm |
| Road.Motorcycle           | TMO | Million Pkm |

Tabell B5. Övriga sektorer i TIMES-Sweden

| Jord-, fiske och skogsbruk |     |    |
|----------------------------|-----|----|
| Jord-, fiske och skogsbruk | AGR | PJ |

Tabell B6. Exempel på energibärare i TIMES-Sweden.

| Energibärare                                      | Namn    |
|---------------------------------------------------|---------|
| Hard Coal                                         | COAHAR  |
| Biogas                                            | BIOGAS  |
| Biofuels                                          | BIOLIQ  |
| Municipal Waste                                   | BIOMUN  |
| Industrial Waste-Sludge                           | BIOSLU  |
| Wood Products                                     | BIOWOO  |
| Brown Coal                                        | COABRO  |
| Coke                                              | COACOK  |
| Lignite/Peat                                      | COALIG  |
| Electricity from large power plants (before grid) | ELCHIG  |
| Electricity High Voltage                          | ELCHIGG |
| Electricity Medium Voltage                        | ELCMED  |
| Electricity Low Voltage                           | ELCLOW  |
| Blast-Furnace Gas                                 | GASBFG  |
| Coke-Oven Gas                                     | GASCOG  |
| Gasworks Gas                                      | GASGWG  |
| Natural Gas                                       | GASNAT  |
| District heating                                  | HETLOW  |
| Crude Oil                                         | OILCRD  |
| Diesel                                            | OILDST  |
| Feedstocks                                        | OILFDS  |
| Motor Spirit                                      | OILGSL  |
| Residual Fuel Oil                                 | OILHFO  |
| Kerosenes - Jet Fuels                             | OILKER  |
| Liquified Petroleum Gas                           | OILLPG  |
| Naphtha                                           | OILNAP  |
| Non Energy                                        | OILNEU  |
| Other Petroleum Products                          | OILOTH  |
| Refinery Gas                                      | OILRFG  |
| Geothermal                                        | RENGEO  |
| Hydro                                             | RENHYD  |
| Solar                                             | RENSOL  |
| Wind                                              | RENWIN  |



## SAMHÄLLSEKONOMISK ANALYS AV FJÄRRVÄRME

Fjärrvärme har en marknadsandel på drygt 50 procent i Sverige och finns på mer än 570 orter i landet. Men trots att fjärrvärmen är så stor och utgör en viktig länk mellan olika näringsgrenar har det saknats kunskap om fjärrvärmens samhällsekonomiska betydelse.

Här belyser forskare för första gången de samhällsekonomiska effekterna av fjärrvärme i det svenska energisystemet ur olika perspektiv. Forskarna har bland annat använt resultat från energisystemmodellkörningar och genomfört regionalekonomiska modellberäkningar som ligger till grund för samhälls-ekonomiska resonemang om effekterna av ett energisystem utan fjärrvärme.

Resultaten visar att Fjärrvärmen har en betydande roll i dagens och framtidens energisystem i Sverige. Inte minst skulle de samhällsekonomiska kostnaderna vara mycket högre om fjärrvärmen inte var en del av det svenska energisystemet. Fjärrvärmen bidrar till att hålla nere energianvändningen – utan fjärrvärme hade den årliga elanvändningen öka med cirka 5 terawatt-timmar. Slutsatserna är bland annat viktiga vid analys och utformning av styrmedel.