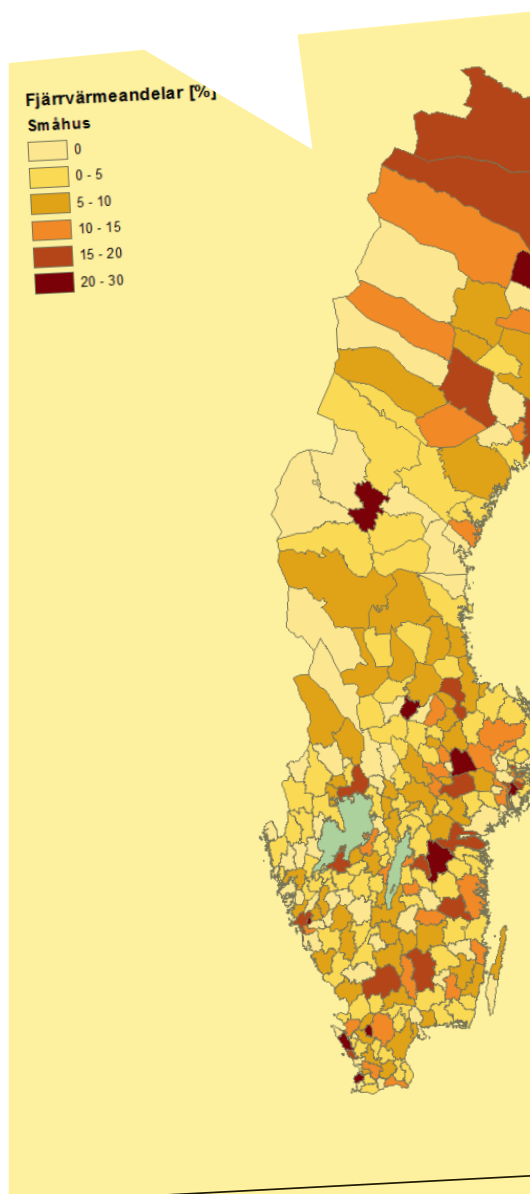


POTENTIALEN FÖR KRAFTVÄRME FJÄRRVÄRME OCH FJÄRRKYLA



RAPPORT 2013:15



del för flerbostadshus (vänster) och småhus.)

na, tillsammans med annan information, potentialen för ytterligare fjärrvärme har gjorts i vårt projekt. På nationell nivå för uppvärmning av flerbostadshus är nästan 70 % och för småhus



Potentialen för kraftvärme, fjärrvärme och fjärrkyla

UTIFRÅN ARTIKEL 14 I ENERGIEFFEKTIVISERINGSDIREKTIVET

HÅKAN SKÖLDBERG

THOMAS UNGER

ANDERS GÖRANSSON

ISBN 978-91-7381-113-2

© 2013 Svensk Fjärrvärme AB

FÖRORD

EU antog 2012 ett nytt energieffektiviseringsdirektiv som ställer krav på ytterligare åtgärder för att bidra till att nå EU:s energieffektiviseringsmål om 20 procent effektivare energianvändning till 2020. Energieffektiviseringsdirektivet ställer bland annat krav på EU:s medlemsstater att göra en bedömning av potentialen för ökad användning av högeffektiv kraftvärme, fjärrvärme och fjärrkyla. Syftet med den här rapporten är att redovisa den lönsamma potentialen för kraftvärme, fjärrvärme och fjärrkyla i Sverige som kan förverkligas till 2020 respektive 2030 och hur denna kan bidra till att nå uppsatta energieffektiviseringsmål.

Håkan Sköldberg har varit projektledare och från Profu har dessutom Thomas Unger och Anders Göransson medverkat. Projektet har följts av en referensgrupp bestående av Christian Schwartz Mölndal Energi (ordförande), Erik Dotzauer Fortum, Björn Ekbom Göteborg Energi, Daniel Friberg Energimyndigheten, Erik Thornström Svensk Fjärrvärme och Peter Wennerhag CIT Energy Management.

Projektet ingår i forskningsprogrammet Fjärrsyn, som finansieras av Svensk Fjärrvärme och Energimyndigheten. Forskningen inom Fjärrsyn ska stärka fjärrvärme och fjärrkyla, uppmuntra konkurrenskraftig affärs- och teknikutveckling och skapa resurseffektiva lösningar för framtidens hållbara energisystem till nytta för fjärrvärmebranschen, kunderna, miljön och samhället i stort.

Christian Schwartz
Ordförande i Svensk Fjärrvärmes omvärldsråd

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

SAMMANFATTNING

I denna rapport redovisas en övergripande bedömning av potentialen för högeffektiv kraftvärme samt effektiv fjärrvärme och fjärrkyla utifrån det i oktober 2012 beslutade EU-direktivet om energieffektivisering (2012/27/EU). Fokus ligger på att identifiera potentialen som kan förverkligas till 2020 respektive 2030. Ett syfte är också att visa på hur potentialen för högeffektiv kraftvärme, fjärrvärme och fjärrkyla kan bidra till att nå uppsatta energieffektiviseringsmål.

Potentialerna för lönsam fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme har identifierats utifrån redan genomförda analyser. Utifrån dessa har energieffektiviseringspotentialen beräknats. Denna uttrycks i termer av primärenergi. Primärenergifaktorer för olika energibärare är dock långt ifrån entydigt fastställda. Därför har vi lagt stor vikt vid att beskriva olika principer för primärenergi och att för var och en av dessa välja primärenergifaktorer.

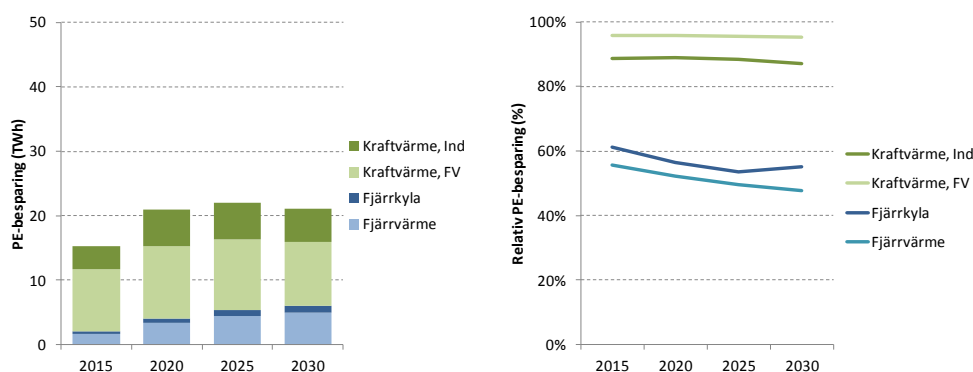
I projektet konstateras att det finns återstående potentialer för expansion av alla tre ”åtgärderna” (fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme). Potentialerna begränsas av att utbyggnaden, förutom för fjärrkyla, redan är så stor. Potentialen för tillkommande fjärrvärme har beräknats till 8 TWh till år 2030 (4 TWh till 2020). Att värmeleveranserna samtidigt kan komma att minska till redan existerande fjärrvärmekunder, till följd av exempelvis energieffektivisering och konvertering till andra uppvärmningsalternativ, beaktas inte här. Det är alltså potentialen för *ny* fjärrvärme som beräknats. För fjärrkyla har potentialen bedömts till 2 TWh till år 2030 (1 TWh till 2020).

Kraftvärmepotentialen består både av kraftvärme i fjärrvärmesystemen och av kraftvärme inom industrin, ”industriellt mottryck”. Den tillkommande potentialen för elproduktion från kraftvärme uppgår till 5 TWh till år 2020. Därefter bedöms endast marginella tillskott komma till år 2030. Av potentialen hänförs drygt hälften till fjärrvärme och resten till industrin. Den tillkommande kraftvärmens baseras till övervägande del på biobränslen.

I projektet redovisas därefter beräkningar av den primärenergibesparing som potentialen för de tre ”åtgärderna” leder till. Tre olika principer för hur olika energibärare skall primärenergiviktas har studerats. De skiljer sig åt både vad gäller primärenergifaktorer för enskilda bränslen och vilken primärenergifaktor som sätts el och fjärrvärme. Två av de tre principerna bygger på ett bokföringsperspektiv för el och fjärrvärme. Primärenergifaktorerna grundar sig då uteslutande på statistik för de nuvarande produktionssystemen för el och fjärrvärme och tillämpar synsättet att all användning (både befintlig och tillkommande) skall vägas mot genomsnittsproduktionen. Det tredje synsättet bygger på ett framåtblickande perspektiv och identifierar effekterna av en viss förändring av el- och fjärrvärmeanvändningen. Det kan sägas visa en långsiktig marginaleffekt. Primärenergifaktorerna för de enskilda bränslena är här hämtade från ett av de båda bokföringsperspektiven, som ger låga faktorer för biobränslen och avfall.

Beroende på vilken princip som tillämpas så får man olika primärenergifaktorer för energibärarna. Eftersom potentialberäkningarna har ett tydligt framåtblickande fokus så är vår bedömning att ett primärenergisynsätt som också har ett framåtblickande perspektiv (det tredje synsättet ovan) är att föredra.

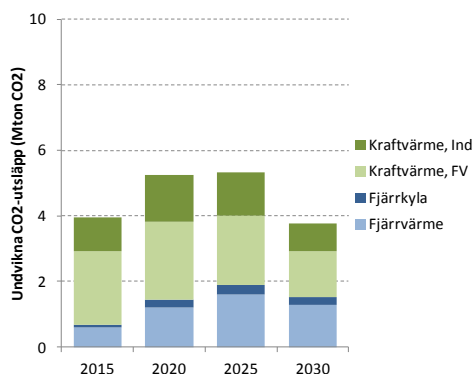
Primärenergibesparingen för det fall då primärenergifaktorer enligt den framåtblickande ”förändringseffekt”-principen tillämpas framgår av figuren nedan. Den samlade primärenergibesparingen för de tre ”åtgärderna” uppgår alltså till drygt 20 TWh.



Primärenergibesparing i absoluta tal (till vänster) och i relativa tal (till höger) enligt primärenergiviktningssynsättet ”Förändringseffekt”.

För de två andra principerna för primärenergiviktning så blir den samlade primärenergibesparingen mindre, 10 – 15 TWh. Det är alltså uppenbart att valet av princip spelar stor roll för den resulterande primärenergibesparingen.

De CO₂-utsläpp som undviks till följd av de tre ”åtgärderna” har också beräknats. De framgår av figuren nedan och uppgår till omkring 4-5 Mton CO₂ per år. Även i detta fall bygger figurens resultat på den framåtblickande ”förändringseffekt”-principen.



Undvikna utsläpp från de tre ”åtgärderna” fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme (inom fjärrvärmesystemen respektive inom industrin).

SUMMARY

This report presents a comprehensive assessment of the potential for high-efficiency cogeneration and efficient district heating and cooling based on the EU directive on energy efficiency from October 2012 (2012/27/EU). The aim is to identify the potentials that can be realized by 2020 and 2030. Another aim is to show how the potential for cogeneration and district heating and cooling can contribute to reaching the formulated energy efficiency targets.

The potentials for high-efficiency cogeneration and efficient district heating and cooling have been identified from already existing analyses. Based on these the energy efficiency potential has been calculated. It is expressed in terms of primary energy. Primary energy factors are, however, far from clearly defined. Therefore we have placed great emphasis on describing different principles for primary energy and, for each of them, to choose primary energy factors.

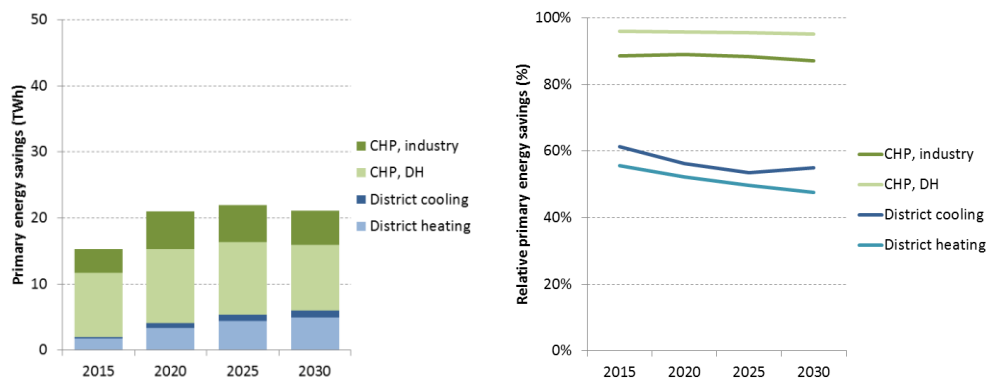
In the project it is concluded that there are remaining potentials for expansion of all three "measures" (district heating, district cooling and cogeneration). The potentials are limited, except for district cooling, by the fact that the existing market shares are large. The potential for additional district heating has been calculated to 8 TWh by the year 2030 (4 TWh by 2020). The fact that the total heat use of already existing district heating customers simultaneously may decrease, due to energy efficiency improvements and conversion to other heating alternatives, is not accounted for here. It is thus the potential for additional district heating that is calculated. For district cooling the potential has been estimated to 2 TWh by the year 2030 (1 TWh by 2020).

The cogeneration potential is made up of both cogeneration in district heating systems and cogeneration related to industrial process heat. The additional potential for electricity generation from cogeneration amounts to 5 TWh by the year 2020. After this only marginal additions are expected to 2030. More than half of the cogeneration potential is related to district heating and the rest to industry. The additional cogeneration is predominantly based on bio-fuels.

Based on the identified potentials the primary energy savings for the three "measures" are then calculated. Three different principles for how different energy carriers should be primary energy weighted are applied. The principles differ both in terms of primary energy factors for specific fuels, and in terms of assigning primary energy factors to electricity and district heating. Two of the three principles are based on an "accounting" perspective. The primary energy factors are, thus, exclusively based on statistics for the existing generation systems for electricity and district heating. The "accounting" perspective applies the view that all use (both existing and additional) should be measured against the average generation. The third principle used here applies a forward-looking approach and identifies the effects of a specific change in electricity or district heating use. This basically corresponds to the concept of long-term marginal effects. The primary energy factors for the specific fuels are taken from one of the two "accounting" perspectives, resulting in low factors for bio-fuels and municipal solid waste.

Depending on the principle adopted the energy carriers are associated with different primary energy factors. Since the calculations of the future potentials of the "measures" have a distinctly forward-looking focus it is our recommendation that the primary energy principle should also have a forward-looking perspective (the third view above).

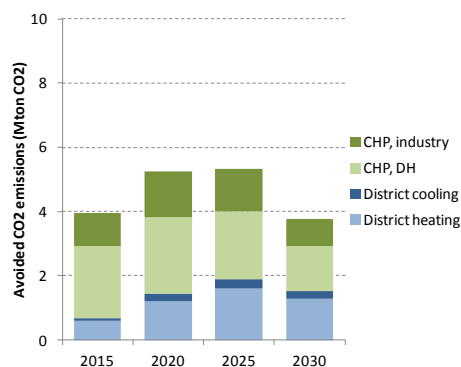
The resulting primary energy saving for the case when primary energy factors according to the forward-looking principle are applied, are shown in the figure below. The total primary energy saving for the three "measures", thus, amounts to over 20 TWh.



Primary energy saving in absolute terms (to the left) and in relative terms (to the right) according to the forward-looking primary energy weighting principle

For the other two principles for primary energy weighting the total primary energy savings are smaller, 10 – 15 TWh. It is thus obvious that the choice of principle plays a major role for the resulting primary energy saving.

The avoided CO₂-emissions due to the three "measures" have also been calculated. They are shown in the figure below and amount to 4 – 5 Mtonnes CO₂ per year. Also in this case the figure's result relates to the forward-looking principle.



Avoided emissions from the three "measures" district heating, district cooling and co-generation

INNEHÅLL

1	INLEDNING	13
1.1	POTENTIALER ENLIGT DIREKTIVET	13
2	METOD OCH ANALYSPRINCIP	16
3	POTENTIALUPPSKATTNINGAR	27
3.1	POTENTIALEN FÖR EFFEKTIV FJÄRRVÄRME	28
3.2	POTENTIALEN FÖR HÖGEFFEKTIV KRAFTVÄRME I FJÄRRVÄRMESYSTEMET	30
3.2.1	Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden, ("Fjärrvärmeutredningen"), 2005	31
3.2.2	Profu, Kraftvärme i framtiden, för Elforsk 2005	31
3.2.3	Svensk Fjärrvärme, "Fjärrvärmen 2015 - branschprognos", 2009	32
3.2.4	Svensk Fjärrvärme, Svensk Energi, Skogsindustrierna, Svebio, "Sveriges utbyggnad av kraftvärme till 2020", 2011	32
3.2.5	Profu, "Fjärrvärmen i framtiden", för Fjärrsyn	32
3.2.6	National potential for the application of high-efficiency cogeneration, Profu för Energimyndigheten, 2010	33
3.2.7	Profu, Underlag till Energimyndighetens Långsiktsprogno 2012	33
3.2.8	Val av potential	34
3.2.9	Känslighetsanalys	35
3.3	POTENTIALEN FÖR INDUSTRIELL KRAFTVÄRME	36
3.3.1	Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden, ("Fjärrvärmeutredningen"), 2005	36
3.3.2	Svensk Fjärrvärme, Svensk Energi, Skogsindustrierna, Svebio, "Sveriges utbyggnad av kraftvärme till 2020", 2011	37
3.3.3	National potential for the application of high-efficiency cogeneration, Profu för Energimyndigheten, 2010	37
3.3.4	Profu, Underlag till Energimyndighetens Långsiktsprogno 2012	38

3.3.5	Profu, Analys av biobränsleanvändning inom fjärrvärmesektorn och industriellt mottryck, för Energimyndigheten, 2010	38
3.3.6	Val av potential	39
3.4	POTENTIALEN FÖR FJÄRRKYLA	40
4	POTENTIALEN FÖR ENERGIEFFEKTIVISERING	42
4.1	PRIMÄRENERGIBESPARING ENLIGT "FÖRÄNDRINGSEFFEKT"-PRINCIPEN	42
4.2	PRIMÄRENERGIBESPARING ENLIGT "VÄRMEMARKNADS-KOMMITTÉ"-PRINCIPEN	47
4.3	PRIMÄRENERGIBESPARING ENLIGT "MILJÖKOMMUNIKATION"-PRINCIPEN	50
4.4	KORT SAMMANFATTNING - PRIMÄRENERGIBESPARING	51
5	CO₂-UTSLÄPP	53
6	REFERENSER	55

1 INLEDNING

I denna rapport redovisas en övergripande bedömning av potentialen för högeffektiv kraftvärme samt effektiv fjärrvärme och fjärrkyla utifrån det i oktober 2012 beslutade EU-direktivet om energieffektivisering (2012/27/EU). Potentialbedömningen ska genomföras utifrån de närmare kraven i artikel 14 och bilaga VIII i energieffektiveringsdirektivet. Fokus ska läggas på att identifiera potentialen som kan förverkligas till 2020 respektive 2030. Ett syfte är också att visa på hur potentialen för högeffektiv kraftvärme, fjärrvärme och fjärrkyla kan bidra till att nå uppsatta energieffektiviseringsmål.

1.1 Potentialer enligt direktivet

I direktivets bilaga VIII beskrivs vad den heltäckande bedömningen av den nationella värme- och kylpotentialen ska innefatta:

- a. En beskrivning av värme- och kylbehovet.
- b. En prognos över hur efterfrågan kommer att utvecklas under de närmaste tio åren, och i synnerhet med hänsyn till utvecklingen av efterfrågan i byggnader och olika industrisektorer.
- c. En karta över det nationella territoriet som, samtidigt som den konfidentiella karaktären hos kommersiellt känsliga uppgifter bevaras, identifierar
 - i. efterfrågepunkter för värme och kyla,
 - ii. befintlig och planerad värme- och kylinfrastruktur,
 - iii. potentiella leveranspunkter för värme och kyla
- d. Identifiering av värme- och kylefterfrågan som kan tillgodoses genom högeffektiv kraftvärme, däribland privat mikrokraftvärme, och genom fjärrvärme och fjärrkyla.
- e. Identifiering av potentialen för ytterligare högeffektiv kraftvärme, bland annat genom renovering av befintliga och konstruktion av nya produktions- och industrianläggningar och andra anläggningar som genererar spillvärme.
- f. Identifiering av energieffektivitetspotentialen för infrastruktur för fjärrvärme och fjärrkyla
- g. Strategier, politik och åtgärder som kan antas för att realisera potentialen i e) och behov i d)
 - i. Öka andel kraftvärme
 - ii. Utveckla effektiv fjärrvärme och fjärrkyla
 - iii. Förlägg elproduktion och industri till platser där värme kan spillvärme nyttiggöras
 - iv. Förlägg bostäder och industri till platser där spillvärme finns
 - v. Främja att spillvärme nyttiggörs för fjärrvärme och fjärrkyla
 - vi. Främja att bostäder och industri ansluts till fjärrvärme och fjärrkyla
- h. Andelen högeffektiv kraftvärme och den potential som fastställts och framsteg som uppnåtts enligt direktiv 2004/8/EG.

- i. En uppskattning av den primärenergi som kan sparas.
- j. En uppskattning av eventuella offentliga stödåtgärder för värme och kyla, med en årsbudget och identifiering av potentiella stödelement

I direktivet anges mycket detaljerat hur potentialen skall beräknas. Projektets resurser är begränsade och därför har här en något förenklad metod utnyttjats. Metodvalet har förankrats i referensgruppen. I följande punkter redovisas hur metoden förhåller sig till det som specificeras i artikel 14 och bilaga VIII:

- Potentialen baseras på en kostnads-nyttoanalys
 - Projektet baserar potentialen på genomförda prognoser (som bygger på tekniskt/ekonomiska bedömningar)
- Strategier, politik och åtgärder som kan införas
 - Projektet föreslår inte styrmedel, men kan uppskatta effekter av t.ex. större elcertifikatkrav och högre CO₂-pris.
- Kartor som identifierar en mängd parametrar, befintliga och planerade
 - Projektet använder kartor för att illustrera dagsläget
- Efterfrågade resultat (kapacitet, energi, ledningslängd, yta som täcks)
 - Projektet fokuserar på energi.
- Identifiera först teknisk potential, därefter ekonomisk potential
 - Projektet går direkt på ekonomisk potential. Teknisk potential knappast relevant för Sverige.
- Kostnads-nyttoanalysen ska täcka alla socioekonomiska faktorer och miljöfaktorer
 - Projektet antar att detta kommer till uttryck i antagna styrmedel och att det därmed räcker att göra en ekonomisk analys
- Analysen måste innefatta alla energiflöden
 - Så resonerar projektet också.
- Varje land ska välja nivåer på energiprisprognoser, externaliteter, diskonteringsränta, livslängder
 - Projektet utgår från att de utnyttjade prognoserna bygger på rimliga antaganden, men inser att antagandena inte är identiska.
- Utvärderingskriteriet ska vara nettonuvärde.
 - Liknande kriterier tillämpas i utnyttjade prognoser. Projektet redovisar inte ekonomiska konsekvenser.
- Scenarier med andra effektiva alternativ (t.ex. individuell uppvärmning) om kraftvärme, fjärrvärme och fjärrkyla inte väljs
 - Projektet studerar endast kraftvärme, fjärrvärme och fjärrkyla
- Värme- och kylbehoven nedbrutna sektorvis och geografiskt
 - Projektet delar in i sektorer (fbh+lok, smh, industri & övrigt), men inte geografiskt
- Känslighetsanalys med avseende på kostnads-nyttoanalys
 - Projektet gör det i form av resonemang och uppskattningar

Potentialerna för fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme har alltså identifierats utifrån redan genomförda analyser. Utifrån dessa har energieffektiviseringspotentialen beräknats. Denna uttrycks i termer av primärenergi. Primärenergifaktorer för olika energibärare är dock långt ifrån entydigt fastställda. Därför har vi lagt stor vikt vid att beskriva olika principer för primärenergi och att för var och en av dessa välja primärenergifaktorer. Detta har utgjort en stor del av arbetet inom projektet, men vi har, i samråd med referensgruppen, bedömt att det är viktigt.

Rapporten inleds med en genomgång av de metoder och analysprinciper som tillämpats i projektet. Därefter följer ett avsnitt där potentialerna för expansion av fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme (både inom fjärrvärmesystemen och inom industrin) redovisas. Fokus ligger på åren 2020 och 2030. Efter detta redovisas primärenergibesparingen av de tre ”åtgärder”. Här har tre olika principer för identifiering av primärenergifaktorer tillämpats. Avslutningsvis redovisas de CO₂-utsläpp som undviks genom de tre ”åtgärderna”.

2 METOD OCH ANALYSPRINCIP

Vår metodansats tar sin utgångspunkt i en av oss bedömd framtida utveckling för fjärrvärme, fjärrkyla samt kraftvärme inom fjärrvärmesystemen respektive inom industrin. Beskrivningen och kvantifieringen av den framtida utvecklingen bygger på ett flertal källor och behandlas i detalj i Kapitel 3. Denna utveckling, typiskt definierad i TWh producerad eller levererad energi, utgör därmed grunden för vår värdering av effektiviseringspotentialen till följd av att bidraget från fjärrvärme, fjärrkyla samt kraftvärme antas expandera över tiden.

Fokus på expansion

I vår ansats väljer vi att analysera energieffektiviseringseffekter av *expansionen* av de tre ”åtgärderna” fjärrvärme, fjärrkyla respektive kraftvärme. Trots att vi antar att fjärrvärmeleveranserna sammantaget i Sverige minskar i framtiden till följd av effektiviseringar i energianvändning och konkurrens med andra uppvärmningsalternativ, har vi fokuserat på de områden där fjärrvärmerna expanderar. Det är ju konsekvenserna av just expansionen, det vill säga att man väljer fjärrvärme istället för något annat, vi skall belysa och inte det faktum att det samtidigt pågår en minskning av fjärrvärmeanvändningen på annat håll. Det senare är en annan frågeställning. I viss mån berör detta även kraftvärme. Visserligen antar vi att den totala kraftvärmeproduktionen fortsätter att öka i Sverige men vi kan också se att bidraget från fossileldad kraftvärme förväntas minska. Samtidigt ökar kraftvärme baserad på biobränslen och avfallsbränslen än mer. Vi har dock valt att begränsa denna ökning och likställt den med kraftvärmens nettoökning (i själva verket ökar alltså bidraget från förnybar kraftvärme mer eftersom fossil kraftvärme samtidigt minskar). Generellt bortser vi därmed från de primärenergieffekter alternativt effektiviseringseffekter som uppstår till följd av att kraftvärmemixen förändras samtidigt som den totala produktionsvolymen ökar. I en känslighetsberäkning har vi dock valt att inkludera även denna effekt.

Avgränsning till den ekonomiska potentialen

I direktivtexten anges att den ekonomiska potentialen även skall kompletteras med en analys av den tekniska potentialen, det vill säga en beräkning av effektiviseringspotentialen där fjärrvärme, fjärrkyla samt kraftvärme tillåts expandera inom vad som är tekniskt möjligt. Vi finner att detta har liten relevans i ett land som Sverige där de aktuella energislagen redan är väl etablerade. Rent tekniskt kan till exempel kraftvärme expandera väsentligt mer än vad vi antar här. Det skulle då innebära att man i stor skala satsar på gaseldad kraftvärme förutsatt att gasinfrastruktur finns på plats. Därmed erhålls en större elproduktion på det givna fjärrvärmeunderlaget. Denna utveckling är dock mindre trolig och vi har istället valt att i detta uppdrag hålla oss till att analysera effektiviseringskonsekvenser (i primärenergitermer) av en ekonomiskt motiverad utveckling över tiden. Därmed tar vi hänsyn till en lång rad av omvärlds-

förutsättningar såsom styrmedel, teknisk utveckling, energibehovsutveckling och energiprisutveckling.

Primärenergiviktning och förändringsperspektiv

Nästa viktiga metodmässiga val avser primärenergiviktning av olika energislag. Detta är ett område där det fortfarande råder viss brist på samstämmighet, samtidigt som underlaget i direktivtexten ger liten vägledning. Icke desto mindre har valet av primärenergifaktorer stor betydelse för det slutliga resultatet. Delvis kopplat till valet av primärenergifaktorer är det perspektiv man anlägger på konsekvenserna av de här studerade frågeställningarna, nämligen effekterna av en expansion av fjärrvärme, fjärrkyla samt kraftvärme. Skall dessa förändringar sättas in ett systemperspektiv? Inom vilket system värderar man då el respektive fjärrvärme? Skall man i analysen blicka framåt eller nöja sig med data baserad på existerande statistik och system? Här om finns tveklöst olika uppfattningar om vad som är ”rätt” eller ”fel”. För att hantera dels osäkerheter i primärenergifaktorer och dels olika perspektiv på system och förändring har vi valt att analysera frågeställningarna mot bakgrund av tre olika så kallade ”primärenergiviktningssprinciper”. I resultatkapitlet kommer vi därmed att redovisa den samlade effektiviseringspotentialen fördelad på fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme i fjärrvärmesystemen respektive inom industrin för de tre primärenergiviktningssprinciperna. Vi gör så eftersom vi vet att osäkerheterna är stora och att uppfattningar kan skilja sig åt, samtidigt som det idag inte existerar en tydlig samsyn kring dessa frågeställningar. Men vi gör heller ingen hemlighet av att det bland dessa tre primärenergiviktningssprinciper finns en som i högre grad överensstämmer med vår egen syn än vad de två andra gör.

De tre primärenergiviktningssprinciperna namnger vi efter respektive huvudkälla alternativt synsätt:

”Miljökommunikation”-principen. Denna primärenergiviktningssprincip är uteslutande baserad på de primärenergifaktorer som redovisas i Fjärrsynrapporten ”Miljökommunikation med nyckeltal och indikatorer” (Gode *et al.* 2012). Denna bygger i sin tur i huvudsak på en mycket detaljerad och omfattande livscykelstudie av olika bränslen och energislag, nämligen Miljöfaktaboken (Värmeforsk 2011). I korthet tilldelas samtliga bränslen en primärenergifaktor (PEF) på drygt 1, det vill säga drygt 1 MWh primärenergi per levererad MWh bränsle. Att denna är större än 1 beror på att primärenergiinsatsen för utvinning och distribution till leveranspunkt (till exempel ett kraftverk) ingår. För stenkol anges till exempel PEF till 1,15. Även biobränslen ges här en PEF på drygt 1. Enda undantaget bland bränslena är brännbart avfall som erhåller en PEF på 0,61 (i Gode *et al.* 2012 men ej i Värmeforsk 2011). En del av avfallet betraktas alltså som ”spill” och är därmed inte förknippat med en insats av prima energi. Av samma skäl viktas industriell spillvärme med en PEF på omkring noll. När det gäller primärenergiviktning av el och fjärrvärme använder sig ”Miljökommunikation”-principen av det så kallade ”bokföringsperspektivet”. Detta grundar sig uteslutande på statistik för det befintliga produktionssystemet för el och fjärrvärme samt på synen att all användning av el och fjärrvärme, oavsett om den är befintlig eller till-

kommande, skall vägas mot den *genomsnittliga* produktionen av dessa energislag. För elanvändning i Sverige betyder det, enligt den här utnyttjade principen, nordisk medel i det kortare tidsperspektivet samt europeisk medel i det längre tidsperspektivet eftersom man argumenterar för att den svenska/nordiska elmarknaden på längre sikt knyts ännu närmare de kontinentaleuropeiska elmarknaderna. Fjärrvärmeanvändningen däremot, vägs mot den svenska genomsnittsproduktionen (av praktiska skäl är det omöjligt att hantera en primärenergiviktning utifrån varje separat och lokalt produktionssystem). I den rapport (Gode *et al.* 2012) som ligger till grund för ”Miljökommunikation”-principen” anges två värden på primärenergifaktorn för svensk fjärrvärme, dels ca 1,1 givet att medelvärdet är vägt mot storleken på de olika systemen och dels ca 0,8 givet att medelvärdet inte är vägt mot storleken. Då man även flaggar för diverse osäkerheter i denna uppskattning har vi för denna princip valt värdet 1 som representativt för primärenergifaktorn för den genomsnittliga svenska fjärrvärmen.

”Värmemarknadskommitté”-principen är vår andra definierade princip för primärenergiviktning. Denna bygger på överenskommelsen inom Värmemarknadskommittén, det vill säga en sammanslutning bestående av Svensk Fjärrvärme, Fastighetsägarna, Hyresgästföreningen, SABO, Riksbyggen och HSB (Värmemarknadskommittén 2012). ”Värmemarknadskommitté”-principen bygger på samma PEF som i föregående ”Miljökommunikation”-princip men med några viktiga skillnader. Huvuddelen av de biobränslen som används inom el- och fjärrvärmegenerering antas få en PEF på omkring 0. Detta förklarar man med att dessa bränslen betraktas som ”restbränslen” alternativt ”spillbränslen” vid annan verksamhet dit själva primärenergien allokteras istället. GROT är till exempel en restprodukt vid råvaruuttag för skogsindustrin medan pellets och briketter är ett resultat av att man förädlat spill från träindustrin (till exempel från sågspån och kutterspån). Att PEF för dessa biobränslen inte är exakt noll utan endast ”nära noll” (till exempel 0,03 för GROT) beror på att en viss insats av prima energi förekommer i anslutning till utvinning och distribution. Bränslet i sig innehåller dock ingen primärenergi enligt den här valda principen. Även det brännbara avfallet tilldelas en PEF på omkring 0. Torv har dock en PEF på drygt ett, precis som de fossila bränsleslagen. På samma sätt som i föregående ”Miljökommunikation”-princip utnyttjas primärt ett bokföringsperspektiv på el och fjärrvärme. Eftersom huvuddelen av fjärrvärmeproduktionen sker med bränslen som har PEF på nära noll så får den genomsnittliga fjärrvärmen i Sverige ett relativt låg PEF, ca 0,3 (Svensk Fjärrvärme 2012). Elens PEF är ett resultat av Svensk Fjärrvärmes och Svensk Energis gemensamma plattform för miljövärdering av el och fjärrvärme. Elen värderas därmed enligt den så kallade residualmixens egenskaper, det vill säga den el som återstår då man reducerar/korrigerar för produktspecificerad el, till exempel ”Bra miljöval”-el, samt import och export till och från Sverige.

Med detta synsätt följer också att för den elanvändning som kan förknippas med produktspecificerad eller ursprungsmärkt el så kan värderingen leda till lägre primärenergifaktor för elen. I denna rapport har vi inte gjort någon sådan beräkning. Våra resultat gäller alltså för ett fall där elanvändaren inte har gjort något aktivt val beträffande elens ursprung. Om man vill få en uppfattning om de genomsnittliga elegen-

skaperna kan man få viss vägledning från ”Miljökommunikation”-principens primärenergifaktor som bygger på nordisk medel.

Den tredje och sista primärenergiviktningensprincipen, ”Förändringseffekt”, bygger på den kunskap som vi själva på Profu har byggt upp under en rad år med avseende på framförallt hur elanvändning (och elproduktion) men även fjärrvärme bör miljövärderas. När det gäller primärenergiviktning av bränslen har vi däremot ingen uppfattning som avviker från det som presenterats så här långt. Vi väljer därför att i ”Förändringseffekt”-principen använda oss av samma PEF som i förgående ”Värme-marknadskommitté”-princip med avseende på fossila bränslen, biobränslen, avfallsbränslen samt industriell spillvärme. Däremot skiljer sig vår ansats när det gäller el och fjärrvärme. För dessa energibärare anlägger vi dels ett ”förändring leder till effekt”-perspektiv och dels ett framåtblickande perspektiv (”effekt” i betydelsen ”konsekvens”). Vi menar att våra frågeställningar handlar om att studera *effekter* av *förändringar* i ett *system* som utvecklas såväl oberoende som beroende av dessa förändringar. Sådana förändringar är i sig ett resultat av ett val eller ett beslut (till exempel ett investeringsbeslut). Detta betraktelsesätt avviker fundamentalt från de tidigare principernas ”bokföringsperspektiv”. Följden av att elanvändningen eller fjärrvärmeanvändningen ändras (vilket det ju handlar om här, till exempel en *expansion* av fjärrvärmeanvändningen) är knappast att den genomsnittliga produktionen av el respektive fjärrvärme ändras i samma utsträckning. Vi vill mena att denna effekt eller följd istället sker i form av *avvikelser* från systemets framtida utveckling i sitt ”grundutförande”. Med grundutförande menar vi en utveckling som *inte* tar hänsyn till den förändring i el- eller fjärrvärmeanvändning vars konsekvens alternativt effekt vi avser att kvantifiera. Ett alternativt uttryckssätt är att vi analyserar effekter på ”marginalen” (i synnerhet om förändringen är tillräckligt liten, vilket är tillämpligt här). Den resulterande effekten från sådana förändringar vi diskuterar här har vi analyserat i ett antal olika modellstudier (se till exempelvis Elforsk 2008 och Elforsk 2006). Den så kallade ”långsiktiga marginaleffekten” uppstår som ett resultat av förändringar med lång varaktighet i tiden (till exempel nyanslutning av fjärrvärme eller en ökning i elanvändning av någon anledning) och inkluderar såväl förändringar i den existerande kapacitetens produktion som investeringar i ny kapacitet. Med andra ord kan den långsiktiga marginaleffekten innehålla en mix av olika teknisklag och olika bränslen. Denna sammansättning kan skilja sig väsentligt från den genomsnittliga produktionen. Våra beräkningar av den långsiktiga marginaleffekten uppdateras kontinuerligt i takt med att omvärldsförutsättningarna förändras. I ”Förändringseffekt”-principen har vi valt samma modellansats för såväl el som fjärrvärme. Beskrivningen av fjärrvärmeproduktionen är förenklad i modellansatsen såtillvida att vi endast räknar på ett ”Sverigeaggregat” innehållande all svensk fjärrvärmeproduktion. Därför är vår PEF-viktning för fjärrvärme grundad på en framåtblickande förändring (effekt) av den totala svenska fjärrvärmeproduktionen.

Vårt synsätt i ”Förändringseffekt”-principen medför också att vi har en dynamik i PEF-viktningen av el och fjärrvärme, det vill säga den förändras över tiden. Detta är dock helt och hållet ett resultat av den initiala förändringen i el- respektive fjärr-

värmebehov. Man kan utan vidare konstatera att denna primärenergiviktningsprincip har ett betydligt mer komplext anslag än de två föregående principerna. Dels krävs någon form av modellansats och dels varierar ofta modellresultatet i stor utsträckning med de antaganden man gör kring omvärldsutvecklingen. Detta är dock inte en brist hos metoden i sig utan istället ett utslag för den verkliga osäkerhet som råder avseende den framtida utvecklingen. I ett sådant läge är det naturligtvis enklare och mer transparent att utnyttja befintlig statistik och anta att förändringar i användning av el och fjärrvärme hanteras med förändringar i den genomsnittliga produktionen. Så fungerar dock varken elmarknaden eller, generellt sett, fjärrvärmeproduktionen, vilket pekar på nackdelen med det synsättet.

Eftersom potentialberäkningarna har ett tydligt framåtblickande fokus så är vår bedömning att ett primärenergisynsätt som också har ett framåtblickande perspektiv (det tredje synsättet ovan) är att föredra.

Diskussion av direktivets syn på primärenergi

Energieffektiviseringsdirektivets definition av primärenergi är ”den inhemska bruttoanvändningen, exklusive annan användning än energi”. Detta talar för att primärenergien endast skall räknas på den energi som används inom landets gränser. Det synsättet avviker från det gängse synsättet (som tillämpas i alla tre primärenergiprinciper som används i detta projekt) och skulle i så fall t.ex. utesluta energianvändning relaterad till energibärarens livscykel då den uppstår utanför landets gränser. Den delen av primärenergifaktorn som avser ”uppströms” energianvändning, det vill säga sådant som uppstår till exempel i samband med utvinning och som typiskt sker utanför Sveriges gränser när det gäller de fossila energislagen uppgår till typiskt 10-15% av den totala primärenergifaktorn så som vi har definierat dem i detta uppdrag. Att slopa just den delen till följd av att vi tolkar direktivtexten så som antyds här skulle därför inte leda till några större förändringar avseende de fossila energislagen. Dock kan detta få konsekvenser för el (se längre ner).

I direktivet hänvisas bland annat till en bilaga IV där energiinnehåll i olika energibärare för slutanvändning anges. Där framgår energiinnehållet i de olika energibärarna. Här förefaller inget livscykelperspektiv tillämpas, ingen bedömning görs av huruvida energibäraren utgör restprodukter från annan produktion och inte heller tas hänsyn till insatser för att producera energibäraren, t.ex. el. Bilagan säger inte heller något om hur t.ex. industriell spillvärme skall betraktas. Riktigt hur faktorerna skall tillämpas med avseende på primärenergi är inte helt entydigt. Om vi istället skulle välja att tolka direktivtexten som att primärenergiinnehållet för ett energislag skall vara lika med energislagets energiinnehåll så skulle samtliga energislag i någon mån vara ”prima”. Vi skulle alltså inte kunna betrakta till exempel GROT som en restprodukt vars primärenergiinsats är relaterad till en annan aktivitet (skogsindustrin). Därmed skulle GROT och andra ”rest”- alternativt ”avfalls”-bränslen viktas upp jämfört med vad vi har antagit här för två av våra primärenergiviktningsprinciper, vilket i vår analys framförallt skulle få konsekvenser för fjärrvärmens vars primärenergifaktor skulle öka rejält. Primärenergibesparingarna av en fjärrvärmeexpansion skulle därmed reduceras. Detta indikeras också i den ena av våra tre primärenergiviktnings-

principer, där samtliga energislag (förutom avfall) primärenergiviktas fullt mot det faktiska energiinnehållet.

I bilaga IV anges samtidigt ett antal öppningar för alternativa primärenergifaktorer:

- ”Medlemsstaterna får tillämpa andra omvandlingsfaktorer om detta kan motiveras.”
- ”Det är tillåtet att använda andra värden beroende på vilken typ av trä som används mest i medlemsstaten.”
- ”För besparingar i kWh el får medlemsstaterna använda en standardkoefficient på 2,5. Medlemsstaterna får tillämpa en annan koefficient om de kan motivera detta.”

Exempelvis antyder den tillåtna primärenergifaktorn 2,5 för el att man inte kräver en strikt tillämpning av ”inhemsk bruttoanvändning”. Hade man istället tillämpat en strikt tillämpning av ”inhemsk bruttoanvändning” för el så hade primärenergifaktorn för el i Sverige troligen varit en helt annan än de 2,5 som skall representera ett europeiskt medel enligt direktivtexten. Frågan är då om man skall betrakta den ”svenska” elmarknaden som helt isolerad, det vill säga utbud och efterfrågan är lika inom Sverige, eller om den del av den svenska elen som produceras utanför landets gränser skall primärenergiviktas med noll?

Det finns också andra formuleringar i direktivet som kan ses som öppningar för alternativa primärenergiansatser, t.ex. att ”när de fastställer de vägledande nationella energieffektivitetsmålen, bör medlemsstaterna kunna beakta nationella omständigheter som påverkar primärenergianvändningen, t.ex. återstående potential för kostnadseffektiva energibesparingar, förändringar i importen och exporten av energi, utnyttjande av alla förnybara energikällor, kärnenergi, avskiljning och lagring av koldioxid samt s.k. tidiga åtgärder.”

Vi har alltså inte tolkat det som att direktivet ger någon helt entydig definition av hur primärenergifaktorer och primärenergibesparingen skall beräknas. Därför har vi bedömt att de tre primärenergiprinciper som använts inom projektet alla är relevanta. En viss osäkerhet kring frågan kvarstår dock.

Definition av alternativ produktion till kraftvärme

I direktivtexten anges att alternativet till kraftvärme skall utgöras av separat produktion av fjärrvärme (i hetvattenpannor) och el (i kondenskraftverk) med *samma* bränsle. Vi väljer att kalla denna ansats för ”bränslespecifik alternativproduktion” i motsats till det systemperspektiv som vi generellt utgår från i detta uppdrag. Därmed värderas effektiviseringsvinsten av själva samproduktionen för ett givet bränsle. Detta må vara intressant i sig men säger relativt lite om effektiviseringsvinsten i ett verkligt system. Applicerar vi denna ansats på verkligheten så skulle exempelvis alternativet till ett biobränsleeldat kraftvärmeverk utgöras av dels en biobränsleeldad hetvattenpanna, vilket i och för sig är helt rimligt, och ett biobränsleeldat kondenskraftverk, vilket å andra sidan ter sig som tämligen orimligt. I ett verkligt systemperspektiv är alternativet på elsidan i själva verket något helt annat. Alternativet bestäms snarare av

det system inom vilken energislaget produceras och förbrukas. För detta ändamål använder vi därmed våra tre primärenergiviktningsprinciper. Som ett led i en känslighetsanalys har vi dock i ett av beräkningsfallen valt att strikt följa direktivtextens förslag.

När det gäller alternativet till processvärmeproduktionen i det industriella mottrycket har vi däremot antagit att denna är just bränslespecifik. I det fallet är det nämligen rimligt att anta att alternativet till att producera processvärme i ett mottrycksverk är ett processvärmeverk (utan elproduktion) med samma bränsle. Här existerar inte ett ”systemalternativ” på samma sätt som för fjärrvärmeproduktion och i synnerhet elproduktion.

När det gäller allokeringsprincip avseende bränsle för el respektive fjärrvärme i ett kraftvärmeverk spelar denna ingen roll i analysen. Man utgår nämligen ifrån en producerad mängd el och fjärrvärme och jämför med samma produktionsmängder men producerade enligt de alternativ som bestäms av respektive primärenergiviktningsprincip. Primärenergiinsatsen i kraftvärmeverket är den totala mängden bränsle som används oavsett hur mycket som allokeras till el respektive fjärrvärme. Dock kan allokeringen få betydelse om kraftvärmeverket använder sig av olika bränslen och man samtidigt använder sig av den bränslespecifika alternativproduktionen vid beräkning av den alternativa primärenergiinsatsen (se ovan). Eftersom den separata elproduktionen och fjärrvärmeproduktionen enligt den ansatsen skall ske med samma bränsle måste man göra en bedömning av vilket bränsle eller vilken bränslemix som i kraftvärmeverket skall allokeras till elproduktionen respektive fjärrvärmeproduktionen. I detta uppdrag har vi valt att inte ytterligare gå in på detta specialfall.

Sammanfattning av primärenergiviktningsprinciper och beräkningsfall

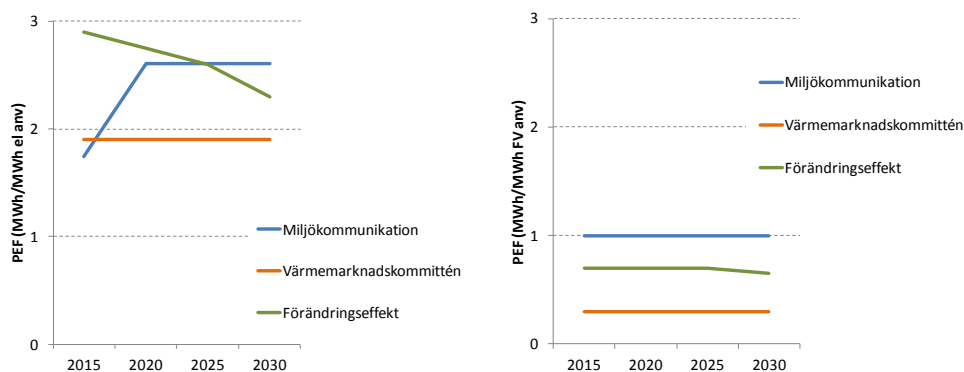
Tabell 1, Tabell 2 och Figur 1 sammanfattar vi våra olika ansatser och beräkningsfall

Tabell 1 Primärenergifaktorer för de olika energislagen enligt de tre primärenergiviktningssprinciperna. PEF är uttryckta i MWh primärenergi per levererad MWh energislag. Leveranspunkten för bränslen är en anläggning för el eller fjärrvärmeproduktion medan leveranspunkten för el respektive fjärrvärme är slutlig användning (det vill säga inklusive distributionsförluster).

	Fossila bränslen	Torv	Biobränslen (huvuddelen)	Avfall	El ¹⁾	Fjärrvärme ¹⁾
“Miljökommunikation”	~ 1	~1	~1	~0,6	1,7/2,6	1
“Värmemarknadskommittén”	~ 1	~1	~0	~0	1,9	0,3
“Förändringseffekt”	~ 1	~1	~0	~0	2,9/2,3	0,7/0,6

1) “/” mellan siffrorna i denna kolumn betyder att PEF kan variera över tiden. Den första siffran avser det kortare tidsperspektivet medan den andra siffran avser det längre tidsperspektivet. Se Figur 1

I Figur 1 redovisas de utnyttjade primärenergifaktorerna för el och fjärrvärme och deras tidsberoende fram till 2030.

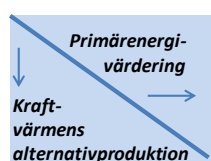


Figur 1 Primärenergifaktor för el (till vänster) och svensk fjärrvärme (till höger) över tiden enligt de tre primärenergivärderingsprinciperna¹.

1 Som nämnts i huvudtexten bygger "Förändringseffekt"-principen i allt väsentligt på modellberäkningar. Variationerna i modellresultaten kan vara stora som ett resultat av olika syn på utvecklingen för omvärldsförutsättningar (scenarier) men även mellan olika år för ett givet scenario. Detta beror på en lång rad systemeffekter och bidrar till komplexiteten i metoden. Vi har dock medvetet valt att anpassa resultaten, till exempel genom "kurvutjämning", för att göra dessa mer användbara.

Våra olika beräkningsfall sammanfattas i Tabell 2 nedan.

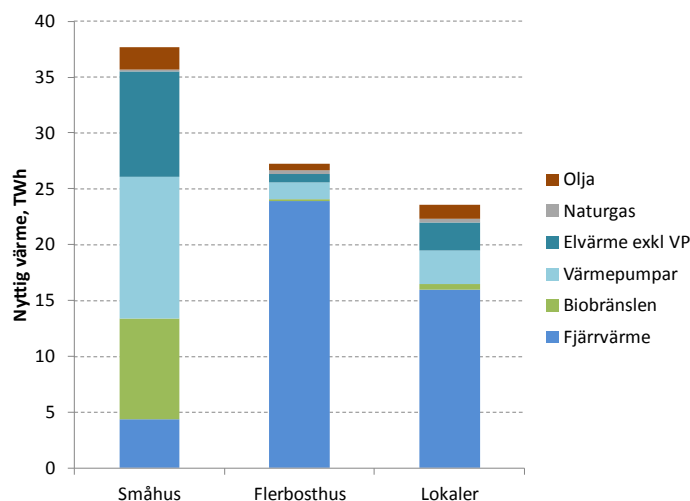
Tabell 2 De fem beräkningsfallen (markerade med ✓). "Inkl bränslebyte" innebär att effektiviseringspotentialen även inkluderar skifte i kraftvärmens produktionsmix från fossila till förnybara bränslen över tiden. Generellt i beräkningarna exkluderas dock denna effekt.

	Förändrings-effekt	Värmemarknads-kommittén	Miljö-kommunikation
Bränslespecifik (Direktivtext)		✓	
System-perspektiv	Inkl. bränsle-byte ✓	Exkl. bränsle-byte ✓	✓

Definition av alternativet till fjärrvärme

Expansionen av fjärrvärme sker dels i nyanslutningar i befintlig bebyggelse och dels i nyanslutningar i ny bebyggelse. Förutsättningarna för fjärrvärme (och alternativen till fjärrvärme) är olika beroende på om vi tittar på befintliga byggnader eller på nya byggnader. Dessutom delar vi in såväl existerande som nya byggnader i småhus, flerbostadshus och lokaler.

Nyanslutning (expansion) av fjärrvärme skall vägas mot en alternativ uppvärmning. För existerande byggnader har vi valt att utgå från att alternativet till fjärrvärmeanslutning är ett vägt medelvärde av hur uppvärmningen ser ut idag exklusive fjärrvärme. Det vill säga: om ny fjärrvärme ansluts motsvarande till exempel 1 TWh så antar vi att detta ersätter 1 TWh alternativ uppvärmning bestående av en mix där de olika uppvärmningsalternativens andel är densamma som deras relativa andel av den totala uppvärmningen (exklusive fjärrvärme) i den givna byggnadstypen (småhus, flerbostadshus eller lokaler). Dock undantar vi värmepumpar. Vi antar alltså att fjärrvärmeanslutning till en ny kund inte sker i befintliga byggnader där man idag har någon form av värmepumpslösning. För småhus är alltså alternativen framförallt elvärme (exklusive värmepumpar), biobränsle, olja och gas, medan för flerbostadshus och lokaler är det i huvudsak elvärme som är det huvudsakliga alternativet. I Figur 2 visas tillförseln av nyttig värme per energislag för de tre byggnadstyperna i den befintliga byggnadsstocken.



Figur 2 Värmebehov (nyttig energi) i småhus, flerbostadshus och lokaler år 2007 (Källa: Energimyndigheten).

I nya byggnader antar vi dock att alternativet uteslutande utgörs av värmepumpar sånär som på småhus där vi förutom värmepumpar antar att en liten del (20%) även utgörs av pelletsvärme. Sammantaget medför detta att alternativet till fjärrvärme i nya byggnader, oavsett hustyp, utgörs av relativt energieffektiva uppvärmningsalternativ. Energieffektiviseringsmässigt kan därför nyanslutning av fjärrvärme få svårt att hävda sig, inte minst om valet av primärenergifaktorer ”missgynnar” fjärrvärmens och inte minst som vi antar att verkningsgraden (värmefaktorn) för värmepumpar försätter att förbättras. Detta kommer vi att få se prov på i nästa kapitel som redovisar beräkningsresultaten.

När det slutligen gäller fjärrvärmeleveranser till industrin har vi genomgående antagit att alternativet utgörs av el. Vi gör heller ingen skillnad mellan olika byggnadstyper. I industrifallet rör det sig om byggnader, till exempel kontor, som är placerade inom ett industriområde eller en industrianläggning. Här finns även en del oljevärme kvar som potentiellt skulle kunna ersättas av fjärrvärme. Vi har dock inte räknat på olja som ett alternativ i detta fall. Dessutom finns det en potential för fjärrvärme att även utnyttjas inom processerna och inte bara till uppvärmning av industri-lokaler (Trygg *et al* 2009). Detta kan till exempel inkludera torkning och värmning. Vi gör dock heller inga sådana processspecifika betraktelser.

Definition av alternativet till fjärrkyla

Alternativet till fjärrkyla antar vi genomgående utgörs av enskilda kompressordrivna kylmaskiner. Detta är med andra ord samma teknik som de kompressorkylmaskiner som utgör en av teknikerna för att producera fjärrkyla. Det som skiljer dem åt är storlek och därmed köldfaktor. Köldfaktorn för enskilda kompressorkylmaskiner antas ligga på 2,5 respektive 4 för motsvarande teknik i fjärrkylaproduktionen. Vi baserar

dessas antaganden på underlag i Svensk Fjärrvärme (2012) och Svensk Fjärrvärme (2009c). Aktuella siffror från branschen antyder att köldfaktorerna kan vara högre än de som anges ovan. Förhållandet mellan prestanda för stora och små kylmaskiner är dock detsamma.

3 POTENTIALUPPSKATTNINGAR

Som redan beskrivits så gör vi inom ramen för detta projekt inga nya beräkningar av potentialen för fjärrvärme, fjärrkyla, kraftvärme och industriellt mottryck. Istället gör vi en genomgång av redan tillgängliga analyser av sådana potentialer. Utifrån dessa gör vi sedan ett val av det som bedöms vara en bästa uppskattning av potentialerna till år 2020 och 2030. När det gäller fjärrvärme har vi dock i anslutning till detta uppdrag gjort en uppdaterad beräkning baserad på en omfattande analys och metodik som utfördes 2009.

De källor som vi baserar bedömningarna på kan sägas visa tekniskt/ekonomiska potentialer. Vi identifierar alltså inte först en teknisk potential, som sedan reduceras med hänsyn till vad som vore lönsamt att bygga ut. Det finns också bland de utnyttjade källorna exempel på sådana som inte gör någon egen bedömning utan istället bygger på enkäter till berörda företag om deras utbyggnadsplaner.

Vi är medvetna om att de olika källorna bygger på olika beräkningsförutsättningar, exempelvis investeringskostnader och prestanda för kraftvärmeverk, värmeunderlagets utveckling samt energipriser. Vår slutsats är ändå att utredningarna tillsammans ger ett bra underlag för en totalbedömning.

Potentialuppskattning med kartstöd

I Energieffektiviseringsdirektivet så specificeras att potentialbedömningen skall innefatta ”En karta över det nationella territoriet som, samtidigt som den konfidentiella karaktären hos kommersiellt känsliga uppgifter bevaras, identifierar 1) efterfrågepunkter för värme och kyla, 2) befintlig och planerad värme- och kylinfrastruktur, och 3) potentiella leveranspunkter för värme och kyla”.

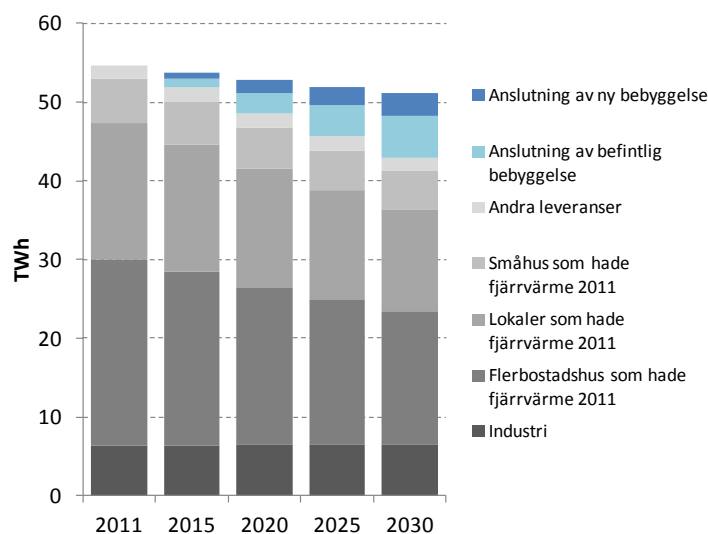
Vår bedömning är att denna typ av kartinformation kan ge värdefull information i länder där fjärrvärme, kraftvärme, m.m. ännu inte har tagit fart. I stora delar av övriga Europa kan sådant kartstöd bidra till att lyfta fjärrvärmerna och kraftvärmerna på ett bra sätt (se t.ex. <http://www.euroheat.org/Heat-Roadmap-Europe-165.aspx> och <http://chp.decc.gov.uk/developmentmap/>)

För Sveriges del så är det dock svårt att se att viktigt ny information skulle kunna erhållas från denna typ av övergripande kartor. I Sverige finns mycket god kunskap om marknadsförutsättningarna för både fjärrvärme och fjärrkyla genom de fjärrvärmeföretag som är verksamma i de flesta av landets större tätorter. Både fjärrvärme- och industriföretag har dessutom genomgående god kunskap om möjligheterna att bygga ut kraftvärme. I de potentialberäkningar som vi utnyttjat i detta projekt så nyttiggörs denna detaljerade kunskap, exempelvis via de enkätstudier som refereras. I samråd med referensgruppen har vi därför valt att tona ned denna del av direktivets ”kravspecifikation”. I samband med bedömningen av potentialen för fjärrvärme så väljer vi dock att ge viss information i kartform.

3.1 Potentialen för effektiv fjärrvärme

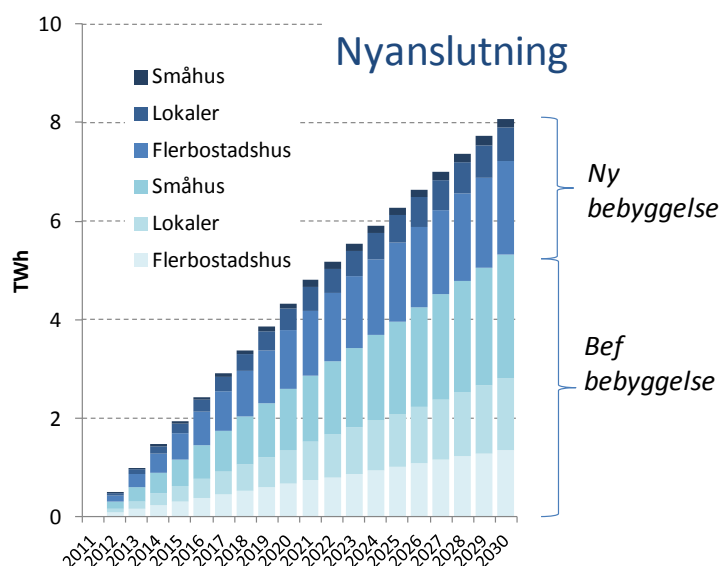
I ett Fjärrsynprojekt från 2009, "Fjärrvärme i framtiden – behovet" (Profu 2009), kunde vi konstatera att utvecklingen mot ökad energieffektivisering på användarsidan samt ökad konkurrens från värmepumpar leder till att de totala fjärrvärmeleveranserna i Sverige minskar mot 2025. Baserat på den metodik och det analysunderlag som användes då har vi i föreliggande uppdrag gjort en uppdatering dels genom att flytta fram basåret till 2011 och dels genom att förlänga tidshorisonten till 2030. Dessutom har vi gjort en ny avstämning med Energimyndigheten avseende nybyggnadstakten och energianvändningen i nybyggda fastigheter. För en mer detaljerad beskrivning av metodiken för vår bedömning av det framtida fjärrvärmebehovet så hänvisar vi till den ursprungliga rapporten (Fjärrsyn 2009).

Vår bedömning av den framtida utvecklingen för de samlade svenska fjärrvärmeleveranserna redovisas i Figur 3. Man kan se att nyanslutning av fjärrvärme som sker både i befintlig och i ny bebyggelse inte väger upp den nedgång som samtidigt sker i de redan anslutna byggnaderna till följd av effektiviseringar och konverteringar till värmepumpar.



Figur 3 Den beräknade utvecklingen för Sveriges samlade fjärrvärmeleveranser till och med 2030 (Källa: uppdatering av beräkningar utförda i projektet "Fjärrvärme i framtiden – behovet", Fjärrsyn rapport 2009:21).

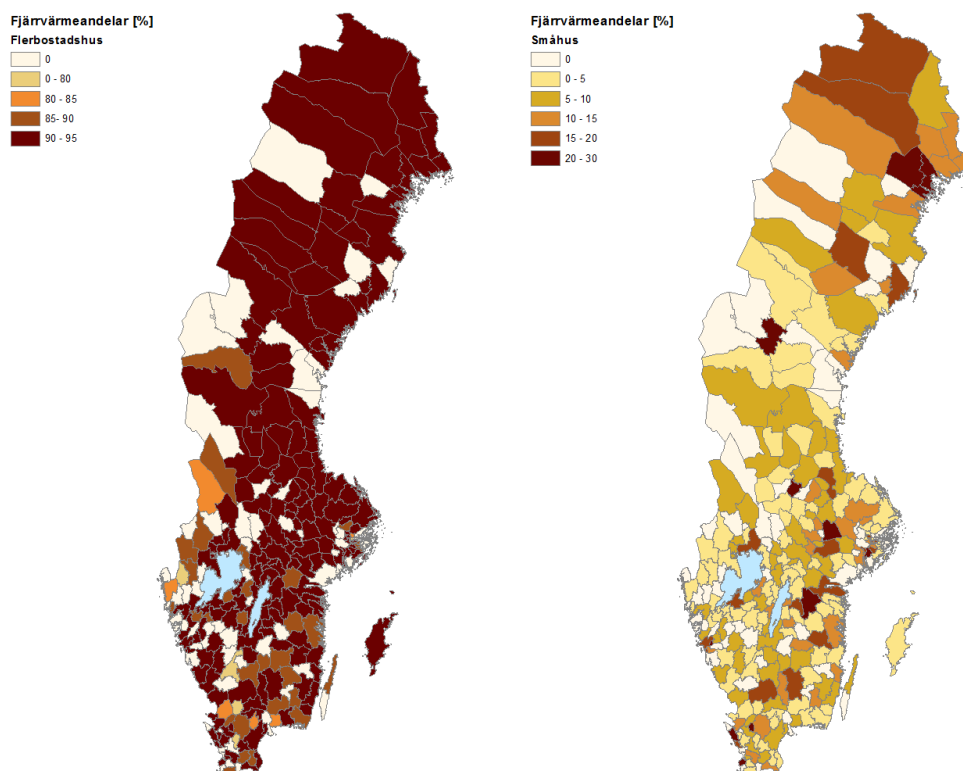
Som vi nämnde i metodkapitlet så fokuserar vi endast på de fall där fjärrvärmen expanderar, det vill säga nyanslutningar. Det är nämligen effektiviseringspotentialen för denna expansion som vi beräknar i detta uppdrag. De skattade nyanslutningarna i respektive byggnadstyp framgår ur Figur 4. Totalt står nyanslutningen därmed för omkring 8 TWh till och med år 2030. Ökade leveranser till industrin redovisas inte i figuren men ingår i våra beräkningar och antas uppgå till måttliga 0,2 TWh år 2030 utöver det som levereras idag.



Figur 4 Nyanslutning av fjärrvärme fördelad på byggnadstyp (exklusive industrin). Källa: uppdatering av beräkningar utförda i projektet "Fjärrvärme i framtiden – behovet", Fjärrsyn rapport 2009:21.

Förväntningarna på konvertering till fjärrvärme i befintliga småhus är, som framgår av figuren ovan, relativt stora. De bygger, som nämns ovan, på bedömningar som gjordes i samband med utredningen "Fjärrvärmen i framtiden – behovet" år 2009. Det finns de som menar att uppfattningen idag, fyra år senare, är att möjligheterna att lönsamt ansluta befintliga småhus till fjärrvärme är mindre än man bedömde för några år sedan. Om så är fallet kan vår beräkning innehålla en viss överskattning av potentialen.

I samband med bedömningen av potentialen för fjärrvärme så väljer vi även att ge viss information i kartform, se Figur 5. De två kartorna visar fjärrvärmens marknadsandel i svenska kommuner. Den vänstra figuren visar fjärrvärmens marknadsandel för uppvärmning av flerbostadshus, medan den högra visar motsvarande för småhus.



Figur 5 Fjärrvärmens marknadsandel för flerbostadshus (vänster) och småhus (höger). (Färgkoden ”0” innebär att data saknas.)

Den information som förmedlas av kartorna, tillsammans med annan information, ligger till grund för de uppskattningar av potentialen för ytterligare fjärrvärmeanslutning av existerande byggnader som gjorts i vårt projekt. På nationell nivå så uppgår idag fjärrvärmens marknadsandel för uppvärmning av flerbostadshus till knappt 90 %. Motsvarande siffra för lokaler är knappt 70 % och för småhus drygt 10 %.

3.2 Potentialen för högeffektiv kraftvärme i fjärrvärmesystemet

Här redovisar vi bedömningar av elproduktionen från fjärrvärmesystemens kraftvärmeverk. Information har hämtats från sju olika källor.

3.2.1 Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden, ("Fjärrvärmeutredningen"), 2005

Den första studien som utnyttjats är Fjärrvärmeutredningens betänkande "Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden", från 2005 (Fjärrvärmeutredningen 2005). I rapportens bilaga 4 redovisas en "Bedömning av potential för högeffektiv kraftvärme i Sverige" som gjorts av Öhrlings PricewaterhouseCoopers. De gjorde beräkningar med FVBs Heatspot-modell med alla Sveriges fjärrvärmesystem. För vart och ett av systemen beräknades den kraftvärme som var lönsam utifrån antagna beräkningsförutsättningar. Man hade också antaganden om växande värmeunderlag. Potentialen redovisades för åren 2010, 2015 och 2020. Nivåerna som anges avser långsiktig elproduktion vid värmebehoven som antas för vardera tidpunkten, inte utvecklingen över tid. Resultaten redovisas i Figur 6 nedan och värdena benämns i figuren "SOU 2005:33".

De kostnader som antogs var låga sett ur dagens perspektiv. Exempelvis antas ett elpris på 250 kr/MWh och ett flispris på 150 kr/MWh. Samtidigt är också investeringskostnader för kraftvärmealternativen avsevärt lägre än de som förutsätts idag.

Potentialberäkningarna har gjorts för olika antaganden om omvärldsförutsättningar. Sådant som varierats är naturgasnätets utbredning, integration av fjärrvärme och olika styrmedelsutformning. För de flesta av parametervariationerna var skillnaden i kraftvärmepotential försumbar. Ett undantag är fallet utan elcertifikat som leder till en potential år 2015 på 15,1 TWhe, att jämföra med referensfallets 17,6 TWhe.

3.2.2 Profu, Kraftvärme i framtiden, för Elforsk 2005

Ambitionen med rapporten (Profu 2005) är att beräkna en kraftvärmepotential på 10 – 15 år sikt, vilket innebär 2015 – 2020. Analysen bygger på modellberäkningar med två verktyg – Martes och MARKAL. Martesanalysen bygger på fjärrvärmeproduktionsberäkningar av 15 verkliga system. I beräkningarna har lönsamma produktionsutbyggnadsalternativ, bland annat olika kraftvärmealternativ, identifierats. De 15 systemen fungerar som typsystem och alla andra svenska fjärrvärmesystem har inför "Sverige-uppskalningen" hänförs till något av de 15 typsystemen. På detta sätt identifieras den totala lönsamma kraftvärmepotentialen genom en utpräglad "bottom-up ansats". För vart och ett av typsystemen har vi inhämtat deras förväntade värmeefterfrågeprognoser. Prognoserna varierar mellan oförändrat och + 30 % fjärrvärmebehov på 10 – 15 års sikt, med ett genomsnitt på + 14 %.

MARKAL, å andra sidan innehåller en klart mer förenklad beskrivning av den svenska fjärrvärmesystemen, men erbjuder istället stora möjligheter att identifiera viktiga systemeffekter utifrån fjärrvärmens och kraftvärmens roll i det totala nordiska energisystemet.

Även i detta projekt är de antagna energipriserna och investeringskostnaderna låga jämfört med dagens nivåer. Beräkningarna bygger också på ett mindre omfattande elcertifikatsystem än det som nu gäller.

I Martesanalysens grundfall så landar kraftvärmeverkens totala elproduktion på 14,7 TWh. Biobränslekraftvärme dominerar tydligt. Resultatet redovisas i Figur 6 nedan och värdet benämns i figuren "Elforsk 05:37". Den känslighetsanalys som

genomförts pekar på ett intervall mellan 11,8 och 18,6 TWh el. Den lägsta nivån erhålls i fallet utan elcertifikat, medan den högsta nivån uppstår vid ett mycket lågt naturgaspris.

3.2.3 Svensk Fjärrvärme, "Fjärrvärmen 2015 - branschprognos", 2009

År 2009 tog branschorganisationen Svensk Fjärrvärme fram en fram prognoser för flera områden med koppling till fjärrvärmen, bland annat framtida kraftvärme (Svensk Fjärrvärme 2009). Prognoserna byggde på enkäter till medlemsföretagen och tog sikte på år 2015. Man uppnådde en hög svarsfrekvens på enkäten. Man förutsåg en kraftig utveckling av elproduktionen i kraftvärmeverk. Från 2007 års nivå 7 TWh visade prognosen på att man år 2015 skulle komma upp till 13 TWh, det vill säga nästan en fördubbling. Resultatet redovisas i Figur 6 nedan och värdet benämns i figuren "Bransch 2009".

I skriften redovisas också fjärrvärmeleveransernas utveckling till 2015. De förväntades öka med 4 TWh (8 %) från 2007 till 2015.

3.2.4 Svensk Fjärrvärme, Svensk Energi, Skogsindustrierna, Svebio, "Sveriges utbyggnad av kraftvärme till 2020", 2011

År 2011 så genomförde Svensk Fjärrvärme, Svensk Energi, Skogsindustrierna och Svebio en enkätundersökning för att beskriva kraftvärmens och mottryckets utveckling till 2020 (Svensk Fjärrvärme 2011). Särskilt fokus låg på de anläggningar som fasas ut ur elcertifikatsystemet. Det innebär att ny kraftvärme delvis ersätter gammal kraftvärme och att tillskottet därmed inte blir så stort som det skulle blivit om all existeraden kraftvärme producerade lika mycket som idag. Svensk Fjärrvärme och Svensk Energi ansvarade för den del av utredningen som behandlade fjärrvärme-systemens kraftvärme.

Studien visar att elproduktionen från kraftvärme i de svenska fjärrvärmesystemen förväntas öka från 2010 års 12,2 TWh till 13,2 TWh år 2015 och 13,6 TWh år 2020. Nettoökningen består av en ökning med ca 4,5 TWh och en minskning i befintliga anläggningar med ca 3 TWh. Liksom i alla andra studier som dominerar kraftvärmeökningen av anläggningar eldade med biobränslen eller avfall. Resultaten redovisas i Figur 6 nedan och värdena benämns i figuren "Bransch 2011".

Den stagnation av utbyggnaden som studien visar förklaras i rapporten av att värmeunderlaget är mättat (det vill säga att det inte finns plats för mer), att företagens planer inte sträcker sig så långt som till 2020 samt att få anläggningar fasas ut ur elcertifikatsystemet mellan 2016 och 2020 och att trycket på nybyggnad därmed minskar.

3.2.5 Profu, "Fjärrvärmen i framtiden", för Fjärrsyn

I Profu-rapporten "Fjärrvärmen i framtiden" från 2011 så görs MARKAL-beräkningar (Profu 2011). Flera olika scenarier har beräknats. De parametrar som varierats

är fjärrvärmebehovsutvecklingen, utsläppsriktpris och elcertifikatsystemets omfattning. Av dessa är det framför allt värmebehovsutvecklingen som påverkar den framtida kraftvärmeproduktionen. Referensfallet bygger på svagt ökande fjärrvärmeleveranser (+ 4 % till år 2030) medan effektiviseringsfallet förutsätter minskande fjärrvärmeleveranser (- 13 % till år 2030). Resultaten redovisas i Figur 6 nedan och värdena benämns i figuren ”Fjärrsyn 2011:2” (Två linjer redovisas - referensfallet, med svagt ökande fjärrvärmeleveranser, och effektiviseringsfallet, med minskande fjärrvärmeleveranser).

De två scenarierna ger följande utveckling av elproduktionen i kraftvärmeverk:

[TWh]	2010	2015	2020	2025	2030
Elprod. referensfall	9,5	16,5	16,3	16,1	15,9
Elprod. effektiviseringsfall	9,5	13,8	12,6	11,3	10,9

Av tabellen framgår att elproduktionen i kraftvärmeverk i effektiviseringsscenariot inledningsvis ökar för att därefter falla tillbaka. Skälet till detta är både minskande värmeunderlag för kraftvärme, men också att avfallskraftvärme, med lågt elutbyte, byggs ut, vilket begränsar utrymmet för annan kraftvärme med högre elutbyte. Konsekvenserna av avfallskraftvärmeutbyggnaden märks även i referensscenariot. Kompletterande beräkningar har genomförts med Martes-modellen för sex svenska verkliga fjärrvärmesystem. Dessa bekräftar trenderna från MARKAL-beräkningarna.

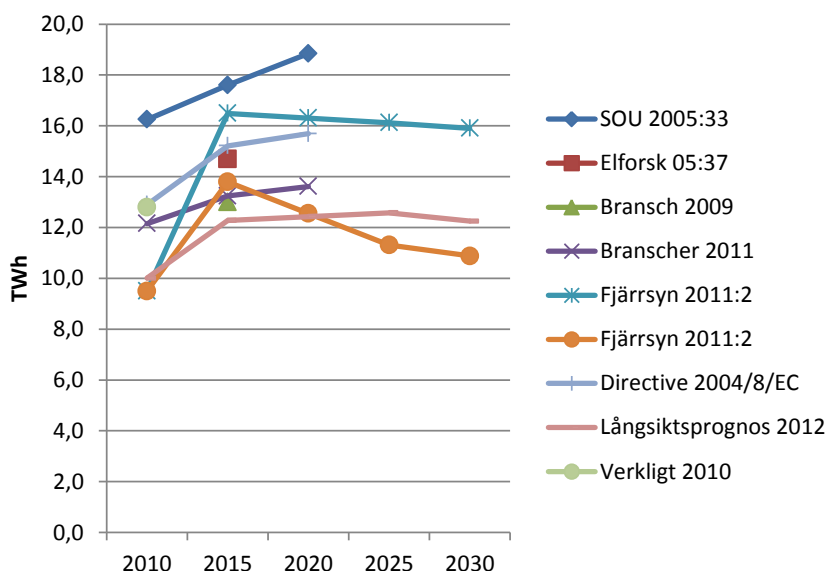
3.2.6 National potential for the application of high-efficiency cogeneration, Profu för Energimyndigheten, 2010

På uppdrag av Energimyndigheten har Profu redovisat ekonomisk och teknisk potential för kraftvärme enligt ett frågeformulär från EU (Profu 2010a). Historiska data bygger på branschstatistik, medan prognoserna för framtiden bygger på beräkningar med MARKAL-modellen. Här koncentrerar vi oss på den ekonomiska potentialen.

Beräkningarna pekar på en utveckling där elproduktionen ökar från 2007 års nivå på 7,2 TWh till 15,2 TWh år 2015 och 15,7 TWh år 2020. Resultaten redovisas i Figur 6 nedan och värdena benämns i figuren ”Directive 2004/8/EC”.

3.2.7 Profu, Underlag till Energimyndighetens Långsiktsprogno 2012

I samband med Energimyndighetens långsiktsprogno 2012 görs underlagsberäkningar med MARKAL-modellen som stöd för bedömningen av hur el- och fjärrvärmeproduktionen utvecklas. Även i samband med Långsiktsprogno 2012 togs ett sådant underlag fram (Profu 2012). Ett par olika scenarier beräknades, men skillnaderna mellan dessa, med avseende på kraftvärme, är så små att vi endast redovisar grundfallets resultat. MARKAL-beräkningarna pekar på en elproduktion i kraftvärmeverk hamnar på 12,3 TWh år 2015, 12,4 TWh år 2020 och 12,3 TWh år 2030. Resultaten redovisas i Figur 6 nedan och värdena benämns i figuren ”Långsiktsprogno 2012”. Beräkningarna bygger på minskande fjärrvärmeleveranser, - 5 % till år 2030.



Figur 6 Elproduktion i fjärrvärmens kraftvärmeverk.

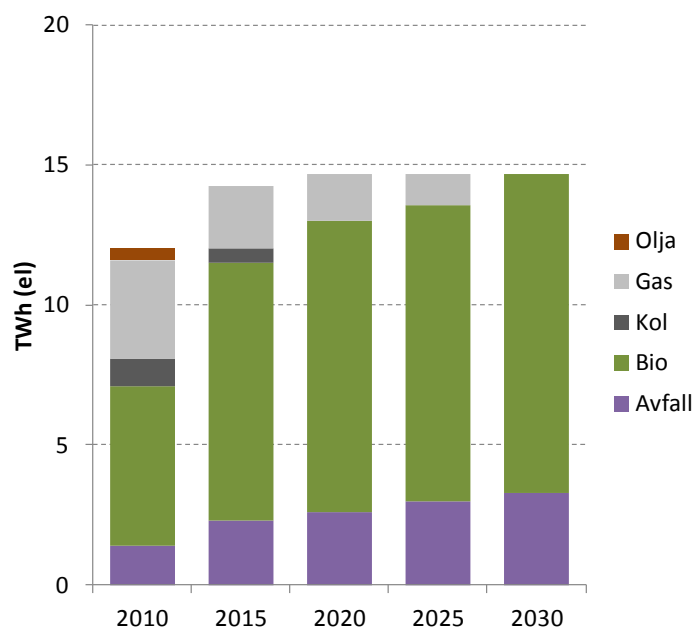
3.2.8 Val av potential

Vår samlade bedömning av kraftvärmepotentialen baserat på de ovan presenterade källorna landar på 14,7 TWh el, både för år 2020 och 2030. Vi baserar detta på förutsättningen att fjärrvärmeleveranserna minskar något på sikt.

Den valda potentialen utgör 2020 ett medelvärde av nivåerna för ”Bransch 2011” och ”Directive 2004/8/EC”. Den ligger också ungefär på genomsnittet av de båda scenarierna av ”Fjärrsyn 2011:2”, vilket vi bedömt vara rimligt. För utvecklingen till 2030 har vi gjort antagandet svagt minskande fjärrvärmebehov och att potentialen för kraftvärme därmed inte fortsätter växa, utan förblir konstant. ”Fjärrsyn 2011:2” indikerar svagt minskande elproduktion i kraftvärmeverk. Här antar vi att utbyggnaden av avfallskraftvärme blir något mindre än i de scenarierna, vilket möjliggör större elproduktion från andra tekniker. Vi räknar dessutom på sikt med visst bidrag från mikrokraftvärme, se nedan, och småskalig kraftvärme. Den småskaliga kraftvärmen ingår delvis i de referenser som potentialen baseras på, men potentialen kan där vara underskattad. Det pågår teknikutveckling med målet att sänka kostnaderna och verkliga anläggningar byggs.

Den här antagna utvecklingen för kraftvärmeproduktion per bränsleslag redovisas i Figur 7. Det är denna utveckling som ligger till grund för den beräknade potentialen för energieffektivisering längre fram i rapporten.

När man ser på det verkliga utfallet för elproduktionen i kraftvärmeverk år 2010, 12,8 TWh, så bör man tänka på att 2010 var ett kallt år, och att värmeunderlaget för kraftvärme därmed var stort, och att elpriset var högt, vilket gjorde kraftvärme särskilt ekonomiskt attraktivt. Vår valda kraftvärmepotential för 2020 och 2030 förutsätter normalårsförhållanden.



Figur 7 Elproduktion från kraftvärme inom fjärrvärmenäten per bränsleslag (stapeln för 2010 är normalårskorrigerad och alltså något lägre än det verkliga utfallet).

Redovisningen ovan avser alltså kraftvärme inom fjärrvärmenäten. I direktivet uppmärksammas också privat mikrokraftvärme. Förväntningarna på expansion av mikrokraftvärme är mycket begränsade. Därför har vi heller inte närmare gått in på potentialuppskattningar för detta teknikslag. En indikation på den framtida potentialen återfinns i Profus utredning för Energimyndigheten kopplad till EU-direktivet 2004/8/EC (Profu 2010a). Där anges en ökning av elproduktionen från mikrokraftvärme från 2010 till 2020 på 0,3 TWh. I den fortsatta analysen försummar vi mikrokraftvärmens roll.

3.2.9 Känslighetsanalys

Den potential som redovisas ovan bygger på den uppsättning omvärldsförutsättningar som bedömts vara mest sannolik. Det finns flera av dessa antaganden som är osäkra och som skulle kunna ha stor påverkan på den resulterande kraftvärmepotentialen. Ett par av dessa är elcertifikatsystemets omfattning och utsläppsrättsprisets utveckling. Inverkan av dessa har studerats relativt ingående i Fjärrsynrapporten "Fjärrvärmen i framtiden" (Profu 2011). Där framgår det att inverkan av variationer i dessa parametrar har mycket begränsad påverkan. Ett högre pris på utsläppsrätter för koldioxid ger i princip ingen effekt på kraftvärmepotentialen. Det högre CO₂-priset leder i och för sig till ett högre elpris som ökar incitamentet för kraftvärme. Samtidigt sjunker dock enligt beräkningarna elcertifikatpriset, vilket medför ungefär oförändrad driv-

kraft för kraftvärme. Inte heller en ökad omfattning av elcertifikatsystemet påverkar enligt den rapporten kraftvärmepotentialen. Det förklaras av att värmeunderlaget inte ger utrymme för mer kraftvärme, trots ökat elcertifikatpris. Det blir istället vindkraft som fyller upp det ökade behovet av elcertifikatberättigad elproduktion.

En parameter som däremot, enligt bland annat den nämnda Fjärrsynstudien, har stor påverkan är fjärrvärmeunderlagets utveckling. En skillnad i värmeunderlag på ca 20 % år 2030 leder till en skillnad i elproduktion från kraftvärme på hela 5 TWh, vilket motsvarar ca 35 % skillnad. Beräkningarna antyder alltså att elproduktionen från kraftvärme minskar snabbare än fjärrvärmeunderlaget. Ett viktigt skäl till detta är att tillgängliga resurser av baslastproduktion med mycket låga rörliga kostnader, exempelvis industriell restvärme och avfallsförbränning (med inget eller lågt elutbyte), bibehåller sin värmeproduktion och täcker en större andel av det totala värmeunderlaget, vilket leder till att utrymmet för kraftvärme med högre elutbyte ges ett ytterligare minskat värmeunderlag. Det innebär att en ytterligare minskning av värmeunderlaget med säg 10 % till år 2030, som ett mycket grovt överslag, skulle kunna medföra att elproduktionen från kraftvärme knappast ökar alls jämfört med dagens nivå. Ett styrmedel som har direkt påverkan på uppvärmningsbehoven är byggreglerna, det vill säga det regelverk som specificerar vilka energiegenskaper byggnader skall ha. Det gäller både nybyggnadsregler och ombyggnadsregler. Störst påverkan på fjärrvärmebehovsutvecklingen, åtminstone under perioden fram till 2030, har då värmebehovsutvecklingen för den existerande bebyggelsen.

En parameter som potentiellt skulle kunna ge klart större potential för kraftvärme är en kombination av mycket lågt naturgaspris och kraftigt utbyggt naturgassystem i Sverige. Då skulle naturgaseldade gaskombianläggningar med mycket högt elutbyte kunna öka elproduktionen kraftigt utifrån ett begränsat fjärrvärmeunderlag. Dock skulle naturgaspriset behöva vara extremt lågt eftersom vi har ett elcertifikatsystem som tvingar in givna volymer av förnybar elproduktion. En sådan utveckling förefaller därför mycket avlägsen.

3.3 Potentialen för industriell kraftvärme

Här redovisar vi bedömningar av elproduktionen från industrins kraftvärmeverk. Detta benämner vi industriellt mottryck. Information har hämtats från fem olika källor.

3.3.1 Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden, ("Fjärrvärmeutredningen"), 2005

Den första studien som utnyttjats är Fjärrvärmeutredningens betänkande "Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden" från 2005 (Fjärrvärmeutredningen 2005). I rapportens bilaga 4 redovisas en "Bedömning av potential för högeffektiv kraftvärme i Sverige" som gjorts av Öhrlings PricewaterhouseCoopers. För att identifiera en potential för industriellt mottryck så har man sett på elproduktionen i relation till använda bränslen för olika industribranscher inom EU15. Utifrån detta menar man att om Sveriges

industri skulle ha samma elutbyte som resten av Europa så skulle mottrycksproduktionen år 2003 uppgå till 10 - 15 TWhe, att jämföra den verkliga produktionen på 5 TWhe. Resultaten redovisas i Figur 8 nedan och värdena benämns i figuren "SOU 2005:33".

Den använda metoden tar inte hänsyn till industribranschernas utveckling och inte heller reflekteras över exempelvis pappers- och massaindustrins sammansättning med avseende på tillverkningsprocesser (t.ex. helt olika elutbyte för kemisk och mekanisk massatillverkning). Resultaten avviker också mycket från övriga källor som vi utnyttjat.

3.3.2 Svensk Fjärrvärme, Svensk Energi, Skogsindustrierna, Svebio, "Sveriges utbyggnad av kraftvärme till 2020", 2011

År 2011 så genomförde Svensk Fjärrvärme, Svensk Energi, Skogsindustrierna och Svebio en enkätundersökning för att beskriva kraftvärmens och mottryckets utveckling till 2020 (Svensk Fjärrvärme 2011). Särskilt fokus låg på de anläggningar som fasas ut ur elcertifikatsystemet. Det innebär att nytt mottryck delvis ersätter gammalt mottryck och att tillskottet därmed inte blir så stort som det skulle blivit om all existerande kraftvärme producerade lika mycket som idag. Skogsindustrierna och Svebio ansvarade för den del av utredningen som behandlade mottryckets utveckling. Studien behandlar endast mottryck inom skogsindustrin. Den utgör dock den helt dominerande delen av mottrycket i svensk industri, idag 93 % av totalt mottryck.

Studien visar att elproduktionen från mottryck i den svenska skogsindustrin förväntas öka från 2010 års 5,9 TWh till 6,8 TWh år 2015 och 7,3 TWh år 2020. Nettoökningen består av en ökning med ca 1,5 TWh och en minskning i befintliga anläggningar med ca 0,1 TWh. Bränslefördelningen för elproduktionen i mottrycksdrift är i huvudsak oförändrad från 2010 till 2020 och domineras av svartlut och bark. Oljans andel minskar från 4 % till drygt 1 %. Resultaten redovisas i Figur 8 nedan och värdena benämns i figuren "Bransch 2011".

3.3.3 National potential for the application of high-efficiency co-generation, Profu för Energimyndigheten, 2010

I denna referens (Profu 2010a) redovisas ekonomisk och teknisk potential för kraftvärme enligt ett frågeformular från EU. Historiska data bygger på branschstatistik, medan prognoserna för framtiden bygger på beräkningar med MARKAL-modellen. Här lyfter vi endast fram den ekonomiska potentialen.

Beräkningarna pekar på en utveckling där elproduktionen i industrins mottrycksanläggningar ökar från 2007 års nivå på 6,1 TWh till 6,5 TWh år 2015 och 6,6 TWh år 2020. Resultaten redovisas i Figur 8 nedan och värdena benämns i figuren "Directive 2004/8/EC".

3.3.4 Profu, Underlag till Energimyndighetens Långsiktsprogno 2012

MARKAL-beräkningarna som tagits fram som stöd för Energimyndighetens Långsiktsprogno 2012 visar hur elproduktion utvecklas i två specifika scenarier. Där utgör industrins mottrycksproduktion av el en del. Denna kopplar till industribranschernas prognoserade utveckling. Skillnaderna mellan scenarierna, med avseende på industriellt mottryck, är så små att vi endast redovisar grundfallets resultat.

MARKAL-beräkningarna pekar på en elproduktion i kraftvärmeverk hamnar på 6,4 TWh år 2015, 6,8 TWh år 2020 och 7,2 TWh år 2030. Resultaten redovisas i Figur 8 nedan och värdena benämns i figuren ”Långsiktsprogno 2012”.

3.3.5 Profu, Analys av biobränsleanvändning inom fjärrvärmesektorn och industriellt mottryck, för Energimyndigheten, 2010

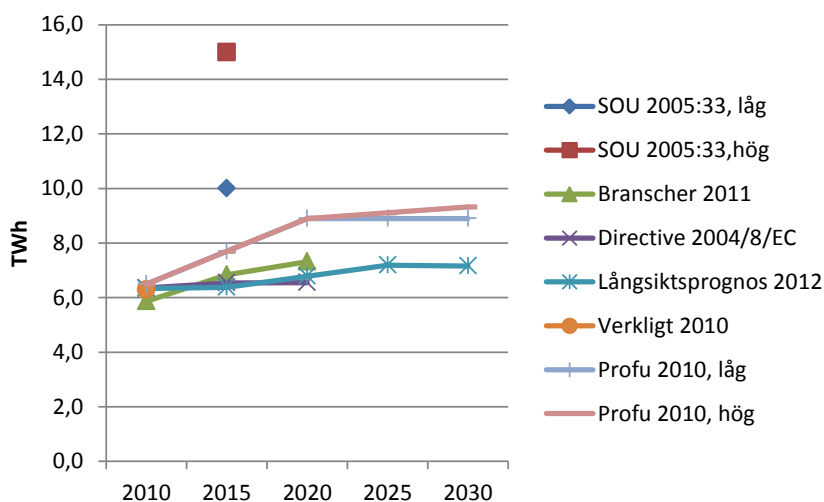
I det aktuella uppdraget för Energimyndigheten studerades bland annat utvecklingen av industriellt mottryck till 2020 och 2030 (Profu 2010b). Till skillnad från branschprognosen från november 2011 så omfattar denna prognos även industriellt mottryck utanför skogsindustrin. Även om bedömningen även i detta arbete är att den helt övervägande delen av potentialen för industriellt mottryck finns inom skogsindustrin så bidrar övriga branscher på sikt med en total elproduktion på ca 1 TWh/år. Ett stort antal kontakter med branschen har tagits för att ta fram prognosen.

För år 2020 anges en enda nivå på förväntad mottrycksproduktion. I det perspektivet har företagen ganska tydliga planer för eventuella förändringar av produktion. För år 2030 däremot så är osäkerheten större och därför redovisas två nivåer, ”låg” och ”hög”.

De två scenarierna ger följande utveckling av elproduktionen i industriellt mottryck:

[TWh]	2010	2020	2030
Elproduktion, låg	6,5	8,9	8,9
Elproduktion, hög	6,5	8,9	9,3

Resultaten redovisas i Figur 8 nedan och värdena benämns i figuren ”Profu 2010, låg” respektive ”Profu 2010, hög”.

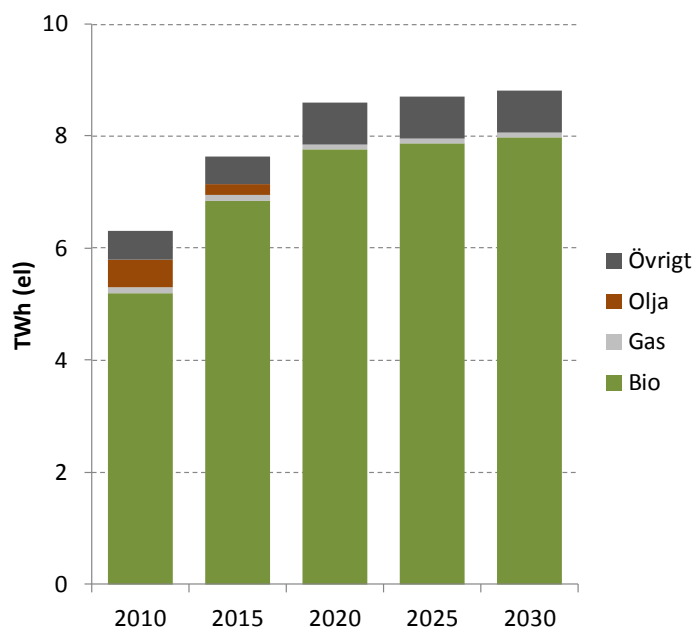


Figur 8 Elproduktion i industriellt mottryck.

3.3.6 Val av potential

Vår samlade bedömning av mottryckspotentialen baserat på de ovan presenterade källorna landar på 8,6 TWh el för år 2020 och 8,8 TWh år 2030. Den valda potentialen utgör ett medelvärde av nivåerna för "Bransch 2011" och "Profu 2010, hög". För den förstnämnda referensen har vi dock först lagt till ca 1 TWh för att räkna upp till alla industribranscher. Den valda potentialen ligger högre än den ekonomiska potential som ges av Långsiktsprogno 2012. Vi kan inte i detalj redogöra för orsakerna till skillnaderna, men viktiga parametrar är industribranschernas utveckling, el- och bränslepris, elcertifikatpris, m.m.

Den här antagna utvecklingen för mottryckproduktionen av el fram mot 2030 per bränsleslag redovisas i Figur 9. Det är denna utveckling som ligger till grund för den beräknade potentialen för energieffektivisering längre fram i rapporten.



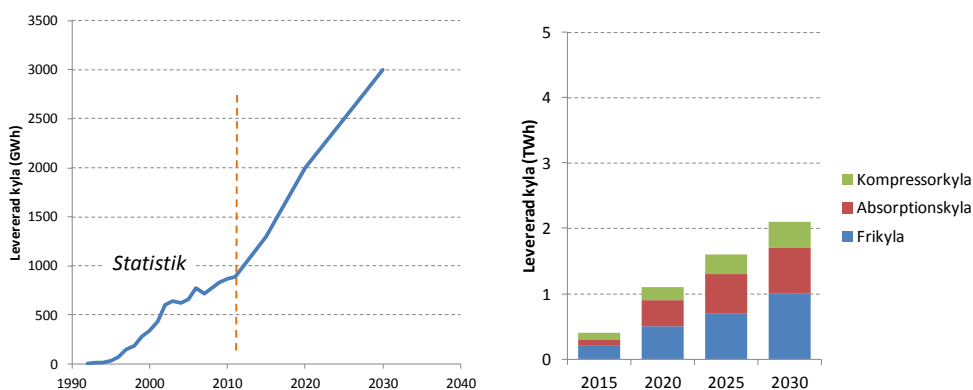
Figur 9 Elproduktion från kraftvärme inom industrin (industriellt mottryck) fördelad per bränsleslag ("övrigt" utgörs i huvudsak av hyttgaser)

Här gör vi ingen detaljerad känslighetsanalys utan relaterar till de resultat som redovisas i avsnittet om fjärrvärmens kraftvärme. Även för industriellt mottryck så är det framför allt alternativa antaganden om värmeunderlagets utveckling som påverkar elproduktionen. Här kan detta i första hand översättas till skogsindustrins processvärmebehov.

3.4 Potentialen för fjärrkyla

Leveranserna av fjärrkyla har ökat snabbt och stadigt sedan 1990 (se Figur 10). Under senare år har dock ökningstakten mattats av något. När det gäller potentialen för den framtida utvecklingen för den svenska marknaden som helhet finns endast begränsat underlag. Den senaste officiella branschprognosen är från 2009, Svensk Fjärrvärme (2009), och gör en utblick mot 2015. Där antas att fjärrkyla kan komma att svara för omkring 1,3 TWh år 2015. För perioden mellan 2015 och 2030 har vi valt att lita oss mot en mycket grov uppskattning av den "framtida potentialen" på 2 - 5 TWh, gjord i en rapport av ÅF om Sveriges framtida energiförsörjning (ÅF/Svenskt Näringsliv 2011). Baserat på detta underlag har vi antagit att den totala användningen av fjärrkyla uppgår till omkring 3 TWh år 2030, det vill säga en ökning på drygt 2 TWh jämfört med 2010. För enkelhets skull har vi delat in den framtida expansionen av fjärrkyla i tre huvudtekniker: kompressorkylmaskiner där el är drivkällan, absorptionskylmaskiner där fjärrvärme är den huvudsakliga drivkällan, och frikyla med en i princip försumbar insats av prima energi (Figur 10, till höger). Fördelningen mellan

dess tre i den framtida expansionen har vi grundat på helt egna antaganden utifrån den aktuella sammansättningen för några av de största fjärrkylasystemen i landet. (Under rubriken absorptionskyla ingår också så kallad sorptiv kyla som också utnyttjar fjärrvärme som drivenergi. Vi har här gjort antagandet att dess prestanda är likvärdig med absorptionskylmaskinens.)



Figur 10 Bedömd utveckling för fjärrkyla mot 2030 totalt i GWh levererad kyla (till vänster) samt ökning jämfört med 2010 fördelad per kylteknik i TWh levererad kyla (till höger). Källa 1992-2011: Svensk Fjärrvärme och Energimyndigheten (Energiläget i siffror 2012).

4 POTENTIALEN FÖR ENERGI-EFFEKTIVISERING

Detta kapitel beskriver beräkningsresultaten avseende effektiviseringspotentialen för fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme inom fjärrvärmesystemen respektive inom industrin (industriellt mottryck). Eftersom effektiviseringspotentialen är knuten till en primärenergiviktning så väljer vi genomgående att användas oss av begreppet ”primärenergibesparing” när vi avser effektiviseringspotentialen. Denna är nämligen, vilket vi kommer att visa i detta kapitel, beroende av vilken primärenergiviktningssprincip man väljer. Som nämnts i metodkapitlet har vi i detta uppdrag analyserat tre olika primärenergiviktningssprinciper: ”Förändringseffekt”, ”Värmemarknadskommitté” och ”Miljökommunikation”.

Förutom val av princip för primärenergiviktning så tittar vi även på betydelsen av hur man väljer att definiera alternativet till samproduktion av el och fjärrvärme i kraftvärmeverken. Som nämnts i metodkapitlet bör man enligt direktivtexten utgå från att alternativet till kraftvärme är separat produktion av el i kondenskraftverk (med samma elproduktion) och separat produktion av fjärrvärme i hetvattenpanna (med samma fjärrvärmeproduktion) med samma bränsle (bränslespecifik alternativproduktion). Vi begränsar oss till att belysa effekterna av denna ansats för endast en av de tre primärenergiviktningssprinciperna. Av skäl som vi tog upp i metodkapitlet och som vi går in på i närmare detalj i detta kapitel har vi i de flesta fall istället valt en annan ansats, nämligen att alternativet istället definieras utifrån det *system* inom vilket kraftvärmeverket ingår.

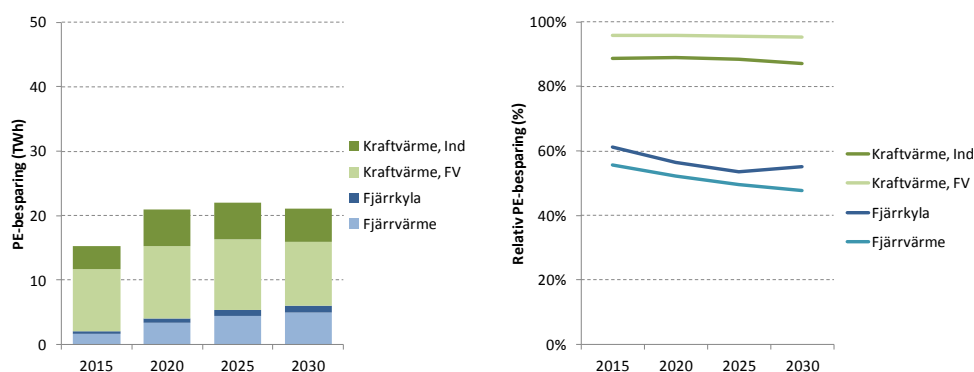
En tredje metodrelaterad parameter som vi redogör för i resultatkapitlet är effekten av att inkludera även förändringen över tid i *bränslemix* i kraftvärmeproduktionen. Det är nämligen inte bara samproduktion av el och fjärrvärme i sig som leder till effektiviseringsvinster, utan även det faktum att själva bränslemixen för kraftvärme blir effektivare. Kol och naturgas med primärenergifaktorer på drygt 1 kan helt eller delvis ersättas av biobränslen med primärenergifaktorer, beroende på primärenergiviktningssprincip, på nära noll. Därmed har vi fått en primärenergibesparing som inte i första hand har med samproduktionen av el och fjärrvärme att göra utan med bränslebyte i den samlade kraftvärmeproduktionen. Vi väljer att benämna denna effekt för just ”bränslebyteseffekten” och vi begränsar oss till att belysa denna effekt för endast en av de tre primärenergiviktningssprinciperna.

4.1 Primärenergibesparing enligt ”Förändringseffekt”-principen

Om primärenergiviktningen följer ”Förändringseffekt”-principen, så innebär detta i korthet att vi studerar *effekten av förändringar* i användningen av energibärare, till exempel el eller fjärrvärme, och att vi studerar denna effekt i ett systemperspektiv. Därmed primärenergiviktas elen relativt högt (drygt 3 idag) något som dock avtar

över tiden i takt med att elproduktionen på den långsiktiga marginalen blir effektivare och mindre fossilintensiv. Fjärrvärmens viktas med omkring 0,7 och det brännbara avfallet och huvuddelen av biobränslet får en primärenergivikt på nära noll. Att fjärrvärme i sig trots det får en primärenergivikt som är klart större än noll beror ju på, som tidigare nämnts, att den här använda principen utgår från *effekten* av en förändring. Och effekten på fjärrvärmesystemet av en förändrad användning medför delvis insatser av bränslen och energibärare vars primärenergivikt ligger på omkring 1, till exempel fossila bränslen, prima biobränslen och torv.

I Figur 11 redovisas resultat avseende primärenergibesparingen fördelad på fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme i fjärrvärmesäten respektive inom industrin (industriellt mottryck). Primärenergibesparingen beräknas, som redogörs i tidigare kapitel, genom att vi dels beräknar primärenergiinsatsen (med primärenergifaktorerna enligt vald princip) för expansionen av fjärrvärme, fjärrkyla respektive kraftvärme och dels att vi beräknar den motsvarande primärenergiinsatsen för expansionen av alternativen till fjärrvärme, fjärrkyla respektive kraftvärme. Skillnaden i primärenergiinsats mellan den senare och den förra posten utgörs av den här definierade primärenergibesparingen ("PE-besparing" i figuren). Man kan se att den totala primärenergibesparingen enligt denna metod hamnar på drygt 20 TWh efter 2020. Den största besparingen återfinns inom kraftvärmens i fjärrvärmesäten. Detta beror på att den förväntade expansionen av kraftvärme (ca +2,5 TWh el fram till 2030) är förknippad med mycket låga insatser av primärenergi (i huvudsak biobränsle och avfallsbränslen med PEF på nära noll) samtidigt som alternativet utgörs av elproduktion (till exempel i kolcondensverk) med hög primärenergiinsats. Alternativet för fjärrvärmeproduktion kräver också viss insats av primärenergi enligt denna värderingsprincip.



Figur 11 Primärenergibesparing i absoluta tal (till vänster) och i relativa tal (till höger) enligt primärenergiviktprincipen "Förändringseffekt". I figuren ingår ej effekten av bränslebyten i kraftvärmeverk.

Den industriella mottryckproduktionen förväntas också öka med omkring 2,5 TWh fram till 2030. Därmed blir primärenergibesparingen ungefär densamma för elproduktionen som för kraftvärme i fjärrvärmesäten eftersom alternativet är detsamma, nämligen marginalelproduktion på den nordeuropeiska elmarknaden. På värmesidan ser

det dock lite annorlunda ut. Vi har antagit att alternativet till processvärmeproduktion i mottrycksanläggningar sker i ångpannor utan turbin och generator men med samma bränsle. Följaktligen erhålls heller ingen betydande primärenergivinst för just processvärmeproduktionen eftersom verkningsgraden i de alternativa pannorna är hög. Det samlade bidraget från industriellt mottryck är därmed något mindre än motsvarande bidrag från kraftvärme i fjärrvärmenäten trots att ökningen i elproduktion är ungefär densamma.

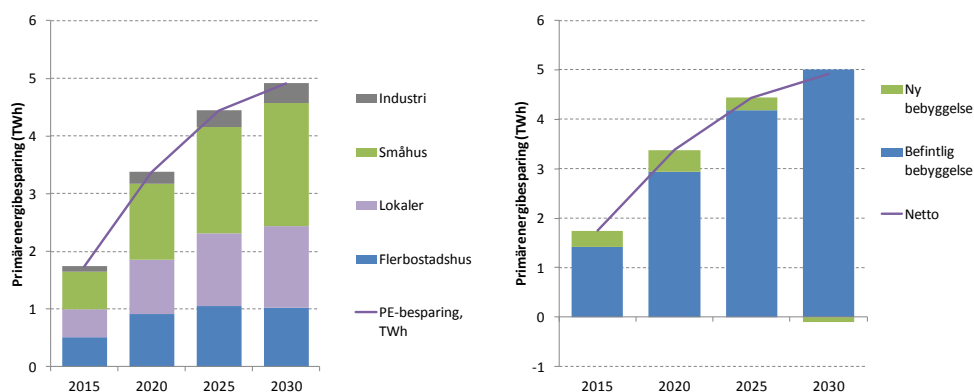
I direktivtexten anges också att primärenergibesparingen för kraftvärme skall anges i relativa tal (som en procentsiffra), det vill säga den absoluta primärenergibesparingen skall divideras med den primärenergiinsats som är förknippad med den alternativa produktionen. Detta visas i Figur 11, till höger. För konsistensens skull har vi valt att redovisa den relativa primärenergibesparingen även för fjärrvärme och fjärrkyla. Även här är alltså den absoluta primärenergibesparingen relaterad till alternativets primärenergiinsats (till exempel enskilda kompressorkylmaskiner i fjärrkylafallet). Man kan i figuren se att den relativa primärenergibesparingen är betydande för alla fyra ”åtgärder”, i synnerhet kraftvärme som ligger relativt nära en hundra procentig minskning. Återigen har det att göra med att primärenergiinsatsen för kraftvärmeexpansionen är mycket liten enligt ”Förändringseffekt”-principen (med bränslen som är PEF-viktade med nära noll). Därmed reduceras nästan hela primärenergiinsatsen som hade varit nödvändig för den alternativa och separata produktionen av el och fjärrvärme/processvärme.

Primärenergiinsatsen för fjärrvärmeexpansionen är, enligt den här valda principen, omkring 0,7 MWh primärenergi per levererad MWh fjärrvärme. Denna ökning i primärenergiinsats skall jämföras med den minskning som erhålls som ett resultat av att fjärrvärmen ersätter elvärme, biobränslen, olja och gas i existerande byggnader (i det fall då biobränsle ersätts erhålls ingen primärenergibesparing eftersom ved och pellets har primärenergifaktorer som ligger nära noll i ”Förändringseffekt”-principen). I nya byggnader har vi antagit att det huvudsakliga alternativet till fjärrvärme utgörs av värmepumpar. Dessa är primärenergimässigt mycket effektiva även om vi viktar el relativt högt i ”Förändringseffekt”-principen. Som tidigare antytts är det därför långt ifrån säkert att vi får en primärenergibesparing av att utnyttja fjärrvärme i ny bebyggelse.

När det gäller den framtida användningen av fjärrkyla så utgår vi ifrån en tydlig ökning jämfört med idag. I absoluta tal är leveranserna dock relativt blygsamma, ca 2 TWh ökning fram till 2030. Detta förklarar delvis det lilla bidraget till primärenergibesparing, i storleksordningen drygt en TWh på lång sikt (Figur 11). En annan förklaring är att primärenergibesparingen gentemot alternativet, enskild kompressorkyla, är betydande endast för frikyla. För stora kompressorkylmaskiner i fjärrkylasystemet ligger vinsten enbart i skalfördelen. När det gäller absorptionskylmaskiner i fjärrkylasystemet så är dessa primärenergimässigt inte särskilt effektiva om fjärrvärmen viktas med en primärenergifaktor på omkring 1 (ca 0,7 i ”Förändringseffekt”-principen). Då den framtida sammansättningen för fjärrkylaproduktion är en stor osäkerhetsfaktor kan det finnas anledning att göra en enkel känslighetsanalys. Om vi istället antar att expansionen av fjärrkyla uteslutande tillförs via frikyla, som primärenergimässigt är

det mest effektiva alternativet, får vi istället en primärenergibesparing på knappt 2 TWh, det vill säga nästan dubbelt så stor som i vårt utgångsläge. Antar vi istället att fjärrkylaexpansionen helt och hållet tillförs via kompressorkyla, vilket primärenergimässigt är det ”sämsta” alternativet givet ”Förändringseffekt”-principen, så hamnar primärenergibesparingen istället på drygt en halv TWh. Därmed har vi i någon mån gafflat in utfallsrummet för fjärrkyla givet att vi använder oss av ”Förändringseffekt”-principen och givet att potentialen för expansion av fjärrkyla i Sverige ligger på omkring 2 TWh fram till 2030.

Fjärrvärmens bidrag till primärenergibesparingen enligt tidigare Figur 11 är ca 4-5 TWh på lång sikt. Dessa 4-5 TWh fördelar sig på de olika byggnadstyperna enligt Figur 12 nedan. Man kan se att den största besparingen återfinns i småhusen där nyanslutning av fjärrvärme konkurrerar med relativt ineffektiva alternativ såsom elvärme och oljevärme. Däremot är potentialen för primärenergibesparingar genom nyanslutning av fjärrvärme i nya byggnader relativt begränsad fram till 2025, i storleksordningen 0,2-0,5 TWh. Detta bekräftar vårt tidigare påstående, nämligen att det mycket energieffektiva uppvärmningsalternativ som framförallt värmepumpar utgör i nya byggnader medför att effektiviseringsvinsten genom anslutning av fjärrvärme är liten. År 2030 leder nyanslutningen av fjärrvärme till och med till en liten primärenergiökning. Detta beror på att vi antagit att teknikutvecklingen för värmepumpar lett till en systemvärmefaktor på 4 år 2030 samtidigt som primärenergivikten för el enligt ”Förändringseffekt”-principen blir lägre över tiden. År 2030 antar vi att förhållandet mellan elens primärenergifaktor och fjärrvärmens dito är drygt 3,5 vilket alltså är lägre än den typiska systemvärmefaktorn för en nyinstallation. Därmed så leder en nyanslutning av fjärrvärme i ett nybyggt hus till en primärenergiförlust om alternativet är en värmepumpsinstallation.



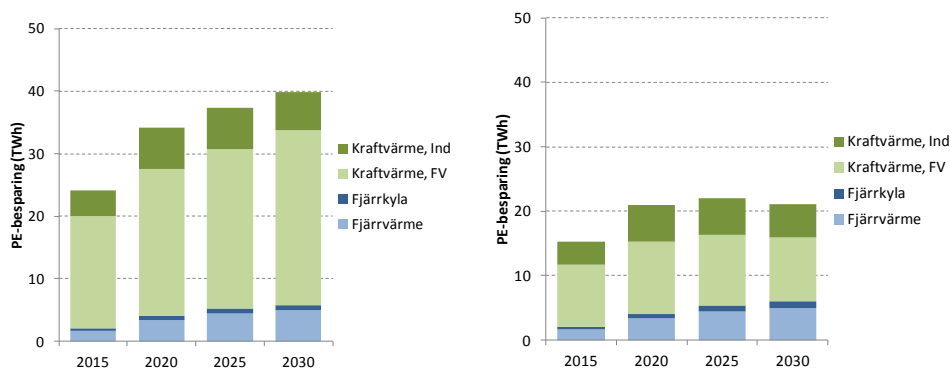
Figur 12 Primärenergibesparing från fjärrvärmeexpansionen fördelat per byggnadstyp (till vänster) och fördelat på befintliga respektive nya byggnader; ”Förändringseffekt”-principen.

Inverkan av bränslebyte i kraftvärmeverken

Hittills har vi redogjort för de primärenergivinster som en expansion av fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme i sig medför. Det finns ytterligare en effektiviseringsåtgärd som ingår i detta paket. Nämligen det faktum att bränslefördelningen inom själva kraftvärmeproduktionen förskjuts än mer åt energieffektivare bränslen såsom bio-bränslen och brännbart avfall på bekostnad av fossila bränsleslag såsom gas och kol. Med effektivare menas i detta fall en lägre primärenergivikt eller primärenergifaktor. Enligt "Förändringseffekt"-principen erhåller, som nämnts tidigare, huvuddelen av biobränslena och det brännbara avfallet en primärenergifaktor på omkring noll. Som delvis ett resultat av styrmedelsutformningen pekar vår samlade bedömning på att kraftvärmeproduktion baserad på fossila bränslen kommer att minska framöver samtidigt som produktionen från förnybara kraftvärmeverk ökar (jämför med tidigare Figur 7). Detta "kraftvärmeinterna bränslebyte" innebär en primärenergibesparing i sig så länge som vi viktat de olika bränsleslagen enligt den princip vi utnyttjar här. Denna "interna" primärenergibesparing har dock inget i egentlig mening att göra med den effektivisering som erhålls då el och fjärrvärme samproduceras i kraftvärmeverk istället för i separata kondenskraftverk och hetvattenpannor. Så som vi tolkat direktivtexten är det primärenergibesparingen från själva el- och fjärrvärmeproduktionen i kraftvärmedrift som är det väsentliga. Inte att kraftvärmeproduktionen i sig samtidigt blir effektivare på grundval av de primärenergifaktorer som används här. Vi väljer därför att redovisa utfallet då vi inkluderar "bränslebyte"-effekten mer som en känslighetsberäkning för att illustrera komplexiteten i analysarbetet och i tolkningen av direktivtexten.

I Figur 13 nedan redovisar vi den beräknade totala primärenergibesparingen fördelat på de fyra åtgärder som vi studerar här, dels i det fall då vi inkluderar primärenergibesparingar från bränslebyte inom kraftvärmens (till vänster) och dels då vi exkluderar effekten från bränslebyte inom kraftvärmens (till höger). Figuren till höger är identisk med Figur 11 (vänster) och utgör därmed vår utgångspunkt.

Man kan se att effekten av bränslebytet är avsevärd. Den samlade primärenergibesparingen från kraftvärmeexpansionen inom fjärrvärmesystemen blir mer än dubbelt så stor som i föregående beräkningsfall. Kraftvärmens inom industrin, däremot, påverkas inte i samma utsträckning. Detta beror på bränslebytet är klart mindre i denna sektor. Omkring en halv TWh (el) oljeeldad mottrycksproduktion antas försvinna och ersättas med förnybar elproduktion. Detta ska jämföras med en minskning på omkring 4 TWh (el) fossilbaserad kraftvärmeproduktion inom fjärrvärmesystemen. Eftersom bränslebyteseffekten endast är knuten till bränsleanvändningen inom kraftvärmeverken, påverkas utfallet för fjärrvärme och fjärrkyla inte alls. Totalt sett ändras primärenergibesparingen från drygt 20 TWh i utgångsläget till omkring 30-40 TWh på lite sikt om vi inkluderar effektiviseringar till följd av bränslebyten i kraftvärmeverken.



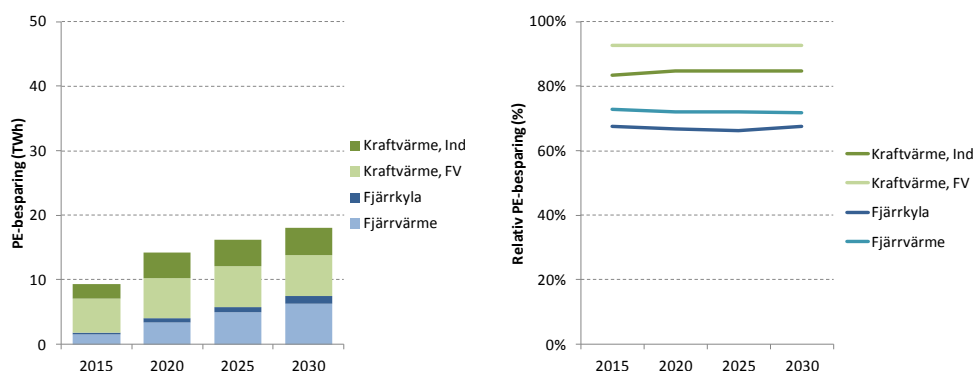
Figur 13 Primärenergibesparing i absoluta tal enligt primärenergiviktningssprincipen "Förändringseffekt", inklusive effektiviseringsvinster till följd av bränslebyte i kraftvärmeproduktionen (till vänster), och exklusive sådana bränslebyteseffekter (till höger).

4.2 Primärenergibesparing enligt "Värmemarknads-kommitté"-principen

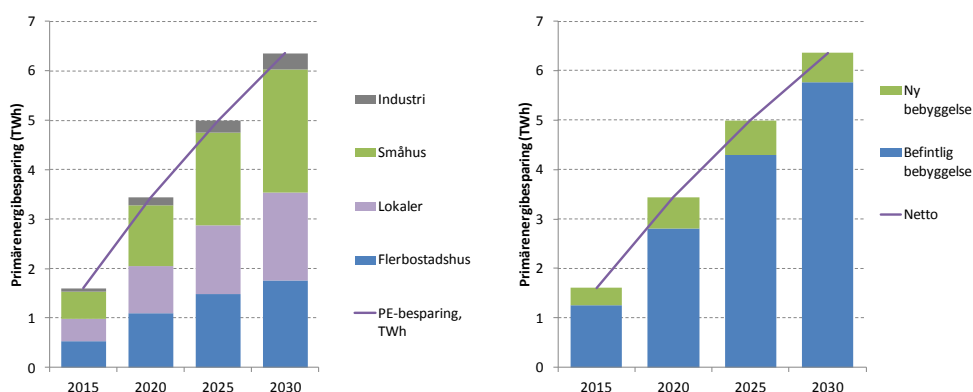
Vår andra princip för primärenergiviktning följer de riktlinjer och förslag som man kommit överens om inom Värmemarknadskommittén, och innebär i korthet att man använder sig av ett "bokföringsperspektiv" när det gäller primärenergivärdering av el och fjärrvärme samt att primärenergifaktorn för det brännbara avfallet och huvuddelen av biobränslena sätts till nästan noll. Övriga bränslen har en primärenergifaktor på omkring ett. Bokföringsperspektivet innebär att man inte tittar på vilka konsekvenserna blir av våra val, förändringar eller investeringar, utan att all användning, vare sig den är tillkommande eller minskande, värderas som ett genomsnitt av den totala produktionen idag. Som ett resultat av den gemensamma plattformen för Svensk Fjärrvärme och Svensk Energi avseende miljövärdering av el och fjärrvärme ges elen en primärenergifaktor på 1,9 medan fjärrvärme erhåller 0,3.

"Värmemarknadskommitté"-principen leder till en något lägre primärenergivinst till följd av den givna expansionen av fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme än den föregående principen "Förändringseffekt" (jämför Figur 14 med Figur 11). Detta beror på att primärenergivikten för den alternativa elproduktionen är klart lägre i "Värmemarknadskommitté"-principen. Primärenergivinsten med kraftvärme blir därmed lägre. Å andra sidan blir primärenergibesparingen från nyanslutningar av fjärrvärme något större. Detta förklaras framförallt av den lägre primärenergifaktorn på fjärrvärme (0,3 jämfört med 0,7) som överskuggar den relativt lägre primärenergifaktorn för el (1,9 jämfört med ca 2,5-3 i "Förändringseffekt"-principen). Förhållandet mellan primärenergifaktorn för el och fjärrvärme är drygt 6 i "Värmemarknadskommitté"-principen och mellan 3 och 4 beroende på år i "Förändringseffekt"-principen. Den förra principen ligger klart över den här antagna utvecklingen för ett värmepumpssystem värmeffektor (omkring 3 år 2020 respektive omkring 4 år 2030) medan den senare principen hamnar på samma nivå, eller till och med något

under kring 2030. Som vi kunnat konstatera tidigare så innebär detta att en nyanslutning av fjärrvärme i ett nybyggt hus leder till en primärenergiförlust om alternativet är en värmepumpsinstallation. Men så är alltså inte fallet om vi följer ”Värmemarknadskommitté”-principen (se Figur 15).



Figur 14 Primärenergibesparing i absoluta tal (till vänster) och i relativa tal (till höger) enligt primärenergiviktningssprincipen ”Värmemarknadskommitté”. I figuren ingår ej effekten av bränslebyten i kraftvärmeverk.



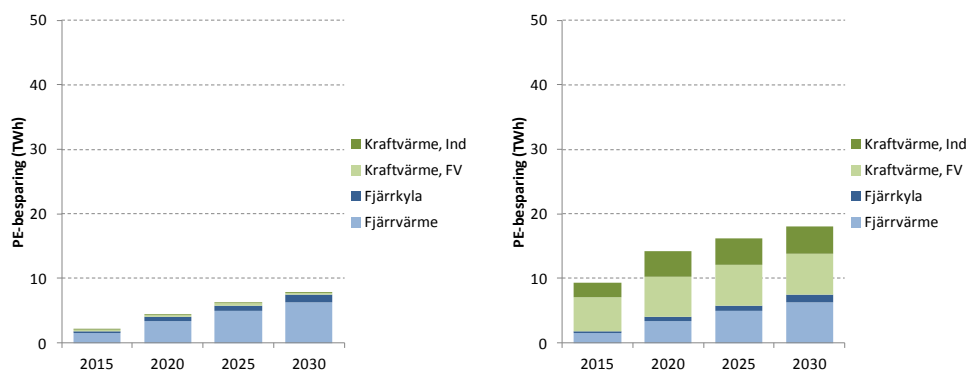
Figur 15 Primärenergibesparing från fjärrvärmeexpansionen fördelat per byggnadstyp (till vänster) och fördelat på befintliga respektive nya byggnader; ”Värmemarknadskommitté”-principen.

Bränslespecifik alternativproduktion till kraftvärme

I direktivtexten anges att alternativet till kraftvärme skall utgöras av separat produktion av fjärrvärme (i hetvattenpannor) och el (i kondenskraftverk) med *samma* bränsle. Vi har valt att kalla denna ansats för ”bränslespecifik alternativproduktion” i motsats

till det systemperspektiv som vi generellt utgår från i detta uppdrag. Ansatsen förklarar vi i metodkapitlet.

I Figur 16 ser man tydligt effekten av välja ansatsen med bränslespecifik alternativproduktion till kraftvärme: primärenergibesparingen från kraftvärme är så gott som noll! Förklaringen är dels ansatsen i sig och dels den primärenergivärderingsprincip, ”Värmemarknadskommitté”, som vi använder oss av i detta avsnitt. Kraftvärme med primärenergiinsatser på nära noll, det vill säga biobränsle och avfall, jämförs med separat produktion i hetvattenpannor och kondensverk med samma bränsle och samma låga primärenergiinsats. Vinsten blir alltså så gott som noll. Därmed uppstår ytterligare en paradox: kolkraftvärme är mer effektivt än biobränslekraftvärme! I kolkraftvärmefallet handlar det istället om ett bränsle med en primärenergifaktor på drygt 1. Därmed fås också en primärenergibesparing eftersom kraftvärme är effektivare än separat produktion i hetvattenpanna och kondenskraftverk. Detta förutsätter naturligtvis att ansatsen med den bränslespecifika alternativproduktionen kombineras med primärenergiviktning enligt ”Värmemarknadskommitté”-principen. Hade vi istället utnyttjat en princip där till exempel avfall fått en högre primärenergifaktor hade resultatet kunnat bli ett helt annat. I ett sådant läge skall avfallskraftvärme jämföras med separat produktion i hetvattenpanna med en ”normal” verkningsgrad och ett kondenskraftverk med en synnerligen låg elverkningsgrad då avfallsförbränning av olika skäl inte är optimalt för elproduktion. På så sätt skulle ett avfallskraftvärmeverk istället leda till mycket stora primärenergibesparingar eftersom den alternativa elproduktionen skulle ske i ett kondensverk med mycket stor ”bränsleförbrukning” för samma mängd el. Dessa paradoxer stärker ytterligare vår uppfattning om att den bränslespecifika alternativproduktionen är mindre lämplig att använda. Som vi har nämnt tidigare använder vi oss dock genomgående av den bränslespecifika alternativproduktionen i ett fall, nämligen produktion av industriell processånga eller processvärme. I det fallet är det däremot fullt rimligt att anta att alternativet till att producera processvärme i en mottrycksanläggning är en processvärmeanläggning (utan elproduktion) med samma bränsle.



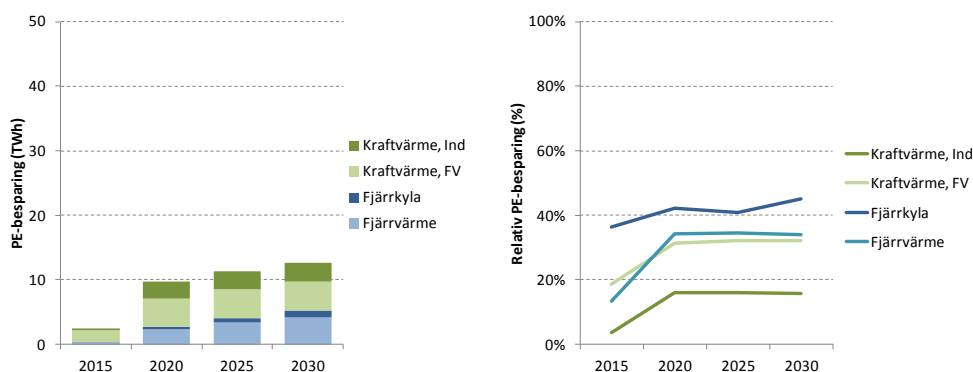
Figur 16 Samlad primärenergibesparing i fallet med den bränslespecifika alternativproduktionsansatsen (till vänster) och i fallet då alternativproduktionen bestäms utifrån ett systemperspektiv

4.3 Primärenergibesparing enligt "Miljökommunikation"-principen

Vår tredje princip för primärenergiviktning, "Miljökommunikation", innebär i korthet att samtliga bränslen erhåller en primärenergifaktor på omkring 1. Detta gäller även samtliga här inkluderade biobränslen. Brännbart avfall tilldelas primärenergifaktorn 0,6 vilket är avsevärt högre än den "nära-noll"-faktor som används i de två föregående principerna. Dessutom får el en primärenergifaktor som stiger över tiden, från det nordiska medlet på ca 1,7 MWh primärenergi/MWh levererad el till det europeiska medlet på ca 2,6 MWh primärenergi/MWh levererad el. Detta är den omvända bilden till det som förmedlas i "Förändringseffekt"-principen där el istället antas bli primärenergimässigt effektivare med tiden.

Resultatet baserat på "Miljökommunikation"-principen redovisas i Figur 17 nedan. Den samlade primärenergibesparingen blir klart minst om man jämför med de två tidigare primärenergiviktningssprinciperna. Framförallt är det effektiviseringspotentialen till följd av kraftvärmeexpansionen som är måttlig. Detta beror på att huvudbränslet i kraftvärmen, biobränsle, här tilldelas en primärenergifaktor på omkring 1 medan det två föregående principerna istället förutsätter en faktor på nästan noll.

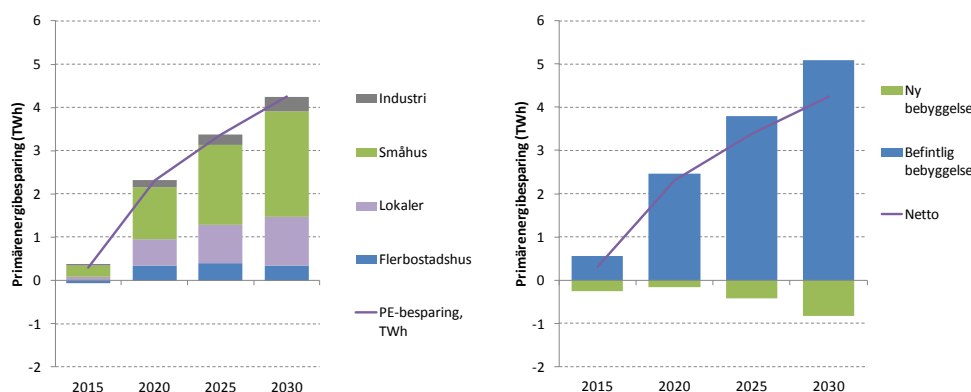
Även fjärrvärmens ger ett mindre bidrag i detta fall, knappt 5 TWh på lång sikt. Det beror i sin tur på att fjärrvärme primärenergiviktas med 1 samtidigt som elen primärenergiviktas med som mest 2,6. Detta ger ett förhållande mellan elens och fjärrvärmens primärenergifaktor på 2,6 medan motsvarande förhållande är drygt 6 i "Värmemarknadskommitté"-principen respektive 3-4 i "Förändringseffekt"-principen. Fjärrvärme genererar därför ett mindre bidrag till effektiviseringspotentialen, alternativt en mindre primärenergibesparing, om vi följer synsättet enligt "Miljökommunikation"-principen än om vi väljer någon av de två tidigare principerna.



Figur 17 Primärenergibesparing i absoluta tal (till vänster) och i relativa tal (till höger) enligt primärenergiviktningssprincipen "Miljökommunikation".

Dessutom kan man notera att bidraget från fjärrvärme till den samlade primärenergibesparingen är så gott som noll år 2015. Detta förklaras av att elen då primärenergiviktas med 1,7 (nordisk medel). Detta gör att primärenergiförhållandet mellan till exempel el och fjärrvärme är betydligt lägre än värmefaktorn för ett typiskt bergvärmepumpssystem, det vill säga omkring 3 (antas stiga till 4 mot 2030). Först från och med 2020 antas att primärenergivikten för el stiger till 2,6 (europeisk medel) då vi utnyttjar ”Miljökommunikation”-principen.

Ovanstående resonemang kring fjärrvärmens bidrag till primärenergibesparing blir ännu tydligare då vi betraktar Figur 18. Eftersom alternativet till fjärrvärme i nya byggnader är effektiva värmepumpar får fjärrvärmens primärenergimässigt svårt att hävda sig varför primärenergibesparingen till följd av den här antagna fjärrvärmeexpansionen blir negativ. Med andra ord ökar primärenergianvändningen (se Figur 18, till höger). I befintliga byggnader, framförallt i småhus där alternativet utgörs av mindre energieffektiva uppvärmningsalternativ såsom elvärme och oljevärme, får vi dock även med ”Miljökommunikation”-principen en tydlig primärenergibesparing med en nyanslutning av fjärrvärme.



Figur 18 Primärenergibesparing från fjärrvärmeexpansionen fördelat per byggnadstyp (till vänster) och fördelat på befintliga respektive nya byggnader; ”Miljökommunikation”-principen.

4.4 Kort sammanfattning - Primärenergibesparing

I detta avsnitt gör vi en mycket kort sammanfattning av de viktigaste slutsatserna som vi kan dra baserat på våra beräkningar av primärenergibesparingarna och för de tre olika primärenergiviktningssprinciperna. Vi kan konstatera att:

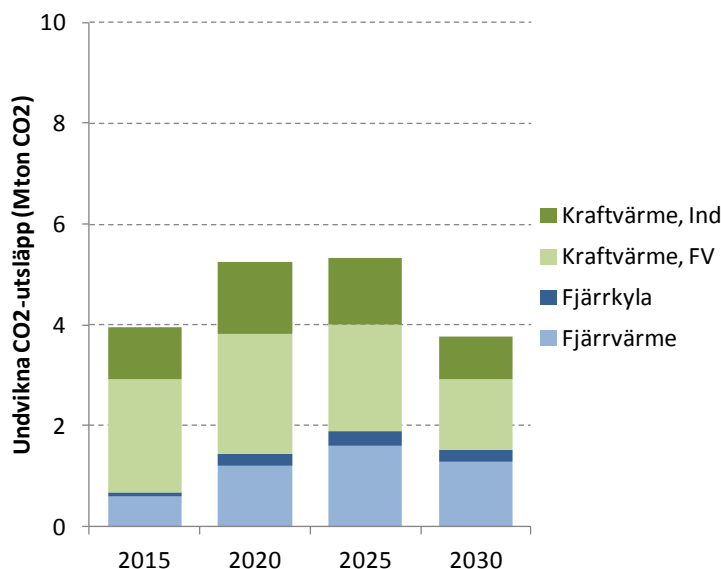
- De tre analyserade ”åtgärderna” fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme kan leda till en tydlig effektivisering, i synnerhet i relativa tal.
- Vi förordar den framåtblickande primärenergiprincipen, ”Förändringseffekt”. Den ger en primärenergibesparing för de tre ”åtgärderna” på drygt 20 TWh.

- Valet av metod och dataunderlag har stor inverkan på det slutliga resultatet. Den samlade primärenergibesparingen från de tre ”åtgärderna” varierar mellan omkring 10 och 20 TWh beroende på primärenergivikttningsprincip och år. Tar vi dessutom hänsyn till att produktionsmixen för kraftvärme förändras över tiden kan primärenergibesparingen, beroende på primärenergivikttningsprincip, närma sig 40 TWh på lång sikt.
- När det gäller jämförelse mellan fjärrvärme och värmepump så är valet av primärenergivikttningsprincip avgörande för vilket alternativ som primärenergimässigt är att föredra.

I ett parallellt pågående Fjärrsynprojekt, ”NNE-kravens konsekvenser för fjärrvärmen och energisystemet” (projekt 4261) redovisas konsekvenser på använd energi, köpt energi och primärenergi för olika utformningar av byggregler. Där har samma primärenergiprinciper som i det här redovisade projektet använts. ”NNE-projektet” visar att fjärrvärmen idag delvis missgynnas (i förhållande till exempelvis värmepump) av byggreglernas utformning. Alternativa principer för byggregler analyseras också.

5 CO₂-UTSLÄPP

Intimt förknippat med primärenergiinsatsen är utsläpp av CO₂. De beräknade primärenergibesparingarna är, som tidigare nämnts, definierade som differensen i primärenerginsats mellan det som åtgår för vardera av de tre analyserade ”åtgärderna” (fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme) och det som åtgår för respektive alternativ. På samma sätt som för differensen eller skillnaden i primärenergiinsats, det vill säga primärenergibesparingen, så kan vi beräkna en differens för koldioxidutsläppen mellan det som genereras till följd av respektive åtgärd och det som alternativet istället hade genererat. Skillnaden definierar vi som ”undvikna” utsläpp och redovisas i Figur 19. Beräkningen av de undvikna utsläppen skiljer sig beroende på vilken primärenergiviktningssprincip man använder eftersom el och fjärrvärme viktas olika. Beroende på om man till exempel använder sig av nordisk medel eller europeisk medel (”Miljökommunikation”-principen) eller el värderad enligt den långsiktiga margineffekten (”Förändringseffekt”-principen), så leder detta till olika CO₂-utsläpp. Av praktiska skäl har vi valt att begränsa oss till att redovisa resultatet avseende CO₂-utsläpp för endast en av primärenergiviktningssprinciperna, nämligen ”Förändringseffekt”-principen. Där har vi nämligen full insikt i kopplingen mellan primärenergiviktning och tillhörande produktionsmix. Emissionsfaktorerna för de olika bränslena presenteras i Tabell 3.



Figur 19 Undvikna utsläpp från de tre ”åtgärderna” fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme (inom fjärrvärmesystemen respektive inom industrin).

Tabell 3 Emissionsfaktorer för CO₂ (Källa: Naturvårdsverkets författningssamling NFS 2012:5 och SMED 2012; avrundade värden)

Stenkol	Naturgas	Olja	Torv	Avfall	Hyttgas ¹⁾
330	205	270	385	90	900

¹⁾ Egen bedömning baserad på en mix av masugnsgas, koksugnsgas och LD-gas för el- och fjärrvärme-produktion vid Lulekrafts anläggning. Dessa utsläpp räknar vi in i industriellt mottryck och inte kraftvärme inom fjärrvärmesystemen.

Vi kan konstatera att de undvikna utsläppen summerade över de tre åtgärderna uppgår till omkring 5 Mton CO₂ år 2020 och knappt 4 Mton CO₂ år 2030. Detta motsvarar grovt räknat 5-10 procent av dagens utsläpp av koldioxid i Sverige (omkring 50 Mton; Energiläget i siffror 2012). Man bör dock komma ihåg att en stor del av de utsläpp som undviks hade skett utanför landets gränser. Eftersom elen blir alltmer koldioxidmager över tiden i "Förändringseffekt"-principen så avtar de undvikna utsläppen efter 2025 på "marginalen". Detta får betydelse för alla tre "åtgärderna".

6 REFERENSER

- Europaparlamentets och Rådets direktiv 2012/27/EU om energieffektivitet, 25 oktober 2012.
- Fjärrvärmeutredningen 2005, *"Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden"*, SOU 2005:33, Stockholm 2005.
- Gode J., Höglund J., Särnholm E., Martinsson F., Lindblad M. och Bingel E. 2012, *"Miljökommunikation med nyckeltal och indikatorer"*, Fjärrsynrapport 2012:4, ISBN: 978-91-7381-085-1.
- Profu 2005, *"Kraftvärme i framtiden"*, Elforsk rapport 05:37, november 2005.
- Profu 2006, *"Marginaler och miljövärdering av el"*, Elforsk rapport 06:52, augusti 2006.
- Profu 2008, *"Effekter av förändrad elanvändning/elproduktion – modellberäkningar"*, Elforsk rapport 08:30, april 2008.
- Profu 2009, *"Fjärrvärmens i framtiden – behovet"*, Fjärrsyn rapport 2009:21.
- Profu 2010a, *"Data/information on national potential for the application of high-efficiency cogeneration following Article 6 and Annex IV of the cogeneration Directive 2004/8/EC, 15-15-15 scenario"*, på uppdrag av Energimyndigheten, 2010.
- Profu 2010b, *"Analys av biobränsleanvändning inom fjärrvärmesektorn och industriellt mottryck, kopplat till MARKAL-beräkningar, uppdrag för Energimyndigheten"*, 2010.
- Profu 2011, *"Fjärrvärmens i framtiden"*, fjärrsyn rapport 2011:2.
- Profu 2012, *"Underlag till Energimyndighetens Långsiktsprogno 2012"*, 2012
- Svensk Fjärrvärme 2009, *Fjärrvärmens 2015 – branschprognos*, 2009.
- Svensk Fjärrvärme 2011, *"Sveriges utbyggnad av kraftvärme till 2020"*, tillsammans med Svensk Energi, Skogsindustrierna och Svebio, november 2011.
- Svensk Fjärrvärme 2012, *"Remissvar på Promemoria II (inkl kompletterande information): Förslag och bedömning avseende nära-nollenergibyggnader"*, 2012-02-06.
- Trygg L., Difs K., Wetterlund E., Thollander P. och Svensson I-L. 2009, *"Optimala fjärrvärmesystem i symbios med industri och samhälle - för ett hållbart energisystem"*, Fjärrsynrapport 2009:13, ISBN: 978-91-7381-028-9.
- Värmeforsk 2011, *"Miljöfaktaboken 2011 – Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter"*.

Värmemarknadskommittén 2012, *”Överenskommelse i Värmemarknadskommittén 2012 – Om synen på bokförda miljövärden för fastigheter uppvärmda med fjärrvärme”*.

ÅF/Svenskt Näringsliv 2011, *”Sveriges framtida energiförsörjning”*.

POTENTIALEN FÖR KRAFTVÄRME FJÄRRVÄRME OCH FJÄRRKYLA

Här redovisas en övergripande bedömning av potentialen för högeffektiv kraftvärme, men också för effektiv fjärrvärme och fjärrkyla. Bakgrunden är det EU-direktiv som i oktober 2012 bland annat ställde krav på medlemsstaterna att bidra till att nå EU:s energieffektiviseringsmål om 20 procent effektivare energianvändning till 2020.

Först har möjligheterna att få fram lönsam fjärrvärme, fjärrkyla och kraftvärme identifierats och därefter har forskarna beräknat hur stor energieffektiviseringen blir. Beräkningarna använder begreppet primärenergi, det vill säga den energi som finns som naturresurs och som inte har omvandlats av människan – träd i skogen, vattenkraft, kol och olja.

Här konstateras att det finns potential för fortsatt expansion av såväl fjärrvärme som fjärrkyla och kraftvärme. Potentialen för ny, tillkommande fjärrvärme är 8 TWh till år 2030. För fjärrkyla har potentialen bedömts till 2 TWh till år 2030.

Möjligheten att expandera kraftvärme baseras till övervägande del på biobränslen och ger värme i fjärrvärmesystemen men också till industrin. Potentialen för ny elproduktion från kraftvärme uppgår till 5 TWh till år 2020.