

EN SYNTES AV FJÄRRSYN 2013-2017

RAPPORT 2017:425



En syntes av Fjärrsyn 2013-2017

Bortom förnybart

SVEN WERNER
KRISTINA LYGNERUD
KERSTIN SERNHED
PATRICK LAUENBURG

ISBN 978-91-7673-425-4 | © Energiforsk november 2017

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Det här är en syntes av forskningsprogrammet Fjärrsyns sista etapp som har pågått från 2013 till 2017. Syntesarbetet har genomförts för att få en överblick och ett större helhetsperspektiv av all den kunskap som har genererats genom periodens 34 projekt. Rapporten är också ett bra underlag för kommande forskningsinsatser.

Fjärrsyn är ett tvär- och mångvetenskapligt forskningsprogram som ska ta fram kunskap för att utveckla befintliga och nya fjärrvärme- och fjärrkylesystem. Programmet har omsatt drygt 60 miljoner i forskningsprojekt och har drivits i samverkan med Energimyndigheten och fjärrvärmebranschen. Fjärrsyn startade 2006 och inledde i juli 2013 en tredje programperiod som pågick fram till och med juni 2017. Totalt har 34 projekt avrapporterats mellan 2013 och 2017.

Den här syntesen har genomförts av tre olika forskare med olika kompetenser vilket har givit en möjlighet att tolka resultaten och deras betydelse i olika perspektiv. Delområde energiomställning har analyserats av Sven Werner vid Högskolan i Halmstad, delområde kundperspektiv har analyserats och författats av Kerstin Sernhed och Patrick Lauenburg vid Lunds universitet och delområde hållbarhet har analyserats och författats av Kristina Lygnerud på IVL. Fredrik Martinsson på Energiforsk har varit projektledare för syntesen.

Projektets referensgrupp har varit Fjärrsyns programråd där akademi, myndighet, kund och fjärrvärmebolag finns representerade genom; Thomas Forsberg, Södertörns Fjärrvärme, Harald Andersson, E.ON Sverige AB, Charlotta Szczepanowski, Riksbyggen, Jonas Holmberg, Borås Energi och Miljö AB, Per Håkansson, Karlshamn Energi AB, AnnBritt Larsson, Tekniska verken i Linköping, Anders Sandoff, Handelshögskolan i Göteborg, Louise Ödlund, Linköpings universitet, Sofia Andersson, Energimyndigheten, Lina Enskog Broman, Energiföretagen Sverige, Fredrik Martinsson, Energiforsk och Helena Sellerholm, Energiforsk.

Syntesen är finansierad av Energimyndigheten.

Fredrik Martinsson
Programansvarig, Energiforsk

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet och publiceringen innebär inte att Energiforsk har tagit ställning till innehållet.

Sammanfattning

”Bortom förnybart” är rapportens underrubrik men också en sammanfattning av en av de viktigaste slutsatserna från syntesarbetet. Fjärrvärmesverige har nästan uppnått sin vision om en fossilfri värmeförsörjning. Detta är en fantastisk prestation som behöver ersättas av nya framtida miljö-, klimat- och samhällsmål att sträva efter. Framtida forskning kring fjärrvärme bör utgå från en tydligare vision och målbild för fjärrvärmesektorn som får bred acceptans och kan utvecklas. Detta skulle i sin tur leda till att långsiktiga förutsättningar identifieras, utvecklas och implementeras.

Fjärrvärmesektorn står inför utmaningen att den framtida värmemarknaden kommer att vara relativt mättad. Energieffektiviseringar i kombination med ett varmare klimat gör att värmeunderlaget är vikande. Fjärrvärmeföretag behöver se över teknik, affärsmodeller och kundrelationer. De behöver effektivisera den befintliga verksamheten, möta kunders behov av värme och varmvatten på ett nytt och konkurrenskraftigt sätt samtidigt som kundens roll behöver utökas på så sätt att kunden får en mer aktiv roll som partner och inte bara som kund.

Det slutgiltiga målet med syntesen är att analysera hur projekten har svarat mot dessa utmaningarna och vilka kunskapsluckor som finns inför den fortsatta forskningen på området. Det har gjorts genom att dela in analysen i tre perspektiv (i) fjärrvärmesektorns och fjärrkylans roll i energiomställningen, (ii) fjärrvärme och fjärrkyla ur ett kundperspektiv och (iii) fjärrvärme och fjärrkyla utifrån ett hållbarhetsperspektiv.

En kartläggning av rapporterna och dessas innehåll har genom en innehållsanalys genomförts utifrån respektive perspektiv. Baserat på kartläggningen fastställdes kunskapsläget och eventuella kunskapsluckor. Fjärrsyn, etapp 3 har totalt bestått av 34 projekt. Inom projekten har totalt 37 Fjärrsynsrapporter producerats. Dessutom har tio av projektutförarna publicerat 25 artiklar i internationella vetenskapliga tidskrifter.

De aggregerade slutsatserna som syntesen genererat har sammanfattats under fem rubriker

Fjärrvärme är en effektiv försörjningslösning med ett längre tidsperspektiv

Resurser har lagts på att förbättra befintlig produktion, distribution och värmeunderlag. Den kunskap som genereras är reaktiv och ett försök till att adressera utmaningar som redan materialiserats. Forskningen har därmed kommit att reflektera vilka problem som branschen har för ögonen på kort sikt. Det kan konstateras att frågeställningen i forskningsprojekten är asymmetrisk, med ett fokus på ett förbättrat nuläge snarare än på en förbättrad morgondag.

Fjärrvärmesektorns roll bortom fossilfrihet är otydlig

Det har funnits en uttalad målbild för branschen genom fossilfrihet och låga koldioxidutsläpp. Denna målbild är nu i stort sett uppnådd vilket skapar ett stort

behov kring en tydlig målbild för fjärrvärmen i framtiden. Det finns en kunskapslucka kopplad till olika intressentgruppers målbilder med fjärrvärmen framöver.

Nu finns kundperspektivet mer närvarande i fjärrvärmeforskningen

Det finns en kunskapslucka om fjärrvärme och dess påverkan på sin omgivning utifrån ett bredare samhällsperspektiv. Forskningen inom Fjärrsyn har till stor del varit inriktad på branschens perspektiv. Samhället och kunderna har betraktats som perifera inslag i de flesta projekten, men inte inom alla projekt.

Tydligare kravställning på systemgränser och modeller för analyser

Det finns ett kunskapsgap med avseende på vilka systemgränser som skall gälla vid fjärrvärmeanalyser och vilka krav som skall ställas på applicerade modeller: skall de vara användarvänliga och skall de bygga på så stora mängder indata att konsulter måste engageras för att använda dem?

Fjärrvärmen riskerar att bli inlåst i en teknik för fossila bränslen

Sverige har en väl utbyggd fjärrvärme av tredje generationen, primärt anpassad för förbränning av avfall och biobränslen. Den väl etablerade tredje generationen gör att efterfrågan på alternativ teknik och alternativa bränslekällor är låg: företagen är inlåsta i befintlig teknik. Håller man fast vid befintlig teknik alltför hårt slås man ut, det finns det flera exempel på (Kodak, Facit m.fl.).

Utifrån slutsatserna har rekommendationer för fortsatta fjärrvärmeforskning sammanfattats under följande fyra rubriker;

Vision och målbild: Framtida forskning kring fjärrvärme bör bidra till att en tydligare vision och målbild för fjärrvärmen som får bred acceptans kan utvecklas. Först då dessa inslag är på plats kan rätt långsiktiga förutsättningar identifieras, utvecklas och implementeras.

Samhällsperspektiv: Fjärrvärmeforskning bör beakta fler perspektiv än fjärrvärmeföretagens. Fjärrvärmeverksamhet måste sättas i ett samhällsperspektiv och fler dimensioner än branschens problemställningar behöver belysas. Vad vill kunderna ha? Vad krävs för stärkt politisk acceptans och bättre användning av fjärrvärme?

Proaktivt förhållningssätt: Forskningen kan användas för att föra fram kunskap och för att påverka utvecklingen. Ett passivt och reaktivt förhållningssätt till t.ex. styrmedelsutveckling är inte effektivt vare sig för de politiska beslutsfattarna (som kanske fattar felaktiga beslut till följd av bristande input från branschen), företagen eller kunderna.

Krav: Avslutningsvis bör framtida fjärrvärmeforskning vara bättre kravställd. Modeller och verktyg skall tydliggöras så att man vet vilken nytta de skapar, att de är användarvänliga och förankrade. En tydlig kravställning på forskningsuppgiften efterlyses.

Summary

"Beyond renewable" is the title of the report but also a summary of one of the most important conclusions from the synthesis work. District Heating in Sweden has almost reached its vision of a fossil-free heat supply. This is an amazing achievement that needs to be replaced by new future environmental, climate and social goals to strive for. Future research on district heating should be based on a clearer vision and target for district heating that receives broad acceptance and can be developed. This would in turn lead to the identification, development and implementation of long-term conditions.

The district heat business of today is facing a future heat market that will be relatively saturated. Energy efficiency in combination with a warmer climate means that the heat demand is declining. District heating companies need to revise technology, business models and customer relations. They need to streamline their existing operations, meet customer demand for heat and hot water in a new and competitive way, while increasing the role of the customer so that the customer becomes more active as a partner and not just as a customer.

The final goal of the synthesis is to analyze how the projects have responded to these challenges and identify the gaps in the ongoing research in the field. The study has been done by dividing the analysis into three perspectives (i) the role of district heating and district cooling in the energy system transformation, (ii) district heating and district cooling from a customer perspective and (iii) district heating and district cooling from a sustainability perspective.

An analysis of the reports and their content has been carried out by a content analysis, based on their respective perspectives. Based on the survey, the knowledge situation and possible knowledge gaps were identified. The research program Fjärrsyn, third stage, has a total of 34 projects. Within the projects, a total of 37 reports have been produced. In addition, ten of the project publishers have published 25 articles in international scientific journals.

The aggregated conclusions generated by synthesis have been summarized under five headings

District heating is an effective supply solution if looked upon in a longer time perspective.

Resources have been put in place to improve existing production, distribution and heating. The knowledge generated is reactive and an attempt to address challenges that have already materialized. Research has come to reflect what problems the industry has for the eyes in the short term. It can be seen that the research questions are asymmetrical, with focus on improved the current situation rather than improved tomorrow.

The future for district heating beyond fossil free is still unclear.

There has been a target for the industry to become fossil free with low carbon dioxide emissions. This target is now largely achieved, creating a great need for a clear target for district heating in the future. There is a knowledge gap due to that different groups have their own interests and vision of what district heating will be in the future.

Now the customer perspective is more present in district heating research

There is a knowledge gap about district heating and its impact on its surroundings from a wider societal perspective. Research in Remote Television has largely been focused on the industry's perspective. The community and customers have been regarded as peripheral elements in most projects, but not within all projects.

Clearer requirements on system boundaries and models for analysis

There is a gap in knowledge regarding the system boundaries applicable to district heating analyzes and the requirements to be applied to applied models: should they be user friendly and should they build on such large amounts of input that consultants must be engaged to use them?

The district heating is likely to be locked in a fossil fuel technology

Sweden has a well-developed third-generation district heating, primarily adapted for the incineration of waste and biofuels. The well-established third generation means that demand for alternative technologies and alternative fuel sources is low: companies are locked in existing technology. Sticking to the existing technique is too hard, there are several examples (Kodak, Facit et al.).

Based on the conclusions, recommendations for continued district heating research have been summarized in the following four headings;

Vision and aim: Future research on district heating should help to develop a clearer vision and target for district heating that receives wide acceptance. Only when these elements are in place can the right long-term conditions be identified, developed and implemented.

Social perspective: District heating research should consider more perspectives than district heating companies. District heating activities must be set in a social perspective and more dimensions than the industry's problems and challenges need to be highlighted. What do customers want? What is required for strengthened political acceptance and better use of district heating?

Proactive approach: The research can be used to advance knowledge and to influence development. A passive and reactive approach to e.g. changes in policies is not effective either for policy makers (who may make mistaken decisions due to lack of input from the industry), companies or customers.

Requirements: Finally, future district heating research should be better required. Models and tools should be made clear so that they know what use they are making, that they are user-friendly and anchored. A clear claim for the research assignment is required.

Innehåll

1	Inledning	9
1.1	Syfte och mål med syntesen	9
1.2	Fjärrvärme och fjärrkyla i Sverige	9
1.3	Annan nationell forskning om fjärrvärme	14
1.4	Internationell forskning om fjärrvärme	16
1.5	Syntesarbetet och läsanvisningar	18
2	Roll i energiomställningen	21
2.1	Avgränsning och Definition av delområdet energiomställning	21
2.2	Metod för analys och slutsatser kring energiomställning	22
2.3	Sammanställning av betydande resultat och slutsatser inom delområdet	24
2.4	Analys och tolkning av de samlade resultatens betydelse för delområdet.	43
2.5	Identifiering av kunskapsluckor.	46
3	Kundens perspektiv på fjärrvärme och fjärrkyla	48
3.1	Avgränsning och Definition av delområdet	48
3.2	Metod för analys och slutsatser kring delområdet	52
3.3	Sammanställning av betydande resultat och slutsatser inom delområdet	52
3.4	Analys och tolkning av de samlade resultatens betydelse för delområdet.	66
3.5	Identifiering av kunskapsluckor	69
4	Hållbarhetsperspektiv	71
4.1	Avgränsning och definition av delområdet	71
4.2	Metod för analys och slutsatser kring hållbarhet	74
4.3	Sammanställning av betydande resultat och slutsatser inom området	75
4.4	Identifiering av kunskapsluckor	82
5	Aggregerade slutsatser	84
5.1	Analys och tolkning av de samlade resultatens betydelse	84
5.2	Identifiering av kunskapsluckor inom Fjärrsyn.	85
5.3	Rekommendation kring framtida fjärrvärmeforskning	86
6	Referenslista	88
	Bilaga 1. Projekt inom Fjärrsyn etapp 3, mellan 2013 och 2017	95
	Bilaga 2. Tabeller tillhörande kapitel 4	97
	Bilaga 3. Specifika frågor från Fjärrsyns programråd	101

1 Inledning

Fjärrvärme och fjärrkyla är områden som erfar ett högt förändringstryck i Sverige. Utmaningar framöver är kopplade till teknikutveckling, förändrade efterfrågemönster och ökad konkurrens om värme- och kylkunder. För att möta dessa förändringar har Energimyndigheten och Svensk Fjärrvärme finansierat riktad forskning kring fjärrvärme och fjärrkylefrågor i forskningsprogrammet Fjärrsyn. I denna syntesrapport redovisas den kunskap som erhållits inom programmets tredje programperiod mellan 2013 och 2017.

Först belyses syftet och målet med genomförda synteser (1.1). Därefter redogörs för fjärrvärmens och fjärrkylans marknadssituation i Sverige fram till 2016 (1.2) En utblick mot annan forskning om fjärrvärme och fjärrkyla än den som utförts inom ramen för Fjärrsyn redovisas i avsnitt (1.3) avseende annan svensk forskning och i avsnitt (1.4) avseende internationell fjärrvärmeforskning. Avslutningsvis redogörs för hur arbetet med syntesen har organiserats och genomförts (1.5).

1.1 SYFTE OCH MÅL MED SYNTESEN

Syftet med syntesen är att sammanfatta och aggregera ny kunskap som har genererats inom de forskningsprojekt som genomförts i Fjärrsyns tredje etapp mellan 2013 och 2017.

Målet är en analys vilken belyser (i) fjärrvärmens och fjärrkylans roll i energiomställningen, (ii) fjärrvärme och fjärrkyla ur ett kundperspektiv och (iii) fjärrvärme och fjärrkyla utifrån ett hållbarhetsperspektiv.

Syntesen omfattar:

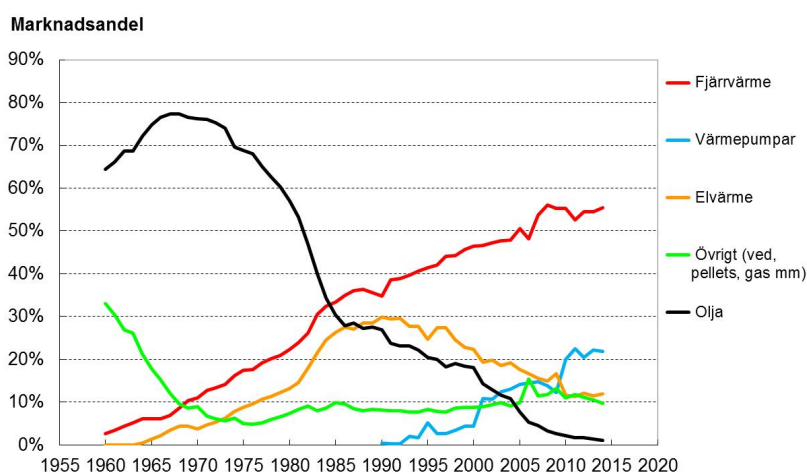
- sammanställning av betydande resultat och slutsatser
- analys och tolkning av de samlade resultatens betydelse
- identifiering av kunskapsluckor
- rekommendationer kring fortsatt forskning inom fjärrvärme och fjärrkyla
- utblick mot annan forskning med betydelse för fjärrvärme och fjärrkyleområdet

Syntesen i sig är ingen sammanfattning av projektresultaten. För det syftet finns resultatblad från projekten att tillgå. I syfte att analysera och tolka resultaten finns dock korta sammanställningar av projektresultaten med fokus på det relevanta inom varje analysområde.

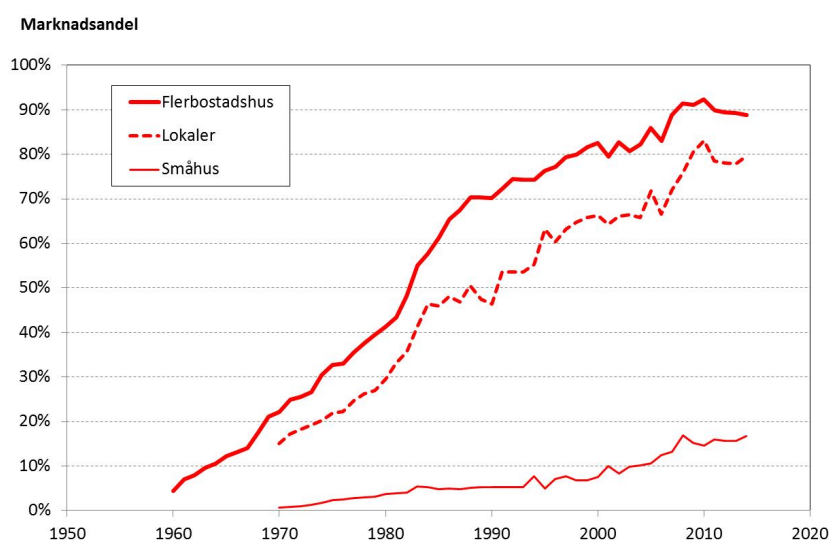
1.2 FJÄRRVÄRME OCH FJÄRRKYLA I SVERIGE

Fjärrvärme står numera för mer än halva värmeförsörjningen till bostäder och lokaler i Sverige, vilket syns i Figur 1. Den höga marknadsandelen är resultatet av en kontinuerlig och jämn expansion av fjärrvärmesektorn sedan 1950-talet. Dessutom används även fjärrvärme inom industrin och för markvärme. Expansionen har främst drivits av investeringar i kommunala fjärrvärmebolag (Lygnerud, 2010)

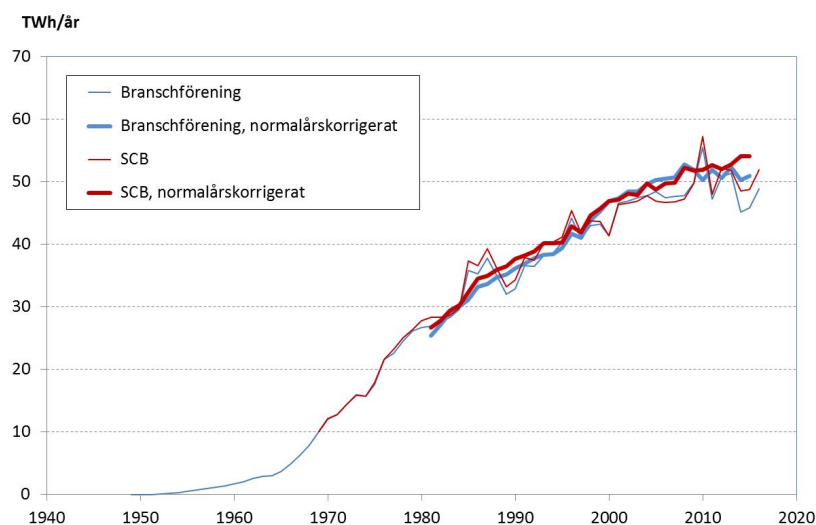
I Figur 2 visas fjärrvärmens andel av den totala värmeanvändningen för uppvärmning och varmvatten i småhus, flerbostadshus och lokaler. Högst andelar återfinns i flerbostadshusen (omkring 90 procent) och lokalerna (omkring 80 procent). I småhus är andelen fjärrvärme lägst på knappt 20 procent. Orsakerna till den låga närvaron av fjärrvärme på småhusmarknaden är att linjetätheterna är lägre, vilket ger högre kapitalkostnader för distribution per kund jämfört med situationen i tätorternas mer byggnadstäta områden (Frederiksen & Werner, 2014) (Lygnerud, 2006).



Figur 1. Marknadsandelar för värmeförsörjning till bostäder och lokaler i Sverige mellan 1960 och 2014 avseende på värmeleveranser från olika uppvärmningsalternativ. Källa: (Werner, 2017a). Originalreferensens figur har översatts till svenska



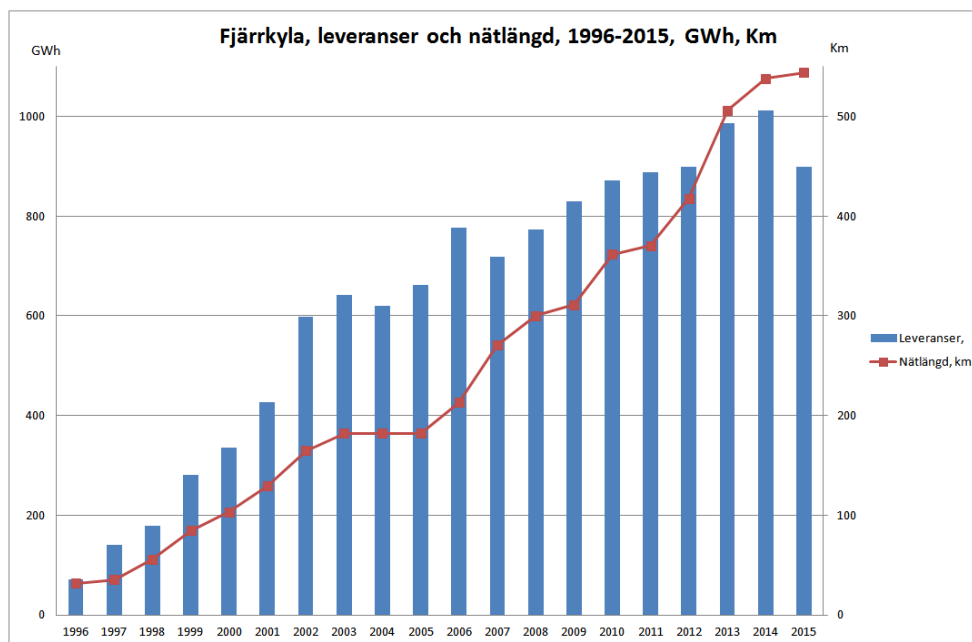
Figur 2. Andel fjärrvärme av total värmeanvändning för uppvärmning och varmvatten för småhus och lokaler 1970-2014 samt flerbostadshus 1960-2014. Källa: Sven Werner, egen databas uppbyggd från många olika originalkällor.



Figur 3. Fjärrvärmeleveranser i Sverige 1949-2016 enligt årlig statistik från den nationella branschföreningen och SCB:s årliga statistiktabeller om fjärrvärmeförsörjningen. Normalårskorrigerat innebär att inverkan av ett något varmare klimat i Sverige har exkluderats.

Även om fjärrvärme fortfarande byggs ut på vissa orter, verkar det som att den stadiga ökning av fjärrvärmeleveranser som vi har sett sedan fjärrvärmens början i Sverige på 1950-talet börjar avta med en lägre ökningstakt under senare år. Detta illustreras i Figur 3. Avtagande värmeunderlag är ett resultat av genomförda energieffektiviseringar och ett något varmare klimat.

Fjärrkylans omfattning i Sverige är inte lika stor som fjärrvärmens. Den har dock stadigt ökat från mitten av 90-talet och finns enligt statistik från Energiföretagen Sverige i dagsläget på 38 orter. I Figur 4 visas fjärrkylans utbyggnad och leveranser i Sverige. Fjärrkyla har fortfarande viss potential att växa på den befintliga marknaden och kylbehovet kommer troligen att öka något i framtiden när vi får ett varmare klimat.



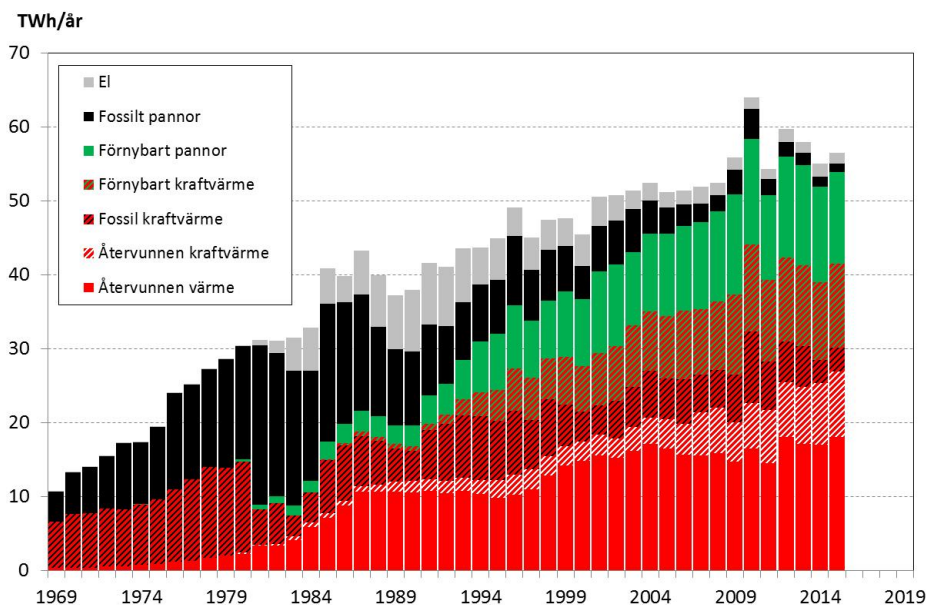
Figur 4. Fjärrkyleleveranser och nätlängd i Sverige år 1996 - 2015. Källa: Energiföretagen Sveriges hemsida.

Fjärrvärmens har bidragit till att fossila bränslen fasats ut alltsedan 1970-talets oljekriser. Under 2015 var andelen fossilt bränsle i stort sett begränsad till spetslastanläggningar och några få fossileldade kraftvärmeverk. Den samlade värmeförseln över tid är illustrerad i Figur 5 för sju olika sätt för värmeförsel. Röda fält i figuren motsvarar olika flöden av återvunnen värme, vilket visar att den svenska fjärrvärmens i hög grad (73 % under 2015) uppfyller fjärrvärmens affärsidé om att utnyttja värmeflöden som annars skulle gå förlorade. Analysen bakom figuren redovisas i ursprungsartikeln, som skrivits inom ett av de aktuella Fjärrsynsprojekten.

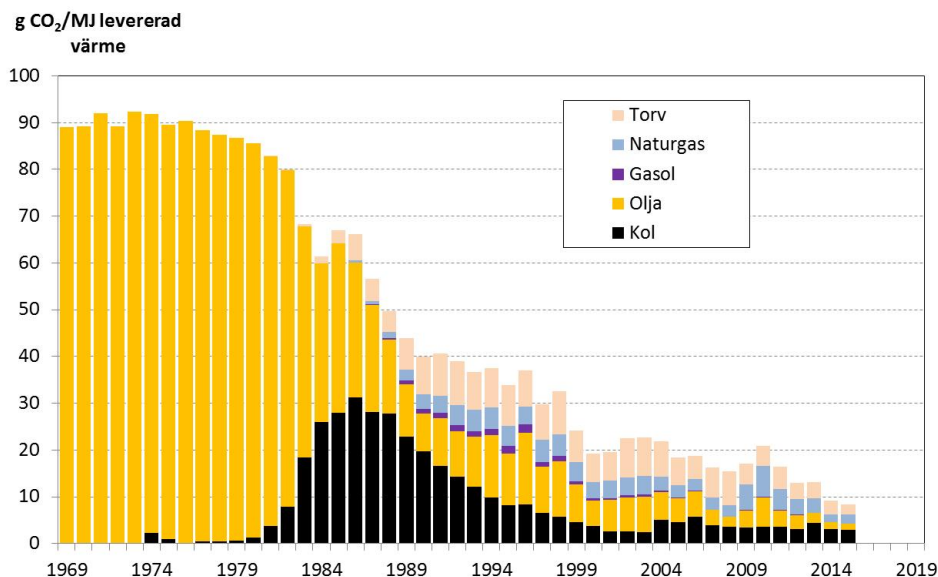
Fjärrvärmens står 2017 inför utmaningen att den framtida värmemarknaden kommer att vara relativt mättad. Energieffektiviseringar i kombination med ett varmare klimat gör att värmeunderlaget är vikande. Fjärrvärmeföretag behöver se över teknik, affärsmodeller och kundrelationer. De behöver effektivisera den befintliga verksamheten, möta kunders behov av värme och varmvatten på ett nytt och konkurrenskraftigt sätt samtidigt som kundens roll behöver utökas på så sätt att kunden får en mer aktiv roll som partner och inte bara som kund. Kundens upplevelse av fjärrvärmens monopolsituation på marknaden, fjärrvärmens fysiska platsbundenhet, förändrade omvärldskrav där fjärrvärmeverksamheten förväntas vara vinstdrivande, liksom hotet om en vikande värmemarknad är alla faktorer som ökar vikten av goda och långsiktiga kundrelationer.

År 2017 har Fjärrvärmesverige nästan uppnått sin vision om en fossilfri värmeförsel, se Figur 6, som visar att de specifika koldioxidutsläppen har minskat med 90 procent sedan början av 1970-talet. Figuren ansluter till grundläggande fjärrvärmens affärsidé genom att fossila koldioxidutsläpp allokeras till samverkande primärprocesser som ståltillverkning, avfallshantering och industriprodukter i enlighet med den internationellt antagna värderingsprincipen

om "polluter pays principle" (förorenaren betalar), dock ej för kraftvärmeverk. Denna omfattande reduktion av koldioxidutsläpp är en fantastisk prestation som behöver ersättas av nya framtida miljö-, klimat- och samhällsmål att sträva efter.



Figur 5. Värmetillförsel till svenska fjärrvärmesystem mellan 1969 och 2015 enligt sju principiellt olika sätt att tillföra värme. Källa: (Werner, 2017a). Originalreferensens figur har översatts till svenska.



Figur 6. Specifika koldioxidutsläpp från svenska fjärrvärmesystem mellan 1969 och 2015. Emissioner från värmetillförsel från kraftvärmeverk har skattats med allokering enligt energiprincipen, vilket är en konservativ skattning. Det finns andra allokeringsprinciper som ger lägre belastning på värme från kraftvärmeverk. Återvunnen värme från återvunna gaser, avfallsförbränning och industriprocesser har i diagrammet inga koldioxidutsläpp för att inte inkräkta på den internationella värderingsprincipen om "Polluter Pays Principle". Källa: (Werner, 2017a). Originalreferensens figur har översatts till svenska.

1.3 ANNAN NATIONELL FORSKNING OM FJÄRRVÄRME

All svensk fjärrvärmeforskning har inte haft sin hemvist i Fjärrsyn. Många projekt med fjärrvärmeanknytning återfinns i andra nationella forskningsprogram och i en omfattande forskarskola. En utblick mot annan forskning om fjärrvärme i Sverige redovisas i detta avsnitt. Den berör smarta städer, (omfattar smarta nät och digitalisering), energieffektivt byggande och olika initiativ för fjärrvärmeforskning. Kunskapen som genereras från forskningen är relevant för energiomställningen, kundperspektivet och hållbarhetsdimensionen i Fjärrsyn.

1.3.1 ViableCities

ViableCities, tidigare Smart Sustainable Cities (SSC), är ett nytt (2016) strategiskt innovationsprogram, SIP¹, vilket är fokuserat på livsstil & konsumtion, byggd miljö, mobilitet och integrerad infrastruktur. Målet är att nå de svenska klimatmålen (noll nettoutsläpp av växthusgaser 2045 och 100% förnybar elproduktion 2040), insikten att städer är centrala i arbetet för att nå ett nollutsläppssamhälle och att ett sådant samhälle bygger på informationsteknologi (www.viablecities.com)

Programmet stöds av Vinnova, Energimyndigheten och Formas. Det är ett 12 årigt program, förlagt vid KTH där ett programkontor finns. Liknande projekt finns inom ramen för Mistras verksamhet (Mistra Urban Futures vid Chalmers, initierat 2010-2019). På EU nivå finns en likartad ansats genom ett partnerskap kring innovation för smarta städer. Syftet är att identifiera lösningar vilka kan skalas upp och spridas i Europa så att EUs (20/20/20) mål kan uppnås (European Commission, 2012).

Ett brett, nationellt arbete pågår med att ta fram kunskap om "smarta elnät" ett begrepp som ännu inte är helt definierat. I smarta nät styr efterfrågan eluttaget, något som kräver att lagringskapacitet finns för att kunna använda både intermittent och kontinuerlig elförsörjning (IVA, 2013). Energimyndigheten gjorde 2016 en större satsning på ett program med benämningen SamspeL. SamspeL ska bidra till utvecklingen av ett elsystem som är flexibelt, resurseffektivt och robust (Energimyndigheten, 2017). 2016 skapade även regeringen en kunskaps- och mötesplats genom ett forum för smarta elnät. Även om forskningen kring smarta elnät för en hållbar stad är mer långtgående än motsvarande forskning kring fjärrvärmenäten finns nationella studier kring smarta fjärrvärmenäten vilka inkluderar aspekten värmelager (t.ex.(Brand & Calvén, 2013; Carlsson, 2016; Kensby, Trüschel, & Dalenbäck, 2015; Schweiger, Rantzer, Ericsson, & Lauenburg, 2017) samt forskning som omsätts i praktiken genom t.ex. Noda.

Digitalisering är en förutsättning för smarta, hållbara städer och för smarta energisystem. Det är känt att digitaliseringen har förändrat villkoren för flera branscher (resor, hotell, böcker, banker, musik, filmutbildning med flera).

¹ Vinnova, Energimyndigheten och Formas finansierar sju strategiska innovationsprogram. Genom samverkan inom områden som är strategiskt viktiga för Sverige skapas förutsättningar för hållbara lösningar på globala samhällsutmaningar och en ökad internationell konkurrenskraft. Inom programmen utvecklar företag, akademi och organisationer tillsammans framtidens hållbara produkter och tjänster

Digitaliseringen utmanar etablerade system vilka behöver anpassas för att fortsatt ha en roll att spela. Energisektorn behöver ställa om från en storskalig och producentorienterad affär till en småskalig, marknadsdominerad och konsumentstyrd affär. Energiföretag behöver gå från slutna system till småskaligt producerad energi på mindre plattformar, förbättrad styrning av energikonsumtion i realtid, lagring av energi och nya former av samarbeten med och mellan kunder för att möjliggöra effektiv överföring av energi.

1.3.2 Energieffektivt byggande

Nationell forskning bedrivs kring energieffektivt byggande (t.ex. programmet E2B2 genomförs med Energimyndigheten och IQ samhällsbyggnad 2013-2017) vilket är nödvändigt för att etablera en smart stad.

Forskningsområden i E2B2 är energieffektivt beteende, byggprocessen, energitillförsel, klimatskal, ljus och belysning, material, stadsplanering, tjänsteutveckling, renovering och ventilation. En forskarskola har också bildats inom E2B2 med inriktning mot byggnadens tekniska funktion. Forskarskolan har ett nationellt anslag och omfattar forskare från Chalmers, Kungliga Tekniska Högskolan, Lunds tekniska högskola och Luleå tekniska universitet. Kopplingen till fjärrvärme utgörs framförallt av de forskningsområden som påverkar byggnadsbeståndets energieffektivitet, samt stadsplanering och utveckling av energitjänster.

Programmet finansieras till hälften av Energimyndigheten. Andra hälften finansieras genom samfinansiering med olika aktörer i olika projekt.

1.3.3 Initiativ för fjärrvärmeforskning

Reesbe

Reesbe (Resource-Efficient Energy Systems in the Built Environment - resurseffektiva energisystem i den byggda miljön) är en omfattande företagsforskarskola som drivs av Högskolan i Gävle i samarbete med Mälardalens Högskola och Högskolan i Dalarna. Företagsforskarskolan är ett initiativ som genomförs i nära samarbete med olika företag i de tre regionerna Gävleborg, Dalarna och Mälardalen och finansieras av KK-stiftelsen tillsammans med deltagande företag. Inom forskarskolan är totalt 21 doktorander aktiva, varvid många doktorandprojekt har en stark anknytning till fjärrvärme.

Bränsleprogrammen

Som ett led i att möta en ökad efterfrågan på biobränsle med en effektiv tillförsel till rimliga kostnader och en efterlevnad av uppsatta miljö kvalitetsmål och hållbarhetskriterier finansierar Energimyndigheten tre bränsleprogram under perioden 2011-07-01 till 2017-12-31. De tre programmen har följande inriktningar:

- Bränsleförsörjning: Detta innefattar odling/uttag, logistik, beredning och bränsleförädling. Fokus ligger på inhemska biobränslen från skog, åkermark, avfall och marin biomassa.

- Energiomvandling: Omfattar processer för produktion av el och värme i kraftvärmeanläggningar, energikombinat där överskottsenergi används för produktion av exempelvis pellets, biodrivmedel eller andra energibärare.
- Hållbarhets- och systemfrågor: Fokuserar på miljö och ekologisk hållbarhet vid produktion av biobränslen, samt system- och resursfrågor kring användningen.

Samverkansprogrammet Bränslebaserad el- och värmeproduktion, SEBRA

Programmet är samfinansieras av industrin via Energiforsk och Energimyndigheten. Den nuvarande etappen pågår mellan 2016 och 2019. Stort fokus i programmet ligger på att utveckla flexibla bränslebaserade anläggningar som kan anpassas till framtida behov och krav. Den huvudsakliga inriktningen är utvecklingen av kraftvärmeanläggningar och därmed en koppling till fjärrvärmerna.

Strategisk energisystemforskning

Programmet Strategisk energisystemforskning utgör en sammanhållen satsning på forskning om energisystemet med fokus på hur aktörer, institutioner och övriga delar i systemet samspelar med varandra - från tillförsel och distribution till energianvändning, effektivisering och omställning. Programmet omfattar tidsperioden 2014-07-01 – 2018-12-31. Stort fokus i programmet ligger på policyutveckling och -analys. Även beteendefrågor behandlas på en mikronivå såsom det enskilda hushållet eller det enskilda företaget och på deras samspel och förhållanden till omvärldsförändringar.

Energimyndighetens, Formas och Vinnovas strategiska innovationsagendor

Energimyndigheten har sedan 2013 beviljat finansiering av totalt 136 strategiska innovationsagendor, varav 100 redovisas på Energimyndighetens hemsida som utförda. Omkring tjugo av dessa publicerade innovationsagendor har direkt eller indirekt anknytning till fjärrvärme. Dessa tjugo innovationsagendor berör fjärrvärme, geoenergi, big data, biokraft, förgasning, bioraffinaderier, lågvärdig värme, effektiv energianvändning, avfallshantering, energimodeller, primärenergieffektivisering, forestbeyond, hållbara investeringar i byggnader, internet of things, nya bioprocesser, småskalig bioenergi, lägre klimatpåverkan från byggprocesser, forskningsagenda för svensk skog, nordeuropeiska energiperspektiv, lagring av biomassa, PowerIT och processanpassad råvara för framtidens bioindustri.

1.4 INTERNATIONELL FORSKNING OM FJÄRRVÄRME

Internationellt återfinns organiserad fjärrvärmeforskning inom IEA:s tekniska samarbetsgrupp för fjärrvärme och fjärrkyla, inom EU:s forskningsprogram samt inom olika nationella program i Kina, Danmark och Tyskland. Omfattningen av fjärrvärmeforskningen i USA, Ryssland och Canada är låg. Viss fjärrvärmeforskning återfinns i Sydkorea, som också deltar i IEA-samarbetet kring fjärrvärme och fjärrkyla.

IEA:s samarbetsgrupp kring fjärrvärme och fjärrkyla har arbetat sedan 1983. Verksamheten bedrivs i treåriga kostnadsdelade annex, men dessa har en låg

omsättning på mindre än en miljon USD per annex-period. Detta räcker till omkring fyra projekt per annex-period. Även ett uppgiftsdelat annex har nyligen genomförts om lågtempererad fjärrvärme. Nu pågår även planering av två nya uppgiftsdelade annex om fjärde generationens fjärrvärmesystem. Mer information återfinns på www.iea-dhc.org.

Omfattningen av EU-projekt med fjärrvärmeanknytning framgår av Figur 7, som är uppdaterad med resultaten av 2016 års utlysningar. Som framgår av figuren har omfattningen kraftigt ökat under senare år från en låg omsättning på omkring en miljon EUR per år till 20-30 miljoner EUR per år. Många av dessa EU-projekt har haft eller har svenska deltagare (CitiFied, Celsius, Opti, Storm, Heat Roadmap Europe 4, Stratego m fl). Det finns dessutom flera projekt med fjärrvärmeanknytning och svenska partners som bereds efter 2017 års utlysningar.

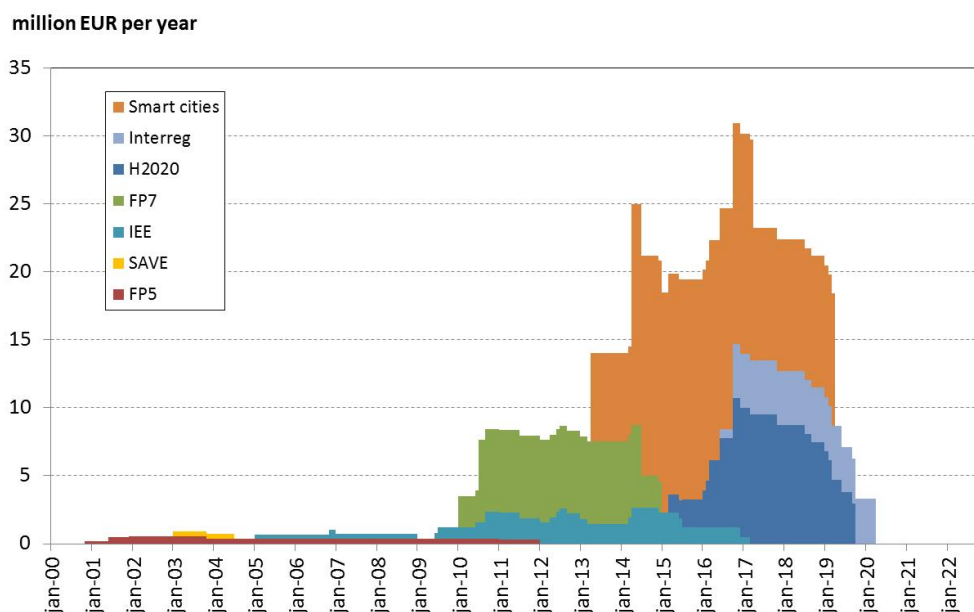
DHC+ är ett europeiskt forskningsnätverk som bildades 2009 och som är en del av verksamheten inom Euroheat & Power i Bryssel. Syftet med nätverket är att vara en samlingsplats för kontakter, idéer och samverkan kring främst EU-finansierade projekt. Nätverket DHC+ består nu av 43 betalande deltagande företag, universitet och andra organisationer från 17 länder, varav nio medlemmar kommer från Sverige. Mer info finns på www.euroheat.org/dhc.

Kinesiska forskare publicerar numera en stor mängd vetenskapliga artiklar per år (Gong & Werner, 2014) och med nuvarande ökningstakt kommer de att dominera den internationella fjärrvärmeforskningen inom några år. Kina kommer troligen snart också att ingå i IEA-samarbetet med fjärrvärme och fjärrkyla.

Nationella program för fjärrvärmeforskning i Europa finns eller har funnits i Danmark, Finland, Island och Tyskland.

4DH-centret är ett stort danskt forskningsinitiativ för att utveckla den fjärde generationens fjärrvärmesystem och är verksamt mellan 2012 och 2017. För närvarande är detta forskningscenter det största renodlade akademiska forskningsprojektet om fjärrvärme i Europa. Orsaken till att initiativet har tagits i Danmark är dels att tidigare dominans av kolbaserad el från kraftvärme på den danska elmarknaden har reducerats av den starkt expanderande vindkraften och dels att många ledande företag som säljer fjärrvärmekomponenter kommer från Danmark. Man måste få fram ny värmeförsel som kan ersätta den förlorade värmen från kolbaserad kraftvärme och de danska tillverkarna vill givetvis försvara sina internationella marknadsandelar avseende framtidens fjärrvärmeprodukter. Mer info finns på www.4dh.dk och i (Werner, 2017b).

AGFW, den tyska branschföreningen för kraftvärme och fjärrvärme, har bedrivit fjärrvärmeforskning i dels egenfinansierade och dels tillsammans med offentliga federala och delstatliga forskningsråd. Mer info finns på www.agfw.de.



Figur 7. Översikt över omfattning av fjärrvärmeanknutna forskningsprojekt inom olika EU-program sedan 2000. Uppdatering av figur från (Werner, 2017c). Figuren är helt intakt från originalreferensen avseende analysmetod, språk och vald valutaenhet.

1.5 SYNTESARBETET OCH LÄSANVISNINGAR

De två första av Fjärrsyns programperioder, 2006-2013, har sammanfattats i tre olika synteser, vardera med nyckelorden energiomställning (Wahlström, Göransson, & Wennerhag, 2013), utvecklingskraft (E. Eriksson & Hörndahl, 2013) och förtroende (Löfblad, Rydén, & Göransson, 2013). Dessa nyckelord skiljer sig något från de nyckelord som valdes för denna syntes (energiomställning, hållbarhet och kunder). Arbetet i denna syntes skiljer sig också från tidigare syntesarbeten genom att resurser från tre olika kompetensområden har engagerats för att sammanställa den kunskap som genererats inom Fjärrsyn, etapp 3. De tre kompetensområdena är teknik, kundperspektiv och hållbarhet (ekonomisk, miljömässig och social). I Figur 8 redogörs för hur syntesgruppen arbetat för att identifiera kunskapsläget efter Fjärrsyn, etapp 3.

För att analysera alla de rapporter som genererats inom Fjärrsyn, etapp 3 utifrån de tre perspektiven har en kartläggning av rapporterna och dessas innehåll gjorts genom att innehållsanalys genomförts utifrån respektive perspektiv. Baserat på kartläggningen fastställdes kunskapsläget och eventuella kunskapsluckor. Kontinuerlig dialog och analys från genomförda innehållsanalys har genomförts under syntesarbetet med gemensamma analyser och tolkningar av de samlade resultatens betydelse för fjärrvärme och fjärrkyleforskningen.



Figur 8. Organisation av denna syntes för Fjärrsyns tredje etapp.

Fjärrsyn, etapp 3 har totalt bestått av 34 projekt. Två projekt har varit uppdelade i två etapper, vilket medfört att totalt 32 olika problemställningar har analyserats. Total projektfinansiering har uppgått till 61 miljoner.

Inom projekten har totalt 37 Fjärrsynsrapporter producerats, då tre projekt har presterat två projekt vardera. Dessutom har tio av projektutförarna publicerat 25 artiklar i internationella vetenskapliga tidskrifter om de resultat som framkommit inom Fjärrsynsprojekten. Vid en förfrågan till alla projektutförare uppgav elva utförare att man planerade ytterligare vetenskapliga artiklar. Prognosen ligger således på att omkring 35-40 artiklar kommer att ha skrivits med de aktuella Fjärrsynsprojekten som grund. Detta ger i genomsnitt en artikel per projekt, men de är inte jämnt fördelade mellan projekten, då enbart 17 projekt har publicerat eller har för avsikt att publicera vetenskapliga artiklar. Övriga 17 projekt har således inte publicerat någon vetenskaplig artikel alls.

Alla rapporter som genererats inom Fjärrsyn, etapp 3, har omfattats av syntesarbetet. Däremot har inte de vetenskapliga artiklarna ingått i syntesarbetet, eftersom dessa har antagits omfatta samma kunskapsmassa som Fjärrsynsrapporterna.

Det bör nämnas att de värden som Fjärrsyn, etapp 3 genererat, vilka är bortanför perspektiven energiomställning, kundperspektiv och hållbarhet inte omfattas i syntesen. Värdet som finns i att nya forskare kan arbeta med fjärrvärme/fjärrkylefrågor, att en aktiv debatt kring området förs och att det finns en grupp i samhället som arbetar med att utveckla fjärrvärmen/ kylan är kritiskt för att Sverige framgent skall behålla sin framträdande roll inom fjärrvärme- och fjärrkylesektorn.

I rapporten redovisas först de tre delområdena energiomställning, kundperspektiv och hållbarhet i varsitt kapitel. Kapitlen är organiserade efter en liknande struktur, men det kan noteras att alla fjärrsynprojekt inte ingår i alla delområden. Delområdet energiomställning har analyserats och författats av professor Sven Werner vid Högskolan i Halmstad, delområde kundperspektiv har analyserats och författats av doktor Kerstin Sernhed vid Lunds universitet och delområde hållbarhet har analyserats och författats av doktor Kristina Lygnerud vid IVL. Fredrik Martinsson på Energiforsk har varit projektledare för arbetet.

I syntesens sista kapitel görs en aggregering av de samlade resultaten. I detta kapitel görs en analys av resultatens betydelse för fjärrvärme och

fjärrkyleforskning och en sammanställning av övergripande kunskapsluckor som har kunnat identifieras i syntesarbetet. Detta kapitel har sammanställts av samtliga tre kompetenser för att lyfta syntesdelarnas slutsatser till en högre abstraktionsnivå.

2 Roll i energiomställningen

I detta kapitel av syntesen analyseras fjärrvärmeforskningen inom Fjärrsyns tredje etapp 3 med avseende på fjärrvärmens roll i energiomställningen.

2.1 AVGRÄNSNING OCH DEFINITION AV DELOMRÅDET ENERGIOMSTÄLLNING

Begreppet energiomställning har använts sedan 1980-talet som en etikett för den stora omställningen från ett fossilbaserat och ineffektivt energisystem till ett helt förnyelsebart och energieffektivt energisystem. Denna energiomställning innebär en flerårig övergångsperiod mellan vår fossila historia och vår förnyelsebara framtid. Under denna övergångsperiod skapas olika regler och värderingar för att genomföra och underlätta förändringen, såväl i Sverige som i övriga världen. En enkel översikt redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Översikt över olika aspekter i form av olika typiska regler och värderingar som definierar övergångsperioden mellan de fossila och förnybara energisystemen.

Aspekt	Fossilt energisystem	Övergångsperiod	Förnybart energisystem
Marknadspriser för råvaror och utrustning	Ja	Ja	Ja
Styrmedel	Nej	Ja, för att straffa fossilt och ineffektivitet samt gynna förnybart och effektivitet	Nej
Koldioxidutsläpp	Stora	Lägre	Inga
Värdering av klimatpåverkan (fossilt)	Nej	Ja	Nej
Värdering av primärenergi-användning (effektivitet)	Nej	Ja	Ja

Sverige har kommit långt i denna omställning och ligger före många andra länder avseende byggnaders uppvärmning, men många utmaningar finns kvar innan slutmålet har nåtts. Sverige har nått den nuvarande positionen genom att använda icke-fossila energiresurser, som i låg grad har efterfrågats i den närmaste omgivningen i våra grannländer. När även denna omgivning vill använda samma energiresurser, kommer Sveriges energitillförsel att konkurransutsättas. Då är det viktigt att Sveriges energisystem är mycket effektivt.

Inför det senaste energipolitiska inriktningsbeslutet från 2009 använde regeringen dock begreppet energiomställning enbart två gånger i sin energiproposition. Den senaste Energikommissionen använde begreppet endast nio gånger i sitt betänkande "Kraftsamling för framtidens energi" från 2017 och definierade det inte. Denna låga användning av begreppet kan kanske betyda att vi inte helt och hållet förstår den fulla betydelsen av att verkligen fullfölja energiomställningen.

Fjärrvärmens roll för energiomställningen kan bli både starkare eller svagare beroende på hur effektiv fjärrvärmens kommer att vara. Under de senaste decennierna har fjärrvärmens haft en stark roll inom energiomställningen, då fossila bränslen har substituerats med annan värmeförsörjning i stor utsträckning. Resultatet har blivit att de specifika fossila koldioxidutsläppen från Sveriges fjärrvärmesystem har minskat med 90 procent sedan början av 1970-talet. Men fjärrvärmens måste fortsätta att utvecklas och blir ännu mer effektiv, annars kan fjärrvärmens starka roll inom energiomställningen försvagas. Fjärrvärmeforskningens roll är att stödja en fortsatt utveckling och effektiviseringen av fjärrvärmens så att den fortsatt kan ha betydande roll för energiomställningen.

2.2 METOD FÖR ANALYS OCH SLUTSATSER KRING ENERGIOMSTÄLLNING

I föregående syntes kring energiomställningen (Wahlström et al., 2013) aggregerades forskningsresultaten som tolv steg för att stärka fjärrvärmens roll i energiomställningen utan direkta kopplingar till de 49 utförda projekten i de två första programperioderna i Fjärrsyn. Dessa tolv steg var:

1. Kunden i centrum
2. Strategier för lägre värmebehov
3. Samverka i planering
4. Nya marknader finns
5. Lyft miljövärderingarna
6. Utnyttja resurserna
7. Använd verktygen
8. Mer resurseffektiv fjärrkyla
9. Trygg leverans
10. Sänk systemet
11. Ligg lågt
12. Utveckla tekniken i husen

I denna syntes sammanfattas de aggregerade projektresultaten från den tredje Fjärrsynsperioden med avseende på fjärrvärmens roll i energiomställningen på ett annat sätt. Resultaten redovisas med hjälp av femton olika nyckelord som analysämnen fördelade på sex olika analysgrupper:

Efterfrågan avser olika aspekter på kundernas värmeanvändning. De fyra valda nyckelorden är energieffektivisering, prismodeller, digitalisering och ny värmeanvändning.

Resurser avser olika primära råvaror och processer som slutligen ger upphov till värmeförsörjning till fjärrvärme- och fjärrkylesystem. De tre valda nyckelorden är värmeförsörjning, integration med det övriga energisystemet och miljövärdering.

Systemutformning avser olika sätt att tillföra och förmedla värme på ett effektivt sätt i rörsystem. De fyra valda nyckelorden är värmelagring, systemdesign, nätintegration och marknadsregler.

Teknik avser den fjärrvärme- och fjärrkyleteknik som används eller kan användas för att genomföra värme- och kyltransporter i rörsystem. De två valda nyckelorden är teknikutveckling och kvalitetssäkring.

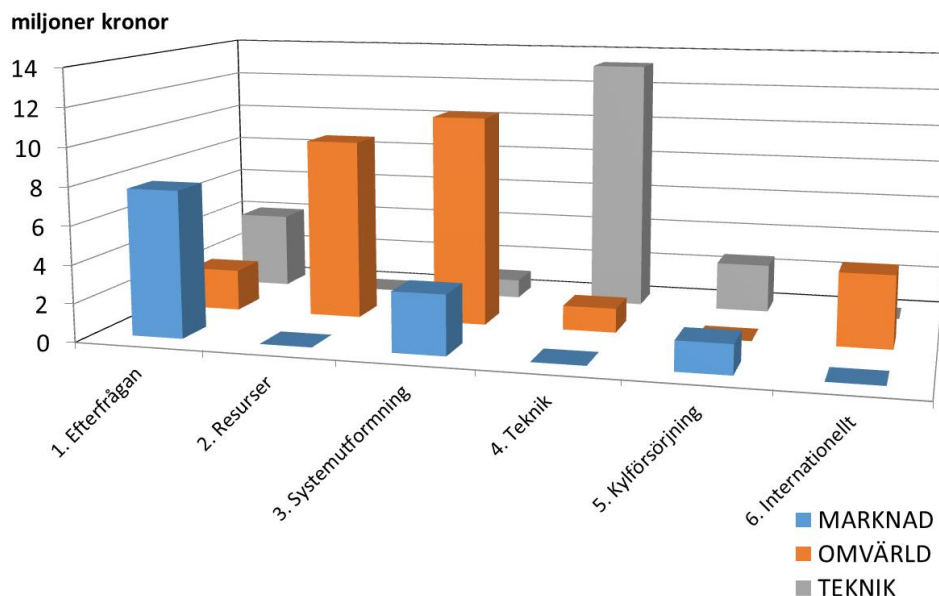
Kylförsörjning avser de två projekt som enbart handlar om fjärrkyla.

Internationellt avser de två projekt som har renodlade internationella perspektiv.

Dessa sex analysgrupper har valts för att fånga upp olika aspekter på energiomställningen inom forskningsprogrammet och en översikt redovisas i Tabell 2, medan fördelningen av projektfinansieringen för dessa analysgrupper och Fjärrsyns programområden redovisas i Figur 9. Insikt om projektfinansieringen är viktig eftersom det bara går att få avkastning i form av ny kunskap inom de ämnesområden som man satsar forskningspengar på. Alla 34 projekt från den tredje Fjärrsynsperioden kan anses ha betydelse för fjärrvärmens och fjärrkylans roll i energiomställningen. Därför har inget av de 34 projekten exkluderats från denna syntes med avseende på energiomställningen.

Tabell 2. Redovisning av antal projekt per analysgrupp med olika analysämnen och Fjärrsyns programområden. Syntesen i följande avsnitt följer denna indelning i analysgrupper och analysämnen.

Analysgrupp / Analysämne	Programområde			Totalt
	MARKNAD	OMVÄRLD	TEKNIK	
1. Efterfrågan	3	2	3	8
1a Energieffektivisering		2		2
1b Prismodeller	2			2
1c Digitalisering	1			1
1d Ny värmeanvändning			3	3
2. Resurser		6		6
2a Värmetillgångar		2		2
2b Energisystemintegration		2		2
2c Miljövärdering		2		2
3. Systemutformning	3	5	1	9
3a Värmelagring	1			1
3b Systemdesign	1	3	1	5
3c Nätintegration		1		1
3d Marknadsregler	1	1		2
4. Teknik		1	6	7
4a Teknikutveckling			3	3
4b Kvalitetssäkring		1	3	4
5. Kylförsörjning	1		1	2
6. Internationellt		2		2
Totalt	7	16	11	34



Figur 9. Redovisning av allokerad projektfinansiering per analysgrupp och Fjärrsyns programområden.

2.3 SAMMANSTÄLLNING AV BETYDANDE RESULTAT OCH SLUTSATSER INOM DELOMRÅDET

I detta avsnitt behandlas enbart aspekter på fjärrvärmens roll för energiomställningen. Aspekter med avseende på hållbarhet och kundperspektiv tas upp i efterföljande kapitel.

2.3.1 Efterfrågan

Totalt har åtta projekt anknytning till de fyra efterfrågerelaterade frågeställningarna. Dessa har haft en total projektfinansiering på 13,9 miljoner kronor under programperioden.

Energieffektivisering

Två projekt har anknytning till energieffektiviseringar hos kunderna.

Strategier för hållbar energieffektivisering (IVL) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Hagberg et al., 2017) och ingen publicerad vetenskaplig artikel, men ett manus är under färdigställande.

Fokus är ett integrerat systemperspektiv med både tillförsel och användning med Malmö fjärrvärmesystem som exempel och med ett långsiktigt tidsperspektiv fram till 2050.

Resultat är att lämpliga effektiviseringsåtgärder blir olika om koldioxidutsläppen ska minimeras i Malmö eller i världen. Om lokal fossilfrihet efterfrågas, så bör framtida värmeförsel baseras på stora värmepumpar i fjärrvärmesystemet. Om global minimering efterfrågas, så bör en hög kraftvärmeproduktion eftersträvas, ty

Sveriges elsystem är sammankollat med övriga Europa. Koldioxidmager elproduktion kan då ersätta koldioxidstinn elproduktion i våra grannländer. Dessutom är effektiviseringsåtgärder som reducerar hög vinteranvändning mer effektiva ur klimatsynpunkt än åtgärder som reducerar värmeanvändningen under övriga året, eftersom fjärrvärmens bastillförsel är mycket koldioxidmager.

Det är dock väl känt inom energiforskningen att vidare systemgränser ger betydligt större klimatvinster än snäva systemgränser.

Slutsats rörande energiomställning är att det är viktigare att Sveriges uttalade klimatmål inriktas på att lösa jordens klimatproblem än på att visa Sveriges "duktighet" inom klimatområdet. Med en global klimatsyn kan Sverige bli en nettoexportör av klimatsmart energitillförsel, vilket kommer att stärka vår egen välfärd. Detta ställer andra krav på vår egen energianvändning: ska vi se vår användning som klimatsnål eller ska vi värdera den som lika koldioxidstinn som våra grannars energianvändning.

Energieffektivisering i bostäder (WSP) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Pädam, Kvarnström, Larsson, & Persson, 2016) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus är ett integrerat systemperspektiv med avseende på inomhusmiljö, effektiviseringar och värmeförsel med Helsingborgs, Uppsalas och Östersunds fjärrvärmesystem som tre exempel och med ett kortsiktigt tidsperspektiv fram till 2020.

Resultaten visar att reducerade intäkter från förväntade effektiviseringar bara täcks av reducerade kostnader till 20-30 procent. Detta illustrerar väl att det är svårt att erhålla reella kostnadsbesparingar i fjärrvärmeanslutna byggnader. Dessa fjärrvärmesystem har ju byggts för att ersätta traditionell primär energitillförsel med värmeåtervinning från existerande värmeväxlare som saknar alternativ användning.

Begreppet inomhusmiljö har enbart analyserats kvalitativt, då kvantitativa samband med effektiviseringar och tillförsel helt saknas i rapporten. I kommande arbete bör den kortsiktiga ekonomiska analysen kompletteras med nyttan av frigjord kapacitet, som innebär att nya kunder kan anslutas utan nya kapacitetsinvesteringar. Denna komplettering av analysen mildrar de kortsiktiga konsekvenserna av energieffektiviseringar.

Slutsats rörande energiomställning är att det är långsiktigt viktigt för värmeleverantörer att energieffektiviseringar verkligen genomförs. Lägre värmebehov kommer att minska framtidens finansiella- och försörjningsrisker, då lägre framtida investeringar behövs och begränsade värmeresurser kan användas av fler. Här finns en tydlig målkonflikt mellan långsiktigt, strategiskt önskat förändringar och kortsiktigt förändrade kassaflöden.

Prismodeller

Två projekt har anknytning till prismodeller för bestämningar av kundernas avgifter för erhållen värme.

Kundernas uppfattning om förändrade prismodeller (Grontmij) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Gåverud, Sernhed, & Sandgren, 2016) samt i en vetenskaplig artikel (Sernhed, Gåverud, & Sandgren, 2017).

Fokus har varit att analysera kunders syn på fjärrvärmebolagens prismodeller och de förändringar som skett avseende dessa modeller. Utgångspunkten var att kunder ofta inte förstår prismodellers utformning eller funktion. Använd metod var totalt sex gruppintervjuer i anslutning till fjärrvärmesystemen i Sala-Heby, Botkyrka-Huddinge och Helsingborg.

Resultat visar att det finns en tydlig målkonflikt mellan kunderna och fjärrvärmebolagen. Kunderna visar liten förståelse för effekt- och flödesavgifter, eftersom de vill ha ett starkt fokus på höga rörliga energiavgifter som morot för egna effektiviseringar. Fjärrvärmebolagen vill ha robusta kassaflöden som kan betala genomförda investeringar.

Denna målkonflikt inte är någon nyhet, utan den har funnits i många decennier. Fjärrvärmebolagen har inte haft förmågan att förklara fjärrvärmens karaktär för sina kunder. Kunderna ser fortfarande fjärrvärme som en primär energitillförsel, medan fjärrvärmebolagen har gjort omfattande investeringar i att undvika primär energitillförsel.

Slutsatser rörande energiomställning är att kunder och värmeleverantörer måste ha gemensamma mål med prismodellerna för att kunderna ska ha förtroende för produkten fjärrvärme. Om detta förtroende svalnar, kommer fjärrvärmens betydelse för energiomställningen att minska.

Dynamisk prismekanism baserat på förutsägelsen av värmebehovet (Mälardalens högskola) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Li, Wallin, & Song, 2017) samt i en vetenskaplig artikel (Song, Wallin, & Li, 2017).

Fokus har varit att analysera metoder för dynamisk prissättning av fjärrvärme i förhållande till efterfrågan. Dynamiska värmelastprognoser ligger till grund för de dynamiska prismodellerna. Metoden utmanar dagens uppfattning att kortsiktiga marginalkostnader ska prägla de rörliga avgifterna, varvid de fasta kostnaderna delvis täcks. I de dynamiska prismodellerna ingår även fasta kostnader fullt ut i de rörliga avgifterna.

Resultat redovisas för fem olika prismodeller för fyra tillförselalternativ med olika kombinationer av fjärrvärme, elvärme och värmepumpar. Distributionskostnader för el ingår dock inte i dessa beräknade kundkostnader för uppvärmning.

Rapporten skulle tjäna på en enkel analys av hur fjärrvärmeföretagen ska täcka sina totala kostnader vid betydligt lägre intäkter från värmeförsäljning, ty i vissa allokeringsfall med låga värmeintäkter förväntas elen ta ansvar för högre kostnadsandelar. Dessa kostnader kan troligen inte täckas med nordiska elpriser. Det saknas även en koppling mellan den höga tidsupplösningen i modellen och den tidsupplösning med vilken kunderna reellt kan hinna påverka systemet.

Slutsatser rörande energiomställning är att projektet utforskar möjligheterna för att kunderna själva kan avgöra tillförseln med avseende aktuella kostnader för olika

alternativ. Mycket aktiva kunder kan tänka sig att välja en sådan lösning och därigenom få ökat förtroende för fjärrvärme.

Digitalisering

Enbart ett projekt har en tydlig anknytning till digitalisering.

Gröna IT-Innovationer för fjärrvärme (IMCG) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Emanuel et al., 2016) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att placera fjärrvärme i smarta telefoner och surfplattor i ett flertal demonstrationsmiljöer. Kärnan i projektet har varit att både kunder och värmeleverantör bättre kan överblicka och styra kundernas värmeanvändning genom den framtagna teknikplattformen. En del av projektet har handlat om hur digitalisering kan påverka fjärrvärmens affärsmodeller.

Resultat visar på omfattande arbeten med att implementera digitaliseringen genom den framtagna teknikplattformen inom ramen för befintliga kundinstallationer. Nyttor omfattar såväl förbättrad kommunikation mellan kunder och leverantörer som separata nyttor för både kunder och leverantörer. Ett annat resultat har varit ett verktyg för att övervinna svårigheten med att identifiera själva digitaliseringens verkliga långsiktiga värde.

Projektet har delvis fokuserat (Göteborgsdelen) på enbart privata småhuskunder, som inte tillhör fjärrvärmens primära kundsegment, som är flerbostadshus och lokaler. En annan komplettering av projektet skulle vara att även använda digitalisering för att snabbt identifiera kvantitativa och kvalitativa fel i värmeleveranserna.

Slutsatser rörande energiomställning är kunskaper om fjärrvärmens digitalisering är väsentliga för att öka dess effektivitet och komma närmare dess kunder.

Ny värmeanvändning

Tre projekt har anknytning till ny värmeanvändning.

Fjärrvärmedriven vattenrening i industrin (KTH) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (D. Woldemariam, Khan, Kullab, & Martin, 2016) samt i fyra kända vetenskapliga artiklar (D. Woldemariam, Kullab, et al., 2016), (D. Woldemariam, Martin, & Santarelli, 2017), (D. M. Woldemariam, Kullab, & Martin, 2017) och (D. Woldemariam, Kullab, Khan, & Martin, 2017).

Fokus har varit att analysera möjligheterna med att använda fjärrvärme för driva membrandestillering, som är en värmedriven vattenreningsprocess, i industriella tillämpningar. Relevanta industriprocesser har identifierats, systemanalyser har utförts inom tre industrier (Södertälje, Norrköping och Kalmar) och experimentella studier har genomförts för att förbättra värmeeffektiviteten i membrandestillering.

Resultat visar att nuvarande värmeeffektivitet i membrandestillering inte är tillräckligt hög för att kunna konkurrera med elbaserade vattenreningsmetoder som omvänd osmos m fl. Det krävs således ytterligare fortsatta utvecklingsinsatser för att förbättra metodens värmeeffektivitet.

Projektet ligger relativt tidigt i forsknings- och utvecklingsprocessen, varför direkt implementering i industriella tillämpningar kan dröja.

Slutsatser rörande energiomställning är att projektet visar att det finns många möjligheter att använda fjärrvärme utöver den traditionella användningen för att täcka byggnaders värmebehov.

Att använda fjärrvärme i industriprocesser (FVB) med avrapportering i två Fjärrsynsrapporter, dels i analysrapporten (Steen, Sagebrand, & Walletun, 2015) och dels i handboken (Steen, 2016), och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit detaljstudier av tre olika industriprocesser som kan använda fjärrvärme (betongproduktion, avfettning i måleriprocesser och avfuktning genom varmkondensering).

Resultat består av detaljerade beskrivningar av de tre analyserade industriprocesserna. Slutsatser levereras om att alla industriprocesser kan inte använda fjärrvärme, oftast stor miljönytta om fjärrvärme används, viktigt med allsidig kompetens vid fjärrvärmekonverteringar samt hård konkurrens från låga el- och oljepriser.

Handboken är väldigt tunn med enbart 18 sidor och två konkreta exempel. Det borde vara möjligt att skriva en motsvarande handbok med betydligt fler exempel, baserade på de faktiska leveranser som finns eller har diskuterats i Sverige för tillämpningar utöver traditionell byggnadsuppvärmning. Exempel på sådana andra tillämpningar är biogasprocesser, malttillverkning, lackerings-verkstäder, kväverening, markvärme inklusive fotbollsplaner och bangårdar, vitvaror, växthus, betongfabriker, högtemperaturvärmepumpar, virkestorkar, spannmålstorkar, pelletsfabriker, bussvärmare, färjor, isrinkar mm.

Slutsatser rörande energiomställning är att det är viktigt att fjärrvärmeföretagen aktivt identifierar möjliga industriella tillämpningar för att ersätta användning av fossila bränslen. Konkurrensläget för detta har blivit betydligt bättre under senare år genom att mindre industrier betalar högre koldioxidskatt numera, eftersom de är för små för att ingå i det europeiska utsläppshandelssystemet.

Värmedriven komfortkyla för mindre anläggningar (FVB) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Sagebrand, Zinko, & Walletun, 2015) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att sammanställa teknik och driftserfarenheter från små absorptionskylmaskiner som tidigare har utvärderats i solvärmesammanhang. Dessutom har fyra olika kommersiella aggregat simulerats vid användning i svenska fjärrvärmesystem. Resultat från simuleringarna avser termiska värmefaktorer, täckningsgrader, värme- och elbehov, returtemperaturer samt flöden.

Resultat och slutsatser avser rekommendationer, teknikval, systemutformning, drift, effektivitet, lönsamhet och marknadsaspekter. Små värmedrivna kylmaskiner är dock fortfarande dyrare än konventionella kylmaskiner även vid höga elpriser.

Tekniken inte ännu är helt färdigutvecklad på grund av en generellt låg efterfrågan i Europa. Tekniken tillhandahålls enbart av små nisch tillverkare med ovanliga varumärken som Nova, Yazaki, SorTech och Invensor.

Slutsatser rörande energiomställning är att projektet redovisar en potentiell framtida teknik för att ersätta traditionell elanvändning för komfortkyla med små fjärrvärmedrivna kylmaskiner.

2.3.2 Resurser

Totalt har sex projekt anknytning till de tre frågeställningarna (värmertilgångar, energisystemintegration och miljövärdering) kring tillförselresurser. Dessa har haft en total projektfinansiering på 9,5 miljoner kronor under programperioden.

Värmertilgångar

Två projekt har anknytning till värmertilgångar med anknytning till biomassa och avfall, som tillsammans står för en stor andel av den nuvarande värmertilförseln till svenska fjärrvärmesystem.

Biomassa - systemmodeller och målkonflikter (Luleå tekniska universitet) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Krook Riekkola, Wetterlund, & Sandberg, 2017) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att analysera den framtida tillgängligheten av och konkurrensen om biobränslen från ett fjärrvärmeperspektiv. Som verktyg har etablerade energisystemmodeller använts. Syftet har varit att identifiera målkonflikter mellan fjärrvärmertilämpningar (som t ex kraftvärmeverk) och behov av drivmedel inom transportsektorn. Modellerna har vidareutvecklats för att förbättra representationen av biomassa i de svenska energisystemanalyserna.

Resultat visar att biomassan kommer att spela en viktig roll för att nå klimatmål, men det är inte entydigt vad som är bästa användning av biomassan. Det är dock mer kostnadseffektivt att integrera drivmedelsproduktion med skogsindustrier, vilket medför att dessa kommer att leverera mindre el från sina egna biobaserade kraftvärmeverk.

En fortsatt studie bör även inkludera den framtida konkurrensen från användning av biomassa som råvara till den petrokemiska industrin. Analysen är relativt kortsiktig då den endast avser det svenska energisystemet utan omfattande handel med råvaror och produkter över Sveriges gränser. En stark framtida utländsk efterfrågan på biomassa, förnybar el, biodrivmedel och petrokemiska produkter kan med andra ord resultera i en betydligt högre konkurrens om den svenska biomassan än vad projektet har analyserat.

Slutsatser rörande energiomställning är att de svenska fjärrvärmesystemen idag är starkt beroende av biomassa som ursprunglig energiresurs i sin värmertilförsel. Det kan finnas anledning till att fundera på vad "plan B" skulle kunna vara för de svenska fjärrvärmesystemen om en stark utländsk efterfrågan uppstår för biobaserade råvaror och produkter från Sverige.

Ökad acceptans för energiåtervinning (Profu) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Bisaillon, Sahlin, & Sundberg, 2017) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att spegla miljöpåverkan från avfallsförbränning med el- och värmeproduktion från ett systemperspektiv. Många miljövärderingsmetoder för energianvändning har inga rutiner för allokering av nyttor och miljöpåverkan från avfallsförbränning, vilket medfört att de behandlar avfallsförbränning som en primär värmeproduktionsmetod med avfall som bränsle.

Resultat visar att det är svårt att kommunicera nytta och miljöpåverkan från avfallsförbränning, då denna har anknytning till såväl avfallshanteringssystemet som till elsystemet och fjärrvärmesystemen. Denna komplexitet är svår att överblicka och inse för många miljöanalytiker, som föredrar förenklade förklaringsmodeller. Projektet föreslår ändå en komplex redovisning av klimatpåverkan och primärenergi från ett konsekvensperspektiv, som förutsätter en detaljerad analys med datoriserade modeller. Utmaningen ligger i att sammanfatta en intelligent och komplex synergi som avfallsförbränning med el- och värmeproduktion på ett enkelt sätt.

Projektet tillämpar inte strikt "Polluter Pays Principle-PPP" i sina allokeringar av nyttor och miljöpåverkan. Denna är en metodaspekt som man delar med reglerna för internationell energistatistik (IEA, Eurostat och FN) och för redovisning av fossila koldioxidutsläpp (IPCC). Detta betyder att problemet som projektet har arbetat med är internationellt och att det också behöver lösas med internationella överenskommelser. Om PPP tillämpades strikt skulle avfall för el- och värmeförsörjning ha noll primärenergianvändning och noll koldioxidutsläpp. Då måste avfallssektorn ta ansvar för dessa utsläpp, eftersom det är där avfallsproblemet uppstår. I energistatistiken skulle då denna el- och värmeförsörjning klassas som värmeåtervinning utan egen primärenergianvändning.

Slutsats rörande energiomställning är att värmeåtervinning från avfallsförbränning som avfallsbehandlingsmetod är mycket betydelsefull i dagens svenska fjärrvärmesystem. Synen bör vara att värme från avfallsförbränning ska ses som en värdefull resurs som bör användas på ett förnuftigt sätt om den finns. Det måste vara avfallssektorn som tar det fulla ansvaret för en långsiktigt effektiv avfallshantering med låga avfallsflöden till förbränning och deponier.

Energisystemintegration

Två projekt har anknytning till energisystemintegration. Dessa har haft samma utförare, då det andra projektet har varit en fortsättning på det första projektet.

El och fjärrvärme - samverkan mellan marknaderna (Profu) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Sköldberg, Unger, & Holmström, 2015) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att analysera den svenska fjärrvärmens roll inom det nordeuropeiska elsystemet när det får en högre andel av variabel eltilförsel. Analyserna har kompletterats med simuleringar av fjärrvärmesystemen i

Jönköping, Skara, Göteborg och Kalmar för att förstå hur olika strukturer av värmeförsörjning påverkas.

Resultat visar att det krävs stora volymer vindkraft i Sverige för att det ska påverka elpriserna i Nordeuropa. Detta beror på den stora andelen lagringsbar vattenkraft som finns i elsystemet. Vid höga andelar vindkraft kommer elproduktion i kraftvärmeverk att minska, men elen kommer att produceras vid tider med högre elpriser. Värme från elpannor och värmepumpar kommer öka marginellt, då värme från industriell spillvärme och avfallsförbränning fortfarande prioriteras, eftersom den höga elskatten sänker den elbaserade värmeförsörjningens konkurrenskraft. Detta betyder att Sverige långsiktigt kan absorbera mycket stora volymer vindkraft genom kombinationen av lagringsbar vattenkraft och fjärrvärmesystem som båda snabbt kan absorbera överskottsel under blåsiga dagar.

I en fortsatt studie bör även effekter av dygns- och säsongslagring av värme ingå i analyserna. Om detta inkluderas kommer mer värme att kunna tas emot i värmepumpar och elpannor samtidigt som mer värme kan genereras i kraftvärmeverk. Dessa förändringar kommer att bli möjliga utan att alltför mycket påverka värmeförsörjningen från annan värmeförsörjning som industriell spillvärme och avfallsförbränning.

Slutsatser rörande energiomställning är att ytterligare energisystemintegration är en viktig aspekt av de framtida marknadsvillkoren för framtidens fjärrvärmesystem. Detta är också en av de fem egenskaperna hos fjärde generationens fjärrvärmesystem enligt definitionen i (Lund et al., 2014).

El och fjärrvärme – samverkan mellan marknaderna, etapp 2 (Profu) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Sköldberg, Unger, & Holmström, 2017) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit fyra kompletterande modellanalyser utöver de sex analysfall som presenterades i föregående projekt. De fyra nya analysfallen utgörs av dels mer variabel vindkraft eller dels mer planerbar biokraft, med två varianter där ingen kärnkraft finns kvar, för två av modellsystemen (Jönköping och Göteborg).

Resultat visar små skillnader i elpris mellan ny variabel eller planerbar elproduktion. Däremot erhålls högre elpriser för analysfallen utan kärnkraft.

Slutsatser rörande energiomställning är att detta projekt ger några fler nyanser kring energisystemintegration i förhållande till föregående projekt.

Miljövärdering

Två projekt har anknytning till miljövärdering av fjärrvärmens resursanvändning. Dessa har haft samma utförare, då det andra projektet har varit en fortsättning på det första projektet.

Värdering av energilösningar i byggnader (IVL) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Gode et al., 2015) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit använda en hög tidsupplösning vid miljövärdering för användning av fjärrvärme. Metodiken bygger på en matchning av en kunds högupplösta

beräknade värmeanvändning med värmeleverantörens högupplösta verkliga värmeförsörjning. Denna komplexa procedur bygger totalt på åtta steg. Syftet är att skatta miljöpåverkan för alla möjliga fall av värmeanvändning utöver den genomsnittliga värmekunden.

Resultat visar att det finns behov en tidsupplöst miljövärdering för fjärrvärme då det för närvarande finns en stark tidsmässig koppling mellan värmeförsörjning och värmeanvändning. Det beror på att värmelagring på säsongsbasis inte tillämpas. Däremot är behovet lägre för en tidsupplöst miljövärdering av el i Sverige då andelen lagringsbar vattenkraft är hög.

I fortsatta studier bör förutsättningar som finns för att fjärrvärmekunder ska acceptera denna typ av komplexa miljövärderingsmetoder inkluderas. Troligen kommer dessa metoder bara att förstås och diskuteras av experter och forskare. Om det kommer bli vanligt med säsongslagring i framtiden kommer behovet av dessa komplexa miljövärderingsmetoder att försvinna för då har den tidsmässiga kopplingen mellan värmeförsörjning och värmeanvändning upphört.

Slutsatser rörande energiomställning är att miljövärdering efterfrågas av kunder för de ska kunna känna sig trygga med sitt val av uppvärmningsalternativ. De behöver helt enkelt en förenklad översättning av en komplex verklighet.

Miljövärdering av energilösningar i byggnader, etapp 2 (IVL) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Gode et al., 2017) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att vidareutveckla den högupplösta miljövärderingsmetoden som togs fram i föregående etapp av projektet, som nu benämns som tidsstegsmetoden. Exempel på dessa ytterligare utvecklingssteg är analys av energieffektiviseringsåtgärder, fjärrkyla och andra miljöaspekter än klimatpåverkan.

Resultat är främst att tidsstegsmodellen nu är mer fullständig och att modellen kan "bidra till mer välgrundade beslut vid renovering och nybyggnation av fastigheter" enligt Fjärrsynsrapportens avslutande slutsatskapitel.

Det är dock svårt att komma med generella nationella slutsatser utifrån studien då fjärrvärmesystem är lokala till sin karaktär med mycket olika tillförselstrukturer. Det är ju inflytandet av dessa lokala villkor som är modellens styrka.

Slutsatser rörande energiomställning är den svenska fjärrvärmens inte är homogen och därför kan simuleringsmodeller som kan beskriva dess mångfald behövas.

2.3.3 Systemutformning

Totalt har nio projekt anknytning kring systemutformning av fjärrvärmesystem med de fyra analysämnena värmelagring, systemdesign, nätintegration och marknadsregler. Dessa har haft en total projektfinansiering på 15,1 miljoner kronor under programperioden.

Värmelagring

Ett projekt har anknytning till värmelagring

Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme (DEVCCO) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Nilsson, Hargö, Cygnaeus, Räftegård, & Rosén, 2016) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att analysera förutsättningarna för säsongslager nära relativt stora värmekunder. Tekniskt och ekonomiskt värderas lokala borrhålslager som använder mellantemperaturer och där dessa lager fylls på med fjärrvärme av spillkaraktär under sommaren. Mellantemperaturerna behöver dock inte vara ett större problem, då kundsystem normalt har lägre temperaturkrav än vad fjärrvärmesystem är byggda för. Användning av mellantemperaturer medför att inga värmepumpar behöver användas för att slutligen använda värmen i värmelagren.

Resultat för tre olika typbyggnader visar svagt positiva nuvärden för de flesta fall i känslighetsanalysen. De ekonomiska resultaten beror starkt på att sommar-spillvärme får köpas in till mycket låga priser. En nackdel för tekniklösningens lönsamhet att ungefär hälften av inköpt värme till borrhålslagren förloras som värmeförluster från lagren.

Den gängse uppfattning har varit att centrala värmelager är betydligt mer kostnadseffektiva än lokala värmelager, men då förutsätts att de arbetar med samma temperaturer. Den undersökta lagerlösningen har dock en lägre temperaturnivå än typiska centrala värmelager.

Slutsatser rörande energiomställning är att projektet indirekt visar på svagheten med de höga distributionstemperaturerna i dagens svenska fjärrvärmesystem.

Systemdesign

Fem olika projekt har anknytning till systemdesign.

Små värmekällor - kunden som prosument (Lunds universitet) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Lennermo, Lauenburg, & Brange, 2016) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att kvalitetssäkra inmatning av lokala värmekällor i fjärrvärmenät. Problemet har varit att det rådande differenstrycket mellan retur- och framledning är starkt varierande i tiden. Detta ger stora pendlingar i leveransflöde och framtemperatur från den lokala värmekällan, som t ex kan vara en solfångaranläggning.

Resultat visar att två olika reglersystem kan användas för att få ett stabilt leveransflöde. Det ena är flödesreglerat och det andra är temperaturreglerat. Det förstnämnda alternativet passar bäst när värmekällan ska ha en så låg temperatur som möjligt, medan det andra alternativet ska användas när värmekällan kräver en given returtemperatur eller när hela temperaturhöjningen inte kan levereras av den lokala värmekällan.

Det finns inte några principiella hinder för lokal inmatning av lokala värmekällor i fjärrvärmenät avseende dess övergripande reglering med fyra oberoende reglerfunktioner. Det analyserade hindret har varit att få den varvtalsstyrda lokala pumpen att ge ett stabilt flöde vid varierande differenstryck.

Slutsatser rörande energiomställning är att lokala inmatningar av värmekällor ligger väldigt nära fjärrvärmens grundläggande affärsidé om att det främst är en återvinningsindustri.

Utveckling av resurseffektiva fjärrvärmesystem (Linnéuniversitetet) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Gustavsson, Dodoo, & Le Truong, 2017) samt i tre vetenskapliga artiklar (Dodoo, Tettey, & Gustavsson, 2017a, 2017b; Truong, Dodoo, & Gustavsson, 2015).

Fokus har varit att öka förståelsen kring fjärrvärmens konkurrenskraft i avvägningen mellan energieffektiviseringsåtgärder i anslutna byggnader och dagens/framtida värmeförsel i fjärrvärmesystemen. Denna avvägning bygger på analyser av fjärrvärmesystemen i Helsingborg, Växjö och Ronneby.

Resultat visar att föreslagna energieffektiviseringar ger reduktioner av värmeanvändningen med 35-50 procent. Dessa energieffektiviseringar ger relativt höga reduktioner av primärenergiförseln i dagens system, eftersom marginell värmeförsel har högre primärenergifaktorer än den genomsnittliga värmeförseln. Framtida värmeförsel ger dock ännu högre primärenergireduktioner för dessa energieffektiviseringar.

Analyserna har en stark anknytning till användning av enbart biobränslen med höga andelar av direkt användning i värmepannor. Detta har givit höga primärenergifaktorer för de analyserade systemen, vilket strider emot fjärrvärmens grundläggande affärsidé om att fjärrvärme främst är en återvinningsindustri. Detta förklarar att projektet redovisar höga primärenergireduktioner för planerade energieffektiviseringar i byggnaderna avseende framtida värmeförsel.

Slutsatser rörande energiomställning är att framtidens fjärrvärmesystem behöver ha en mer utvecklad mångfald i värmeförseln än vad som analyseras i detta projekt. Mångfalden sprider riskerna angående framtidens värmeresurser.

Storskalig styrning av fjärrvärme (Linköpings universitet) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Rosén & Ödlund, 2017) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att analysera hur fem olika systemmodifieringar av ett befintligt fjärrvärmesystem (Linköping) kan förändra effektivitet och koldioxidutsläpp. Dessa förändringar påverkar elutbyten och värmeutbyten i systemets kraftvärmeverk och rökgaskondenseringar.

Resultat bygger på analyser av de fem modifieringarna som bygger på kombinationer av väsentligt lägre returtemperaturer (omkring 30 grader istället för dagens nivå på 50 grader), mer effektiv elproduktion, nyinstallation av värmepump och väsentligt reducerad elproduktion. Förändrad energiförsel och tillhörande koldioxidutsläpp redovisas för de fem olika systemmodifieringarna.

Verktygen för att få en radikalt lägre returtemperatur i nätet skulle kunna redovisas mer i detalj. I nuvarande studie finns detta endast beskrivet som "nedreglerad returtemperatur" och "fler lågtemperaturkunder". Det ekonomiska motivet för en mer effektiv elproduktion är oklar och relateras endast som lika med AEB:s avfallsförbränningsanläggning i Amsterdam.

Slutsatser rörande energiomställning är att projektet berör en mycket viktig systemegenskap för fjärrvärmesystem, nämligen att värmeförsörjningen blir mer effektiv om lägre nättemperaturer används.

Nya lösningar för fjärrvärme i miljonprogramsområden (Uppsala universitet) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Åberg et al., 2017) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att ta fram en strategi för energiomställning till fjärde generationens fjärrvärmeteknik (4GDH) på områdesnivå i flerbostadshus byggda under det svenska miljonprogrammet. Möjliga delar av en strategi exemplifieras för ett större bostadsområde i Uppsala med 832 lägenheter och nuvarande värmebehov på omkring 11 GWh per år. Nuvarande elbehov skattas till drygt 2 GWh per år.

Resultat omfattar halverade värmeanvändningar, högre elanvändning för FTX och elbilar, olika storlekar på lokalt säsongsvärmelager, lägre temperaturer och färre parallella ledningar i lokalt distributionsnät, lägenhetscentraler, solceller och elbilspool. Dessutom levereras en analys av samhällseliga förutsättningar för övergång till 4GDH.

Projektet presenterar enbart olika uppslag som kan tänkas ingå i en möjlig strategi för införande av 4GDH i befintliga svenska flerbostadshus. En fullt utarbetad och konkret strategi levereras inte.

Slutsatser rörande energiomställning är att idéer och erfarenheter av fjärde generations fjärrvärmeteknik är viktiga för den svenska fjärrvärmens framtida konkurrenskraft.

Resurseffektiva städer (Luleå tekniska universitet) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Söderberg, Söderholm, & Wårell, 2017) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit en retrospektiv studie av hur politiska, ekonomiska och tekniska faktorer har samverkat i resurseffektiva lokala energisamarbeten mellan energiföretag och industrier. Främst har restvärmeåtervinning studerats. Tre avgränsade forskningsfrågor har styrts studien, varvid den första handlade om förekomsten av dessa samarbeten, den andra handlade om vilka drivkrafterna har varit medan den tredje handlade om den offentliga sektorns roll.

Resultat från den första forskningsfrågan medförde att femton typiska samarbeten identifierades och tre samarbeten detaljstuderades vidare (Luleå, Varberg och Köping). Lärdomar från den andra forskningsfrågan om drivkrafter är vikten av en neutral part vid kontraktsutformning, tydliga samhällsekonomiska motiv och en öppen attityd till lokal samverkan. Det offentliga ansvaret i den tredje forskningsfrågan ligger i att politiska mål verkligen följs upp med tydliga styrmedel för måluppfyllelsen. Ytterligare slutsatser är att efterfrågans stora variationer och behovet av reservkapacitet verkligen beaktas i samarbetet.

Typiska hinder för restvärmesamarbeten har inte varit i fokus i projektet. Fokus har istället varit att identifiera framgångsfaktorerna i lyckade samarbeten.

Slutsats rörande energiomställning är att det finns ett stort behov av restvärme-samarbeten med industrier i världens fjärrvärmesystem för att delvis ersätta fossilbaserad kraftvärme, som idag dominerar värmeförsörjningen.

Nätintegration

Ett projekt har anknytning till nätintegration, som innebär att integrations-ledningar byggs mellan olika fjärrvärmesystem för att tillsammans få lägre rörliga kostnader.

Regionala fjärrvärmesamarbeten (WSP) med avrapportering i två Fjärrsynsrapporter (Liljeblad, Jansson, & Nohlgren, 2015) och (Nohlgren, 2017) samt ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att få en kunskapsöversikt kring befintliga, planerade och potentiella regionala fjärrvärmesamarbeten i Sverige. Information har samlats in genom enkäter och intervjuer.

Resultat visar att de finns tolv etablerade och tio potentiella nya samarbeten, varav två avsåg utbyggnader av etablerade regionsamarbeten. Regionsamarbeten drivs av att det finns många timmar under året med skillnader i rörliga produktionskostnader mellan samverkande fjärrvärmesystem. Allt för lika produktionskostnader ger inga incitament för integrationsledningar.

Många svenska städer är dock små och de ligger långt från nästa stad, vilket minskar potentialen för integrationsledningar. Den ekonomiska drivkraften i integrationsledningar bygger på att kostnaden är proportionell mot diametern, medan möjlig överförbar värmemängd är proportionell mot kvadraten på diametern. Detta betyder att större värmemängder kan överföras längre sträckor än mindre värmemängder vid samma givna ekonomiska produktionsförutsättningar.

Slutsatser rörande energiomställning är att effektiva regionsamarbeten stärker fjärrvärmens ekonomiska konkurrenskraft. Integrerade fjärrvärmesystem är också mer robusta med avseende på förändrade omvärldsvillkor då de ofta har flera olika tillförselmetoder. Ändrade körordningar inom systemet kan då mildra konsekvenserna av nya omvärldsvillkor genom att dyrare anläggningar får kortare drifttider och billigare anläggningar får längre drifttider.

Marknadsregler

Två projekt har anknytning till marknadsregler.

Termodynamisk värdering av energianvändning i byggnader (Mälardalens högskola) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (O. Eriksson, Karlsson, & Thygesen, 2017) samt i två vetenskapliga artiklar (Thygesen, 2017) och (Thygesen & Karlsson, 2017).

Fokus har varit att besvara fem frågeställningar kring Boverkets byggregler rörande begrepp som definitioner av energikvaliteter för byggnader, viktningsfaktorer, hushållselens roll, aktiv tillförsel av solenergi och definition av värme från värmepumpar.

Resultat och slutsatser relateras till både Boverkets nya byggregler och EU-direktiven om energieffektivitet och byggnaders energiprestanda. Energikvaliteter beaktas ej i EU:s föreslagna regler för primärenergifaktorer, exempel ges på viktningsfaktorer från andra nordiska länder, hushållsel bör ha en separat redovisning då alternativ tillförsel inte finns, aktiv tillförsel av solenergi räknas på olika sätt beroende på hur den tillförs samt att både energieffektiviseringsdirektivet och Boverket ser allt värmeuttag från omgivningen som solenergi.

Det framgår dock inte fullt ut av projektets slutrapport hur en termodynamisk värdering av energi- och miljövärdering ska utformas.

Slutsatser rörande energiomställning är att trubbiga och felfokuserande regelsystem kan försvåra en effektiv energiomställning. Boverkets byggregler (BBR) är ett exempel på ett regelsystem som snedvrider förutsättningarna för olika uppvärmningsalternativ.

Det reglerade fjärrvärmeavtalet, etapp tre (Göteborgs universitet) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Hult, 2016) och ingen publicerad vetenskaplig artikel. Projektet har utgjort en avslutning ett längre projekt som startade med förstudien Fjärrvärmelagens dispositivitet i förhållande till näringsidkare (Fjärrsynsrapport 2009:23) och sedan fortsatte med de två tidigare etapprapporterna (Fjärrsynsrapporterna 2011:12 och 2013:13).

Fokus har varit att analysera Fjärrvärmelagen med avseende på kundernas förtroende för fjärrvärme. En genomgående struktur är att skillnad görs mellan personligt förtroende (för fjärrvärmeföretagen) och systemförtroende (för fjärrvärme som uppvärmningsform).

Resultat utgörs av rekommendationen att kundkollektivet delas upp i två kategorier i Fjärrvärmelagen och att regleringen för den ena kategorin utformas med personligt förtroende som målsättning och att reglering för den andra kategorin utformas med systemförtroende som målsättning.

Projektet lämnar inget förslag på den svåra frågan om hur kundkollektivet ska delas mellan de två förtroendeperspektiven eller hur denna uppdelning ska formuleras i lagtext.

Slutsatser rörande energiomställning är att en förtroendeskapande lagreglering måste finnas för fjärrvärmerna i Sverige med tanke på de höga marknadsandelar som fjärrvärmerna har i flerbostadshus och lokaler.

2.3.4 Fjärrvärmeteknik

Totalt har sju projekt anknytning till de två teknikfrågorna om teknikutveckling och kvalitetssäkring. Dessa har haft en total projektfinansiering på 14,6 miljoner kronor under programperioden.

Teknikutveckling

Tre projekt har anknytning till teknikutveckling

Kombinerad fjärrvärme- och fjärrkyleanslutning i byggnader (Lunds universitet) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Frederiksen, Wollerstrand, Tvärne, & Rubenhag, 2016) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att genom omfattande och detaljerade studier se möjligheter till mer integrerade fjärrvärme- och fjärrkylecentraler, där dessa fusioneras ihop till kundcentraler. Fem olika typer av kundcentraler med olika syften presenteras (sorption hybrid, dubbla batterier i ventilationen, selektiv recirkulation av returluft, högtemperaturkylning av datorcentraler och pandemikoppling).

Resultat visar att integrerade kundcentraler kan bli billigare i framtiden, då dubblade funktioner kan elimineras. Den gemensamma nämnaren för de fem förslagen är att de siktar på bättre inneklimat samtidigt som effektiviteten i värme- och kylleveranserna höjs. Text kan dagens problem med torr luft under vinterhalvåret lösas med mer fuktig luft.

Integrerade kundcentraler kan introduceras i lokaler där komfortkyla efterfrågas. De föreslagna kundcentralerna har troligen en begränsad efterfrågan i svenska bostäder, där komfortkyla har en låg efterfrågan.

Slutsatser rörande energiomställning är att de föreslagna tekniklösningarna kan få en betydande användning i länder där det finns efterfrågan för både uppvärmning och komfortkyla under ett år.

Livslängd och statusbedömning av fjärrvärmenät (Chalmers) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Adl-Zarrabi, Berge, Liden, Domhagen, & Ramnäs, 2017) och en vetenskaplig artikel (Berge, Hagentoft, & Adl-Zarrabi, 2016).

Fokus har främst varit att analysera livslängder och statusbestämningar av fjärrvärmenät genom fältmätningar, laboratorieförsök och beräkningar. Detta har skett genom utveckling av hybridisolerade fjärrvärmerör och en icke-förstörande metod för statusbestämning med inslag av kvalitetssäkring genom livslängdsuppskattningar.

Resultat visar att hybridisolering med vakuumpaneler kan minska värmeförlusterna med 50 procent för enkelrör och 30 procent för dubbelrör. Den framtagna metoden med avsvälning visar lovande resultat och bör prövas i fälttester. Mätresultat från den långsiktiga mätstationen i Hisings-Backa visar på begränsade prestandaförluster, vilket nu kan användas för mer precisa livslängdsuppskattningar.

Värmeförluster är inte så kostsamma i fjärrvärmenät, eftersom de rörliga kostnaderna för värmeförseln är relativt låga. Ytterst är det ju ägaren av värmeförseln som betalar värmeförlusterna i ett fjärrvärmenät, då slutkundernas betalningsförmåga för denna värmeförsel urholkas med värmeförlusterna. Låga värmeförluster är således ett primärt intresse för den som tillför värme till ett fjärrvärmesystem.

Slutsatser rörande energiomställning är att det är mycket viktigt att bibehålla långlivade fjärrvärmenät för att långsiktigt ha konkurrenskraftiga fjärrvärmesystem.

Framtida fjärrvärmeteknik (Högskolan i Halmstad) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Averfalk & Werner, 2017) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att definiera och simulera en teknislösning som kan uppfylla visionstemperaturerna 50 och 20 grader i nätens fram- och returledning för fjärde generationens fjärrvärmeteknik.

Resultat visar på en modifiering av tredje generationens teknik för bostäder med ett tredje rör, lägenhetscentraler för flerbostadshus samt längre värmeväxlande ytor i fjärrvärmecentraler och radiatorsystem. Teknislösningen har simulerats för ett befintligt villaområde i Linköping genom 200 olika driftsfall bestående av olika specifika värmebehov och olika termiska längder för använda värmeväxlare. Ett flertal demoprojekt planeras för den definierade teknislösningen.

Projektet har enbart studerat teknislösningar för nybyggda bostäder har analyserats. Avgränsningen har varit att inte behandla befintliga fjärrvärmesystem eller andra kundgrupper än bostäder.

Slutsatser rörande energiomställning är fjärrvärmekniken måste vidareutvecklas för att effektivt stödja och upprätthålla energiomställningen. Projektet är ett inledande försök för att långsiktigt halvera temperaturnivåerna i Europas fjärrvärmesystem.

Kvalitetssäkring

Fyra projekt har anknytning till kvalitetssäkring av befintliga installationer, som är en del av det betydligt vidare begreppet "asset management".

Riskhantering för underhåll av fjärrvärmesystem (Grontmij) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Sernhed, Jönsson, & Olsson, 2015) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att ge en kunskapsöversikt omkring underhåll av befintliga fjärrvärmesystem. Syftet var att erbjuda ett referensmaterial för planering av underhåll och förnyelse av fjärrvärmeledningar. Informationen har inhämtats genom en workshop och ett flertal fjärrvärmeföretag.

Resultat visar på att ålder, ledningstyp, dimension, störningskänsliga kunder, skadestatistik, markmiljöer, arbetsmiljö och säkerhet beaktas idag vid underhållsplanering. En problemställning som identifierades var att begreppet avbrott i fjärrvärmeleverans inte har en tydlig definition. Detta medför att begreppet leveranssäkerhet inte kan kvantifieras.

Frågeställningar berör främst de fjärrvärmesystem som startade tidigt. Sent tillkommande system efter 1985 har nästan uteslutande använt prefabricerade plastmantelledningar som har uppvisar mycket få avvikelser och därigenom förväntas de få låga underhållskostnader under de kommande decennierna (enligt nuvarande kunskapsnivå).

Slutsatser rörande energiomställning är att det är mycket viktigt att bibehålla långlivade fjärrvärmesystem för att långsiktigt ha konkurrenskraftiga

fjärrvärmesystem, speciellt med hänsyn till att dagens fjärrvärmenät har ett återanskaffningsvärde på omkring 100 miljarder kronor.

Temperaturmätning i vätskeflöden ((SP) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Ljungblad, Franzén, & Holmsten, 2015) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att värdera nyttan med att använda värmeledande pasta mellan dyrkrör och temperaturgivare i värmemätningen. Om nyttan skulle vara låg, så skulle användning av värmeledande pasta kunna fasas ut, vilket skulle ge lägre hanteringskostnader. Nyttan har skattats genom att identifiera felvisningar av temperaturmätningar med och utan värmeledande pasta.

Resultat visar att felvisningen kan bli stor i vissa driftfall med snabba förändringar av varmvattenberedning. Detta medför att rekommendation om användning av värmeledande pasta behövs även i fortsättningen.

Projektet har inte beaktat långtidseffekterna med torkad pasta som ger sämre värmeledning till temperaturgivaren. Detta utgör ett förslag till fortsatt arbete.

Slutsatser rörande energiomställning är att korrekt värmemätning är ett mycket viktigt villkor för att bibehålla ett högt förtroende för fjärrvärme.

Livslängd för fjärrvärmerör (SP) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Yarahmadi, Jakobowicz, & Vega, 2017) samt i en vetenskaplig artikel (Yarahmadi, Vega, & Jakubowicz, 2017).

Fokus har varit att hitta en mer tillförlitlig metod för livslängdsbestämning för polyuretanskum, som används som isolering i prefabricerade fjärrvärmeledningar. Behovet av en ny metod finns eftersom det har visat sig att den tidigare använda metoden har byggt på Arrhenius ekvation, som nu visar sig inte beskriva åldringen så väl.

Resultat från laboratorieförsök visar att nedbrytningen av polyuretan sker i tre steg, varvid värmeledningsförmågan förbättras med högre värmeförluster som följd. Det finns inte tillräckligt med kunskap för att föreslå en ny modell för livslängdsbestämningar. Det behövs mer forskning för att erhålla mer indata till en sådan modell. Detta har varit det första projektet i en planerad serie av tre projekt om problemet.

Projektrapporten visar att polyuretanskum åldras snabbare vid högre temperaturer. Detta betyder att succesivt förväntade lägre temperaturnivåer i svenska fjärrvärmesystem förlänger livslängderna för befintliga ledningar ytterligare.

Slutsatser rörande energiomställning är att det är mycket viktigt att bibehålla långlivade fjärrvärmenät för att långsiktigt ha konkurrenskraftiga fjärrvärmesystem.

Framtida värmebehov, etapp två (Högskolan i Halmstad) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Gadd & Werner, 2015b) samt i två vetenskapliga artiklar (Gadd & Werner, 2014, 2015a). Projektet var en ettårig avslutande fortsättning på

ett 4-årigt projekt under föregående programperiod med avrapportering i (Gadd & Werner, 2013).

Fokus ha varit att identifiera och dokumentera förbättringspotentialer i befintliga fjärrvärmecentraler för att kunna effektivisera framtida fjärrvärmesystem. Det är ju fjärrvärmecentralerna som sätter temperaturnivåerna i fjärrvärmesystemen

Resultat består av nyckeltal för typiska dygnsvariationer, felfrekvenser och feltider för fjärrvärmecentraler samt en utvecklad metodik för datoriserade felsökningar i fjärrvärmecentraler. Detta projekt har fått en fortsättning i SeMI (Self-Monitoring for Innovation), som är ett KK-projekt på Högskolan i Halmstad mellan 2016 och 2020. Syftet med detta efterföljande projekt är att digitalt implementera de insikter som Fjärrsynsprojektet har givit.

Detta projekt har kvantifierat problemen med kvalitetsfel i fjärrvärmesystem. Problemen identifierades dock redan på 1980-talet. Lösningen till problemen måste finnas i den framtida digitaliseringen av fjärrvärmesystemen.

Slutsatser rörande energiomställning är fjärrvärmesystem måste arbeta utan kvalitetsfel för att långsiktigt bli mer effektiva.

2.3.5 Kylförsörjning

Endast två projekt har haft renodlad anknnytning till kylförsörjning. Dessa har haft en total projektfinansiering på 4,1 miljoner kronor under programperioden.

Fjärrkyla - framtida design och standard (SP) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Sällström, 2016) och ingen publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit analyser och mätningar av temperaturfält kring fjärrkyleledningar för att bättre förstå dess kylförluster, speciellt i miljöer med förhöjda marktemperaturer. Detta innebär att projektet har haft en något smalare inriktning än vad den mer generella rapporttiteln uttrycker.

Resultat innebär att framledning i fjärrkyletät bör isoleras vid grund förläggning med låg marktäckning, när fram- och returledningar samförläggs längs en längre sträcka och när kylproduktionen är relativt dyr. En isolerad framledning ger också mindre behov av ett cirkulationsflöde en lägre frysrisk på vintern för.

Projektet tar upp en mycket specifik frågeställning för länder med relativt låga årsmedeltemperaturer, för i varmare länder är marktemperaturen alltid så hög att isolerad framledning behövs.

Slutsatser rörande energiomställning är att fjärrkylesystem bör vara effektiva för att kunna vara konkurrenskraftiga för att ersätta elbaserad komfortkyla.

Hinder och möjligheter för expansion av fjärrkyla (Linköpings universitet) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Palm & Gustafsson, 2017) och ingen ännu publicerad vetenskaplig artikel.

Fokus har varit att diskutera hinder och möjligheter för expansion av fjärrkyla i Sverige. Underlaget har varit enkät- och intervjusvar från fastighetsägare, hyresgäster, organisationer, kommuner och energiföretag.

Resultat visar på barriärer som avsaknad av användarvänlig information, låg kännedom om fjärrkyla hos små fastighetsägare och låga elpriser för befintligt elbaserad komfortkyla. Det finns också en efterfrågekonflikt mellan fastighetsägare och deras hyresgäster, där fastighetsägare tyckte att det var hyresgästernas ansvar att efterfråga fjärrkyla, medan hyresgästerna ansåg att det var fastighetsägarnas ansvar att tillhandahålla komfortkyla.

Något som inte diskuteras så mycket i projektet är att fjärrkyla är en produkt som bara har en begränsad användning i mycket kyltåta områden, vilket medför att den inte kan vara allmänt tillgänglig i en stad.

Slutsatser rörande energiomställning är att det är nödvändigt att slutanvändare är väl informerade om klimatsmarta försörjningslösningar. Annars försvåras och fördröjs energiomställningen.

Ytterligare två projekt har en haft direkt anknytning till kylförsörjning:

Kombinerad fjärrvärme- och fjärrkyleanslutning i byggnader, som finns redovisad under teknikutveckling i teknikavsnittet.

Värmedriven komfortkyla för mindre anläggningar, som finns redovisad under ny värmeanvändning i efterfrågeavsnittet.

2.3.6 Internationellt

Endast två projekt har haft en renodlad internationell anknytning. Dessa har haft en total projektfinansiering på 3,8 miljoner kronor under programperioden. De avser dels en översikt över fjärrvärmeforskningen i Kina och dels olika aktiviteter i anslutning till fem olika frågeställningar rörande fjärrvärmens framtida roll i Europa.

Fjärrvärmeforskning i Kina (Högskolan i Halmstad) med avrapportering i Fjärrsynsrapporten (Gong & Werner, 2014) samt i en vetenskaplig artikel (Gong & Werner, 2015a).

Fokus har varit att analysera och värdera den kinesiska fjärrvärmeforskningen med bakgrund av att kinesiska fjärrvärmeforskare har haft en hög produktivitet under senare år genom många artiklar i vetenskapliga tidskrifter.

Resultat från värderingen blev att kinesiska fjärrvärmeforskare i stor utsträckning söker annan värmeförsel än koleldad kraftvärme. Enkelt uttryckt letar de efter värmeförsel som redan finns implementerad i Sverige, vilket utgör en god grund för svensk teknik- och tjänsteexport till Kina. Omvänt finns det tekniklösningar som nyligen har införts i Kina, men som inte alls finns i andra länder. De bästa exemplen på denna slutsats utgör en starkt växande användning av stora absorptionsvärmepumpar för att effektivisera befintliga kraftvärmeverk och distributionsnät. Denna effektivisering erhålls genom att kondensorer ersätts med absorptionsvärmepumpar i kraftvärmeverk och genom att absorptionsvärmepumpar installeras i de stora fjärrvärmecentralerna som förser flera kvarter med värme. I det senare fallet ökar den maximala temperaturskillnaden mellan fram och retur till 110 grader från de traditionella 50-

60 grader. Detta medför att man kan överföra mer värme i befintliga nät utan att bygga nya ledningar.

En stor utmaning fortsättningsvis med ett större informationsutbyte med Kina är kulturbarriärer som olika språk, teknikval och ägarformer.

Slutsatser rörande energiomställning är användning av större absorptionsvärmepumpar kan vara ett framtida alternativ för mer effektiva fjärrvärmesystem i Sverige. Denna nytta måste dock värderas utifrån svenska förhållanden (andra bränslen, teknikval och temperaturnivåer).

Fjärrvärmens framtida roll i Europa med avrapportering i två Fjärrsynsrapporter (Werner, 2016a) och (Werner, 2017b) samt i nio vetenskapliga artiklar (Connolly et al., 2014), (Persson, Möller, & Werner, 2014), (Lund et al., 2014), (Ericsson & Werner, 2016), (Averfalk, Ingvarsson, Persson, Gong, & Werner, 2017), (Werner, 2017a), (Werner, 2017c), (Werner, 2016b) och (Gong & Werner, 2015b).

Fokus har varit att påverka den europeiska värmemarknaden så att mer fjärrvärme kan användas för att stödja den europeiska energiomställningen. Verktyg för att uppnå detta mål har varit deltagande i det europeiska forskningsnätverket DHC+, medfinansiering av deltagande i det danska forskningscentrat 4DH, medfinansiering av deltagande i EU-projektet Stratego (som var den tredje delen av projektklustret Heat Roadmap Europe), dokumentation av europeiska fjärrvärmepriser samt skrivande av flera vetenskapliga artiklar för att kommunicera olika fjärrvärmeaspekter till det internationella vetenskapssamhället.

Totalt listas 15 olika delresultat i huvudrapportens sammanfattning. Exempel på resultat är att mängden pengar som går till europeiska fjärrvärmeprojekt har mångdubblats under senare år, att vi har fått en europeisk värme- och kylstrategi, att det finns en spridning av fjärrvärmepriserna i Europa, att det finns en ekonomisk skattning av nyttan med mer fjärrvärme i Europa samt att det nu finns färskare vetenskapliga analyser av fjärrvärmens ställning i Sverige och världen.

Det krävs mer uthålliga och långsiktiga satsningar för att få en mer omfattande europeisk fjärrvärmesektor. Det räcker inte med kortsiktiga insatser under några år för att stärka fjärrvärmens ställning i Europa.

Slutsatser rörande energiomställning är att det finns en stor oexploaterad potential för fjärrvärme i Europa. Det är mycket kostnadseffektivt för Europa att exploatera denna potential för att nå de långsiktiga europeiska energi- och klimatmålen.

2.4 ANALYS OCH TOLKNING AV DE SAMLADE RESULTATENS BETYDELSE FÖR DELOMRÅDET.

Energiomställning är verktyget för att uppnå målet om ett helt förnybart energisystem. För att fjärrvärmeforskningen effektivt ska kunna stödja denna energiomställning krävs att fjärrvärmens affärsidé och mål är tydliga för alla berörda aktörer, att tidshorisonten innebär framförhållning, att forskningsverktygen är effektiva, att fjärrvärmetekniken är effektiv, att man är öppen för internationella influenser samt att utförarna är skickliga. Dessa sju

aspekter utgör grunden för analysen och tolkningen av resultaten med avseende på energiomställningen.

2.4.1 Fjärrvärme som affärsidé

Fjärrvärme är en återvinningsindustri eftersom fjärrvärmens grundläggande affärsidé är att återvinna värmefflöden som annars skulle förlorade. Men många kunder, myndigheter, miljövärderare, energistatistiker, energianalytiker, energiföretag och fjärrvärmeforskare behandlar och kommunicerar fjärrvärme som om primära energiresurser fördelas ut i ett fjärrvärmesystem. T ex så sätter ju Boverket en primärenergifaktor på 1 på alla fjärrvärmeleveranser i de nya riktlinjerna för NNE-byggnader, vilket är olyckligt då alla fjärrvärmeföretag kontinuerligt arbetar för lägre primärenergifaktorer. Detta är ett uttryck för att fjärrvärmeföretagen inte har kommunicerat tillräckligt väl att man till stor del driver en återvinningsverksamhet.

En konsekvens av att detta missförstånd är att fjärrvärmen får ta ansvar för miljöpåverkan och primär energianvändning i många olika situationer. Detta ansvar borde tas av den primära resursanvändaren som fjärrvärmen samarbetar med (industrin, oljeraffinaderiet, avfallsförbränningen eller stålverket). Denna primära ansvarsfördelning borde vara en naturlig följd av "Polluter Pays Principle", som är en internationellt antagen värderingsprincip för miljöpåverkan. Det olyckliga är att dagens miljövärderingar av fjärrvärme inte fullt ut beaktar "Polluter Pays Principle".

2.4.2 Fjärrvärmens mål

Vilka framtida samhällsmål ska våra fjärrvärmesystem uppfylla i framtiden? Historiskt kan fyra olika samhällsmål tydligt identifieras. Dessa fyra samhällsmål har varit effektiv elproduktion genom kraftvärmeverk, uppvärmning av miljonprogrammet, oljeersättning och lägre utsläpp av klimatgaser (Werner, 2017a). Men framåt finns inget tydligt mål för den svenska fjärrvärmen. Ska den stödja ett klimatmål om att Sverige ska vara bäst i klassen genom att minimera svenska klimatgasutsläpp eller ska det vara ett mål om effektivt lägre klimatgasutsläpp i världen?

Dessa två helt olika klimatmål ger helt olika mål för den svenska fjärrvärmen. I det första fallet ska Sverige uppvisa lägst klimatgasutsläpp per capita i världen, varvid inga fossila koldioxidutsläpp ska förekomma från svenska fjärrvärmesystem. I det senare fallet ska alla värmebehoven radikalt minskas så att svenska fossilfria energiråvaror kan exporteras till våra grannländer för bättre utbyten där.

2.4.3 Tidsperspektiv

Långsiktighet är ledordet i bara 9 av de 34 projekten, vilket betyder att kortsiktiga (fram till 2020) synsätt dominerar bland forskningsprojekten. Detta betyder att dagens värmetillförsel, miljöpåverkan, miljövärdering, teknik och värmeleveranser dominerar i projektens analyser och slutsatser. Vi saknar härigenom viktiga analyser och slutsatser som behövs för att den svenska fjärrvärmen ska vara fortsatt konkurrenskraftig om tre decennier.

2.4.4 Nya teknislösningar

Begreppet energiomställning ger ofta ett fokus på värmeförsörjningens innehåll och dess miljöpåverkan, men långsiktigt är teknikutveckling också mycket viktig. En viktig insikt är att dagens svenska fjärrvärmesystem använder en teknik som ursprungligen utvecklades när fossila bränslen dominerade och när kundernas byggnader hade höga värmebehov. Nuvarande fjärrvärmeteknik behöver långsiktigt modifieras för att bättre utnyttja förnyelsebar, återvunnen och lagrad värme och kyla samt beakta att morgondagens byggnader har låga värme- och kylbehov.

Enbart 8 av de 34 projekten presenterar och värderar nya teknislösningar. Detta innebär att även teknikperspektivet är kortsiktigt, vilket medför att långsiktigt viktiga modifieringar av tekniken inte prioriteras. Fjärrsynsprogrammet har således haft en stor tillit till dagens befintliga fjärrvärmeteknik.

2.4.5 Modeller som verktyg

Datormodeller används som analysverktyg i 15 av de 34 projekten. Modeller är också bra verktyg i lärprocesser för både modellutvecklare och användare för att få insikt om fjärrvärmens karaktär. Genom modeller kan komplexa frågeställningar med många indata simuleras för att erhålla aggregerade resultat. Men modeller är inte kompletta beskrivningar av verkligheten. Många gånger måste systemgränser snävas in för att få en analysbar situation och dessa avgränsningar påverkar svaren påtagligt för de ställda forskningsfrågorna. Denna slutsats gäller för många av projekten där man ofta glömmer den valda snävare systemgränsen när resultaten presenteras.

En intressant pågående trend är att högre tidsupplösningar används för att få mer exakta skattningar av komplexa frågeställningar. Totalt används modeller med hög tidsupplösning i sju av projekten, medan hög tidsupplösning även används i två av projekten som bygger på analys av verkliga mätserier.

2.4.6 Svenskt perspektiv

De allra flesta projekten har ett renodlat svenskt perspektiv, genom att många projektrapporter har få internationella referenser. Detta kan delvis förklaras med att Sverige har en fjärrvärmesektor med hög marknadsandel. Detta ger då ett annat forskningsbehov än om marknadsandelen är låg med ett fokus på att få en högre marknadsandel. Men den höga svenska marknadsandelen är inte unik. Andra länder med samma marknadssituation är Island, Danmark, Finland, de tre baltiska länderna och Polen.

Endast knappt två procent av världens leveranser av fjärrvärme återfinns i Sverige. Det borde därför finnas guldkorn att hämta hem från andra länder. Två Fjärrsynsprojekt som just gjort detta är (Sagebrand et al., 2015) och (Gong & Werner, 2014).

2.4.7 Forskningens kvalitet

Forskning innebär att man ger sig in i det okända avseende förutsättningar, metoder, resultat och slutsatser. Att orientera sig i detta okända landskap kräver mod, ödmjukhet, list, intuition och erfarenhet. Utförarna inom Fjärrsyn kan kategoriseras av breda intervall med avseende på erfarna och oerfarna forskare, forskarutbildade och ej forskarutbildade, yngre och äldre forskare samt universitet och konsulter.

Resultaten från Fjärrsynsprogrammet har dock ofta en stark anknytning till befintlig verksamhet, då det är tryggt att arbeta med det som är känt och etablerat. Det okända kan ju lätt uppfattas som sumpmark och kvicksand. Men det förekommer också resultat som helt saknar förankring i dagens verklighet och som kan uppfattas som mycket futuristiska.

Detta breda spektrum av utförare påverkar givetvis kvaliteten på det forskningsarbete som har utförts inom Fjärrsyn. Det ligger dock i sakens natur att vi måste erbjuda oerfarna utförare att delta i forskningsprojekt för att få erfarna utförare i framtiden. Vi måste helt enkelt erbjuda resurser för att finansiera läroprocesser för yngre och oerfarna forskare.

Sammantaget innebär detta givetvis att vissa resultat som kommit fram inom Fjärrsyn inte är helt nya, inte är förankrade i dagens verklighet och inte alltid är fullständigt kvalitetssäkrade.

2.4.8 Aggregerade slutsatser kring de samlade forskningsresultaten

Det finns många goda forskningsresultat från Fjärrsyns tredje programperiod med avseende på efterfrågan, resursanvändning, systemutformning, fjärrvärmeteknik, kylförsörjning och internationella perspektiv. Men erhållna forskningsresultat är tyvärr färgade av låg följsamhet till fjärrvärmens affärsidé, att fjärrvärmens nuvarande mål är otydliga, kortsiktiga tidsperspektiv, låg nyfikenhet på nya tekniklösningar, snäva systemgränser i använda modeller, dominans av svenska perspektiv samt delvis oerfarna forskningsutförare.

2.5 IDENTIFIERING AV KUNSKAPSLUCKOR.

Följande kunskapsluckor med avseende på energiomställning definieras här med olika forskningsfrågor. De har en gemensam nämnare kring att de är aktiviteter som motverkar de svagheter som identifierades i föregående avsnitt om aggregerad kunskap.

2.5.1 Efterfrågan

- Kan fler icke-traditionella användningsområden för fjärrvärme identifieras?
- Hur kan dagens höga temperaturkrav i kunders värmesystem sänkas på lång sikt?

2.5.2 Värmeresurser

- Hur långsiktigt robusta är dagens dominerande svenska värmeresurser i form av biomassa och avfallsförbränning i ett europeiskt sammanhang?
- Vad innebär en svensk vindkraftsproduktion med 100-150 TWh per år för den svenska fjärrvärmesystemen?
- Hur ändras dagens miljövärderingar om man strikt följer "Polluter Pays Principle"?

2.5.3 Systemutformning

- Kan storskalig central säsongslagring vara "kioskvältare" som helt kan ersätta alla spetslastpannor med dess kvarvarande koldioxidutsläpp och samtidigt radera ut det tidsmässiga sambandet mellan värmeförsörjning och värmeanvändning?

2.5.4 Fjärrvärmeteknik

- Kan digitalisering av värmeanvändning aktivt användas för att hitta fel och andra avvikelser som kostar pengar i fjärrvärmesystemen?
- Vilken teknik ska användas för att bättre passa morgondagens värmeresurser som förnybar, återvunnen och lagrad värme samt morgondagens låga värmebehov i byggnader?

2.5.5 Kylförsörjning

- Kan värme- och kylförsörjning bättre harmoniseras för att få en enklare kylförsörjning?

2.5.6 Internationellt

- Hur kan vi stödja en europeisk harmonisering av fjärrvärmetekniken så att en rationell industriell tillverkning kan ske av fjärrvärmeprodukter?
- Kan vi se en framtida harmonisering av all värmeförsörjande teknik med användning av kompatibla moduler för fjärrvärme, värmepumpar, solfångare och pannor?

3 Kundens perspektiv på fjärrvärme och fjärrkyla

I denna del av syntesen analyseras fjärrvärmeforskningen inom Fjärrsyns etapp 3 ur ett kundperspektiv. I uppdragsbeskrivningen från Energimyndigheten har inte begreppen "kund" eller "kundperspektiv" närmare definierats, utan denna tolkning har fått göras inom ramen för uppdraget.

3.1 AVGRÄNSNING OCH DEFINITION AV DELOMRÅDET

"Att vara kund" innebär att man som fysisk eller juridisk person köper eller hyr en vara eller tjänst från ett företag eller en person (normalt mot betalning). Det innebär att kunderna och kundperspektivet i detta fall handlar om de personer, organisationer eller företag som köper fjärrvärme eller fjärrkyla av fjärrvärmebolagen idag. Vidare kan kunder delas in i interna (till exempel en annan avdelning inom samma företag eller bolag inom samma koncern) och externa kunder, det vill säga alla övriga kunder utanför företaget. Här utgår vi ifrån att det är de externa kundernas perspektiv som är intressant att analysera. Fjärrvärmens och fjärrkylans kunder är inte en homogen grupp. Kunderna kan vara allt från enskilda personer i villor, samfällighetsföreningar och bostadsrättsföreningar, till större eller mindre fastighetsbolag och industrier, med mycket olika drivkrafter, förutsättningar och önskemål som påverkar fjärrvärmeaffären och relationen mellan kund och fjärrvärmeföretag.

Kunders intressen representeras och bevakas ofta av kundorganisationer. Representation av kundorganisationer i forskningen är därför givetvis också av intresse ur ett kundperspektiv.

Kund begreppet kan även utvidgas till att handla om presumtiva kunder, det vill säga de personer, organisationer eller företag som idag inte är kunder, men som kan ha ett intresse av att köpa värme eller kyla.

För en innehållsmässig analys har tre områden identifierats och som utgör en intressant inramning av forskningsprojekten ur ett kundperspektiv:

- Förtroende och attraktivitet
- Nya kunder och användningsområden för fjärrvärme
- Kunden som del i ett effektivt energisystem

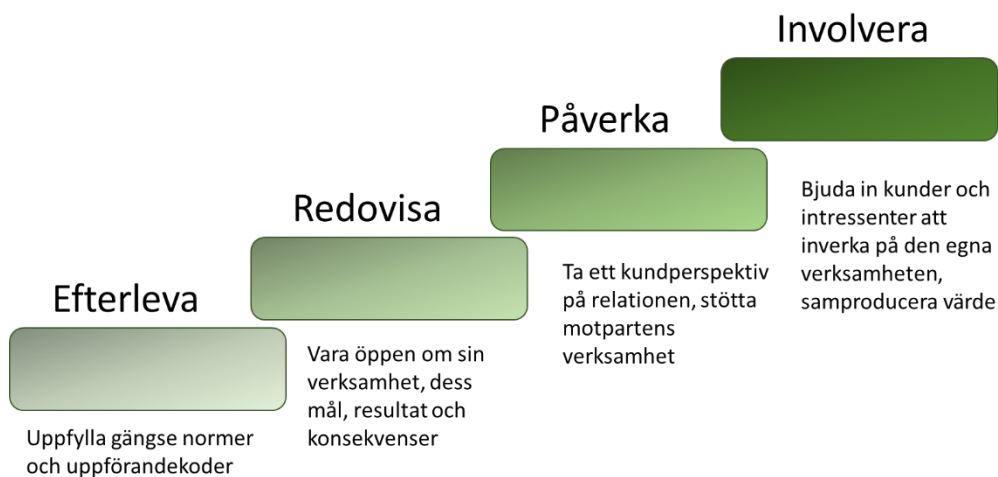
Motivering och beskrivning av analysområdena görs nedan.

3.1.1 Förtroende och attraktivitet

Vad menas egentligen med förtroende? I föregående etapp av Fjärrsyn, etapp 2, ägnas denna fråga stor uppmärksamhet framförallt inom ramen för projektet "Fjärrvärmens affärsmodeller" (Sandoff, Hansson, Göransson, & Rydén, 2013). Förtroende i en kunds relation till sin leverantör beskrivs här som ett sammansatt fenomen, som handlar om att:

”vi har förtroende för ett företag om vi är villiga att ta risken att i någon mening utlämna oss till det, till exempel genom att gå in i en kundrelation. I denna relation har vi ingen möjlighet till direkt kontroll över motparten utan vi är i någon mån utlämnad till motpartens goda vilja”.

Förtroendefrågan är mycket väsentlig för fjärrvärmens fortsatta överlevnad och affär. Det ojämlika förhållandet mellan leverantör och kund som uppstår i och med inlåsnings effekter och kundens beroende av en enda leverantör, utgör en risk för kunderna att fjärrvärmeleverantören på olika sätt ska utnyttja sin starkare ställning i affärsrelationen. Enligt det tidigare projektet ”Fjärrvärmens affärsmodeller” ifrågasätts inte förtroende för fjärrvärmens när det gäller teknik, miljöfördelar eller leveranssäkerhet, utan det är istället företagets prissättning, avkastningskrav, bemötande och lyhördhet för kunderna som kritiserats i debatten. Arbetet med förtroendeskapande beskrivs i samma arbete som en trappa med olika steg (se Figur 10) där det nedersta steget beskriver en slags hygiennivå där man som företag efterlever lagar, gängse normer och uppförandekoder. Andra steget i trappan handlar om att vara öppen och transparent och redovisa verksamhetens mål, resultat och konsekvenser. Det tredje steget handlar om att kunna sätta sig in i kundens situation genom att kunna anta ett kund- eller intressentperspektiv i relationen. Det innebär att även kundens perspektiv tas hänsyn till i utvecklingen av affären. Det fjärde och högsta steget handlar om att involvera kunderna i verksamhetsutvecklingen och att samproducera ett värde tillsammans med kunderna.



Figur 10 Förtroendetrappan, efter ”Fjärrvärmens affärsmodeller”

Forskningen inom Fjärrsyns tidigare etapper, etapp 1 och 2, har sammanfattats i tre synteser. Syntesen ”Ta förtroende på allvar” har varit inriktad på att undersöka hur förtroende har behandlats i den tidigare fjärrsynforskningen (Löfblad et al., 2013). I Löfblad et al. kommer författarna fram till att begreppet förtroende inte definieras i de allra flesta rapporterna där ordet förtroende eller andra liknande begrepp finns med såsom tillit, trovärdighet, legitimitet och kundrelation. Vidare kommer man fram till att många fjärrvärmebolag står på nedersta trappsteget i förtroendetrappan. Företagen är bra på det som kallas kalkylerat och institutionellt förtroende, men sämre på det relationella förtroendet. Författarna uppger också att

forskningen inom etapp 1 och 2 inte har fört förtroendearbetet vidare i företagen eftersom den inte i tillräckligt hög grad behandlade relationen mellan kunderna och fjärrvärmeföretagen.

Några av de rekommendationer som gavs av författarna inför etapp 3 av Fjärrsyn var följande:

- Låt förtroende ta en större plats i nästa etapp av Fjärrsyn
- Befolka forskningen med forskare som kan förtroende, öka graden av tvärvetenskap
- Påverka de metoder som används i forskningen om förtroende (intervjustudier kritiseras här för att inte vara anpassade för att ge en fördjupad förståelse av förtroende, men det ges dock inga förslag på vilka metoder som bör användas istället)
- Låt forskningen i högre grad handla om de övre trappstegen i förtroendetrappan
- Undersök företagskulturer och se om det finns skillnader mellan företag med högt kundförtroende och dem med lägre kundförtroende

I denna syntesdel om kundens perspektiv på fjärrvärme och fjärrkyla behandlas förutom förtroende även begreppet attraktivitet, tillsammans med förtroende, som ett analysområde. Attraktivitet kan här sägas handla om kundernas uppfattning om sin leverantör och av fjärrvärmeerbjudandet som en helhet. De egenskaper som olika uppvärmnings- eller kylsystem har påverkar hur attraktiva kunderna tycker att olika system är. I tidigare studier redovisas olika faktorer som är viktiga i valet av uppvärmningssystem, se t.ex. (Brand & Calvén, 2013; Carlsson, 2016; Henning, 2007; Jörgensen, 2009; Kensby et al., 2015; Mahapatra & Gustavsson, 2008; Schweiger et al., 2017; Sernhed & Pyrko, 2006; Wirén, 2005). I (Sernhed, Saracco, & Björlin-Lidén, 2012) sammanfattas faktorerna under punkterna ekonomi, skötsel, funktion och metavärden, där

- ekonomi kan röra sig om till exempel investeringskostnader, driftskostnader och eventuella vinster i form av marknadsföringsfördelar, ökade fastighetsvärden med mera.
- skötsel av systemet värderas genom till exempel värden som enkelhet, driftsäkerhet och servicegrad,
- funktion värderas utifrån särskiljande drag mellan olika uppvärmningssystem, exempelvis kapacitet och tillförlitlighet, ren inomhusluft eller platsbesparing
- metavärden påverkar upplevelsen av värdeerbjudandet. Med metavärden menas värden som ligger utanför själva den fysiska varan och som är det som gör produkten köpvärd utöver själva nyttan. Detta kan till exempel röra estetiska värden, känslor av oberoende och kontroll, etiska värden där till exempel miljövärden kan komma in som en samvetsfråga och en fråga om ansvar och solidaritet för kommande generationer

Frågor som besvaras i syntesen är:

I vilken utsträckning och hur behandlar forskningen inom Fjärrsyns etapp 3 förtroende och kundrelation? Går det att avgöra på vilket eller vilka steg i förtroendetrappan som projekten rör sig på?

I vilken utsträckning och hur behandlar forskningen inom Fjärrsyns etapp 3 frågeställningar om fjärrvärmens och fjärrkylans attraktivitet för kunderna? Vilka värden är det som behandlas i forskningen?

3.1.2 Nya kunder och användningsområden för fjärrvärme och fjärrkyla

Andra kundrelaterade områden rör etablering av nya kunder och nya användningsområden för fjärrvärme och fjärrkyla. Som beskrevs i det inledande kapitlet står fjärrvärmeverksamheten inför utmaningen att den framtida värmemarknaden i Sverige kommer att vara relativt mättad.

Energieffektiviseringar i kombination med ett varmare klimat gör att värmeunderlaget kommer att minska. Nya kunder och användningsområden för fjärrvärme kan därför vara en strategisk fråga för fjärrvärmebranschen.

Marknaden för kyla är betydligt mindre än marknaden för värme. Fjärrkyla erbjuds av totalt 38 aktörer i landet med lokala nät och finns således inte på alla platser i landet där behov av kyla förekommer. Fjärrkylan har dock potential att öka framförallt i städerna. I en kartläggning av marknaden för fjärrkyla konstaterar Energimarknadsinspektionen att lokala förutsättningar påverkar priset på fjärrkyla i stor utsträckning, att kunderna främst är stora företag, samt att kunderna för fjärrkyla, till skillnad från fjärrvärmekunderna, har en relativt stark ställning på marknaden (Energimarknadsinspektionen, 2013). Den största andelen av den levererade fjärrkylan används som komfortkyla för att kyla lokaler, det finns även en mindre kundgrupp flerbostadshus som också använder fjärrkyla för komfortkyla (ibid). Ett varmare klimat i framtiden med förekommande värmeböljor kan komma att öka det totala behovet och efterfrågan på kyla. Värmeböljor kan utgöra hälsorisker speciellt för sårbara grupper såsom resurssvaga, sjuka och äldre (Rocklöv & Forsberg, 2008; SOU, 2007; Statens folkhälsoinstitut, 2010).

Frågor som besvaras i syntesen är:

Hur hanteras nya kunder och användningsområden för fjärrvärme och fjärrkyla i fjärrsynforskningen? Vilka nya kunder och användningsområden är det som berörs? I vilken utsträckning sker utvecklingen av nya användningsområden i samarbete med kund?

3.1.3 Kunden som del i ett effektivt energisystem

Fjärrvärmesystemen är stora tekniska system som innefattar många komponenter, aktörer och spelregler. Kunderna är som användare en mycket viktig del i systemet. Förutom det uppenbara: att utan kunder med ett värme- eller kylbehov finns inget behov eller avsättning av fjärrvärmens och fjärrkylans, kan vi konstatera att det finns många intressanta frågeställningar som handlar om kundernas uttagsmönster och kundernas roll i systemet. Kundernas energibeteende, byggnader, husinterna uppvärmningssystem och kundcentraler är komponenter i systemet som var för sig och som tillsammans påverkar den totala systemeffektiviteten. Ur detta perspektiv är det intressant att studera hur kundernas del i energisystemet hanteras inom fjärrsynforskningen.

Frågor som besvaras i syntesen är: Hur och i vilken utsträckning hanteras kunderna i fjärrsynforskningen som en del i ett energieffektivt system?

3.2 METOD FÖR ANALYS OCH SLUTSATSER KRING DELOMRÅDET

För att göra en analys av de rapporter och forskningsprojekt som har ingått i Fjärrsyn etapp 3 ur ett kundperspektiv har först en screening av innehållet gjorts av samtliga projekt och projektrapporter som har tagits fram inom etappen. Efter denna screening stod det klart att alla projekt och rapporter naturligen inte har haft som ansats att behandla kundrelaterade eller kundspecifika frågeställningar, och är därför inte intressanta att analysera vidare just ur ett kundperspektiv. Totalt har 13 av 34 projekt bedömts vara av sådan karaktär. Det har här rört sig om:

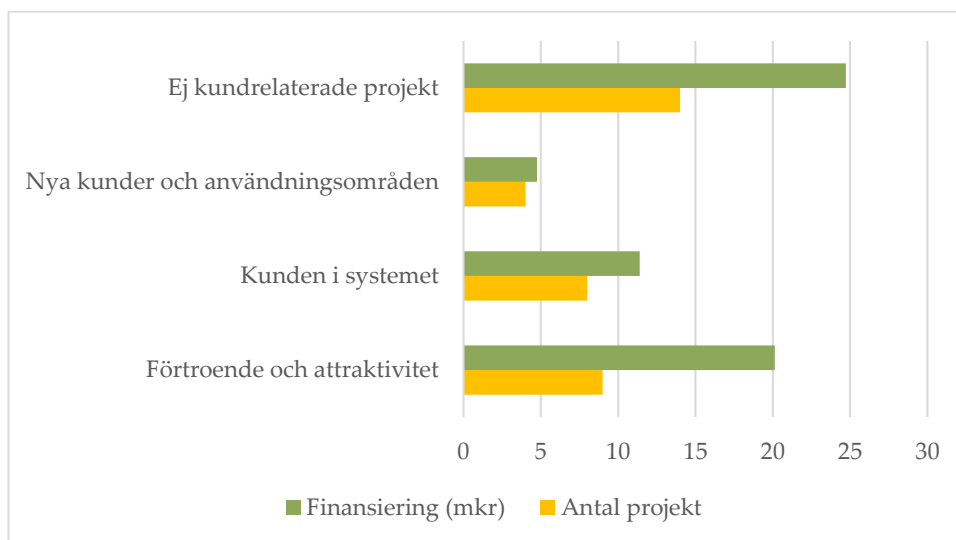
- projekt med rent tekniska frågeställningar (såsom livslängd på rör, underhåll i fjärrvärmenät, huruvida fjärrkylerör ska isoleras eller ej, eller hur tekniska lösningar för fjärrkyla ska se ut),
- projekt som är neutrala i sin ansats och som beskriver till exempel statistik om priser eller hur publikation av fjärrvärmeforskning ser ut i andra länder,
- projekt om handlar om att ta fram underlag av strategisk natur för fjärrvärmebranschen där inte kunderna är primära intressenter (systemmodeller för biomassa, resurseffektiva städer, spillvärmesamarbeten, samt värdering av Boverkets byggregler).

Resterande projekt (21 stycken) har delats in i de tre definierade analysområdena förtroende och attraktivitet, nya kunder och användningsområden för fjärrvärme och fjärrkyla, samt kunden som en del i ett energieffektivt system och analyserats med utgångspunkt från tidigare givna frågeställningar för respektive analysområde.

Vidare har de 21 projekten också analyserats utifrån om studierna har rört frågeställningar som specifikt rör kunder och huruvida kunder kan ses som en målgrupp till projektrapporten.

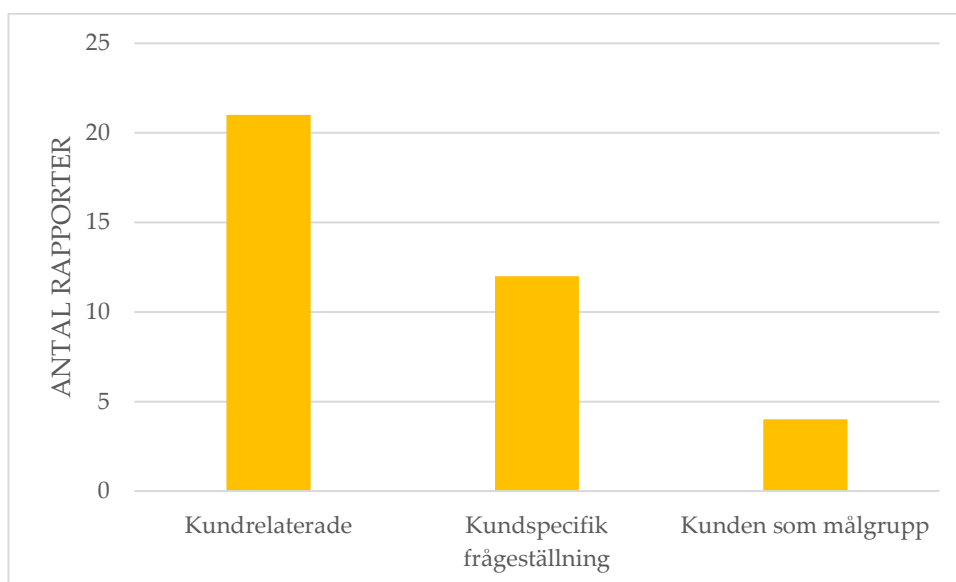
3.3 SAMMANSTÄLLNING AV BETYDANDE RESULTAT OCH SLUTSATSER INOM DELOMRÅDET

Av de 34 projekt som har ingått i Fjärrsynprogrammets etapp 3 är bedömningen att 21 av dessa projekt kan delas in under de tre kundrelaterade analysområdena. För fördelning av projekt och projektfinansiering uppdelat på analysområden, se **Figur 11**.



Figur 11 Fördelning av projekt och finansiering i analysområden, samt projekt som faller utanför kundperspektivet.

Av dessa 21 projekt är det 11 projekt som berör forskningsfrågor som kan vara intressanta från ett uttalat kundperspektiv. Bara i fyra av dessa rapporter kan kunden sägas vara målgrupp för forskningsrapporten jämte fjärrvärmebranschen och andra intressenter utifrån sättet som forskningsrapporten är presenterad på, se **Figur 12**.



Figur 12 Innehållsanalys av Fjärrsynprogrammets 34 projekt utifrån ett kundperspektiv.

Resultatet i Figur 12 öppnar upp för flera frågor kring fjärrsynforskningen och forskningens inriktning. Detta är frågor som läsaren själv får fundera på:

- Är fjärrvärmeforskningen alltför inriktad på branschens perspektiv?

- Finns det några risker eller negativa implikationer av att fjärrvärmeforskningen görs med fjärrvärmebranschen som huvudsakliga målgrupp?
- Hur hade det sett ut om fler projekt hade tittat på fjärrvärmen ur ett kundperspektiv? På vilket sätt hade en sådan förändring av fokus påverkat angreppssätt och resultat?
- Är resultatet ovan en följd av hur finansiering och tillsättningsförfarande av medel inom Fjärrsynprogrammet har sett ut och skulle det vara intressant med mer samfinansierad forskning där också kundorganisationer och andra intressentgrupper finns med?
- Kommer Fjärrsynforskningens resultat kunderna till del? Är det viktigt att kunderna är mottagare av forskningen?

3.3.1 Förtroende och attraktivitet

Följande rapporter inom den analyserade etappen av Fjärrsyn kan anses på olika sätt ta upp kundens förtroende och relation till fjärrvärmebolaget eller fjärrvärme och fjärrkylans attraktivitet som produkt eller tjänst:

Det reglerade fjärrvärmeavtalet (Hult, 2016)

“Det reglerade fjärrvärmeavtalet” är ett Fjärrsynprojekt som har haft som syfte att undersöka huruvida förtroende verkligen kan skapas genom lagstiftningen i Fjärrvärmelagen. Studiens slutsats är att Fjärrvärmelagen inte kan sägas uppfylla det ändamål som var anledningen till att lagen instiftades, det vill säga att öka kundernas förtroende för fjärrvärmen - varken i form av personligt förtroende eller i systemförtroende. Orsaken är huvudsakligen att fjärrvärmelagen försöker åstadkomma både personligt förtroende och systemförtroende samtidigt med resultatet att inget av det lyckas. När det gäller det personliga förtroendet argumenterar författaren att detta förtroende inte kan stärkas av civilrättsligt eller offentligrättsligt tvång. Tvånget i sig undergräver ett personligt förtroende då kunden inte vet om det är av välvilja eller lagtvång som fjärrvärmeleverantören agerar som den gör. Systemförtroendet å andra sidan skulle kunna stärkas genom hårdare reglering exempelvis genom införande av olika regleringar av pris, garanterade temperaturnivåer eller stränga krav för leveransavstängning även för näringsidkande kunder. I sin nuvarande utformning menar dock författaren att Fjärrvärmelagen inte ger ett tillräckligt starkt skydd av kundens ställning och intressen för att kunna bidra med ett ökat kundförtroende i form av systemförtroende. Slutsatserna i rapporten är därför att lagstiftaren måste välja om denne vill ha personligt förtroende eller systemförtroende som övergripande mål i lagstiftningen, alternativt dela upp kundkollektivet och försöka skapa personligt förtroende för den ena kategorin och systemförtroende för den andra kategorin.

Ur ett kundperspektiv bidrar rapporten till en tydligare definition av begreppet förtroende, något som saknats i tidigare etappers fjärrvärmeforskning som behandlar kundrelationer och förtroende (Löfblad, Rydén & Göransson, 2013). Rapportens slutsats att Fjärrvärmelagen inte kan sägas bidra till att kundernas ställning stärks pekar på att steg 1 i förtroendetrappan som handlar om att följa gängse normer och uppförandekoder inte räcker för att bygga upp ett systemförtroende för fjärrvärmen eftersom regleringen av marknadsreglerna för

fjärrvärme inte utgör ett tillräckligt starkt skydd för kunderna. Därmed åligger ett större ansvar för fjärrvärmebolagen att aktivt arbeta med förtroendeskapande högre upp i förtroendetrappan.

Energiåtervinning från avfall i ett miljöperspektiv (Bisailon, Sahlin, & Sundberg, 2017)

I detta projekt har det övergripande syftet varit att visa på metoder att beräkna miljöpåverkan från avfallsbaserad kraftvärme i syfte att använda informationen i kommunikation med kunder och andra intressenter. Författarna lyfter fram vikten av val av systemperspektiv och tidsperspektiv i miljöanalyserna vilket helt påverkar vilka resultat som erhålls. Med en bredare systemsyn uppvisas fler och större miljönyttor med avfallsbaserad kraftvärme, samtidigt innebär en utökning av systemgränserna att komplexiteten ökar, vilket gör det svårare att kommunicera kring resultat och analysmetoder. Rapporten ger flera nyttiga infallsvinklar på metodik för miljövärdering, inte minst påpekandet att det är själva frågeställningen som bör avgöra valet av analysmetod och systemsyn.

Ur ett kundperspektiv saknas poängtering av vikten av transparens och förankring hos mottagande målgrupper när metodval och systemavgränsningar görs i en miljöpåverkansanalys. Med tanke på att fjärrvärmebolaget i detta fall talar i egen sak krävs transparens och antagligen även förankring hos kundorganisationer för att skapa trovärdighet och legitimitet för resultaten, speciellt såsom resultaten ofta talar till fjärrvärmens fördel. En eventuell fortsättning av forskningsprojektet skulle därför kunna handla om just förankring.

Miljövärdering av energilösningar i byggnader (Gode, Lätt, Ekvall, Martinsson, Adolfsson & Lindblom, 2015)

Frågan om hur byggnaders energianvändning ska värderas har ökat i betydelse beroende på att direktiv, lagar och certifieringssystem ställer krav på byggnaders prestanda och att denna prestanda därmed behöver värderas. Med utgångspunkt från att dagens miljöcertifieringssystem inte visar hur miljöpåverkan från byggnadens energianvändning varierar under året, har en matchning mellan högupplöst data från både produktion av fjärrvärme och kundens beräknade användning gjorts i denna studie, vilket ger en mer verklighetstrogen bild av aktuell miljöpåverkan från kundens fjärrvärmeanvändning.

Studien är helt teoretisk och tar fram ett förslag på hur miljövärdering av energianvändning kan göras utifrån olika scenarier av el- och fjärrvärmeproduktion. Studien har relevans för både fjärrvärmebranschen och kunderna. Miljöprestanda är viktigt för många fastighetsägare, i synnerhet kommersiella fastighetsägare som kan använda miljövärden i sin marknadsföring vid uthyrning av lokaler. Kundernas egen syn på miljövärdering har inte ingått i studien, därmed behandlas inte heller den viktiga frågan om denna typ av komplex miljövärdering är något som efterfrågas av kunder (eller andra intressentgrupper såsom t.ex. byggherrar och konsulter).

Miljövärdering av energilösningar i byggnader etapp 2 (Hagberg, Gode, Lätt, Ekvall, Adolfsson & Martinsson, 2017)

I etapp 2 av projektet "Miljövärdering av energilösningar i byggnader" har metodiken från etapp 1 vidareutvecklats och nya tillämpningar och implementeringsmöjligheter har undersöks. Bland annat har även en metod för att värdera fjärrkyla utvecklats.

I metoden simuleras olika fjärrvärmenäts och elnäts marginalproduktion över tid och med hänsyn till utomhustemperatur vilket gör det möjligt att visa hur miljöpåverkan varierar över tid. Den utvecklade metoden har som syfte att tillämpas vid renovering och nybyggnation av fastigheter. Då investering i uppvärmningssystem görs på lång sikt är det viktigt med ett framåtblickande perspektiv, varför en miljövärdering även bör ta fasta på planerade förändringar och utveckling av till exempel el- och fjärrvärmeproduktion. I etapp 2 görs beräkningarna för tre olika typer av fjärrvärmenät, samt för olika scenarier kopplat till produktionssystemens utveckling. Scenarioangreppssättet syftar till att hantera en del av de osäkerheter som är förknippade med framtidsstudier.

Inte heller i etapp 2 tas målgruppens intresse av verktyget upp till diskussion eller frågor kring hur man ska göra för att se till att metodiken tillämpas. Då metoden innebär att omfattande data och information om energianvändning, produktionsordning och planering kring produktionsanläggningar med mera måste samlas in, innebär det att ett stort åtagande från bland annat fjärrvärmeleverantören måste till för att metodiken ska kunna tillämpas.

Gröna IT-innovationer (Emanuel et al., 2016)

Rapporten Gröna it-innovationer för fjärrvärme beskriver utvecklingen av en digitaliserad kundcentral och spänner över flera kundperspektiv. I projektet har en prototyp av en teknik- och kommunikationsplattform utvecklats och testats i ett antal demonstrationer hos bland annat Göteborg Energi och Trollhättan Energi. Plattformen har använts för att upprätta realtidsuppkoppling och trevägskommunikation mellan energibolag, kund och undercentral. Den digitala tekniken bidrar med bättre överblick av kundens fjärrvärmeanvändning och möjlighet att styra användningen både från kundens och företagets sida. Teknisklösningen har testats på ett 50-tal anläggningar, främst i villasegmentet. I rapporten framgår att en utvärdering har gjorts av kommunikationsansvarig på det fjärrvärmeföretag där flest av installationer gjordes (30 st) genom intervjuer med de hushåll som utgjort testpiloter. Dock återges inte kundernas respons och upplevelser av att ha testat tekniken mer än mycket ytligt i rapporten.

Som en delstudie i projektet har även en intervjustudie med personer i affärsstrategiska roller på nio svenska fjärrvärmeföretag genomförts för att undersöka synen på affärsmodeller, strategi och affärlogik för digitaliserade energitjänster. I intervjuerna framgår att branschföreträdarna hittills har funnit det svårt att hitta en fungerande affärlogik för den här typen av tjänster då kostnaderna för att investera i kommunikationssystemen är stora, då värden och nyttor för kund- och bolag inte är tillräckligt tydliga och då investeringsviljan påverkas av höga avkastningskrav och högt satta kalkylräntor. Samtidigt ses informationstekniken som en möjliggörare för att höja attraktiviteten för

fjärrvärme genom de mervärden kring återkoppling som kan erhållas och som kanske är en nödvändighet för att inte fjärrvärme ska uppfattas som "gårdagens lösning". Författarna tar också upp delaktigheten i ett stort tekniskt system som ett möjligt egenvärde för kunden, där "konsumenten eller kunden skall få ett unikt och individanpassat värdeerbjudande som härrör från de unika fördelar som ett deltagande i fjärrvärmesystemet innebär". Här avses till exempel möjligheter för kunder att hjälpa fjärrvärmebolaget att uppnå bättre miljöprestanda genom att välja att dra ned sin förbrukning i perioder där till exempel fossil spetslast används. Den digitala länken mellan kund, företag och kundcentral skulle möjliggöra att återkoppling och medveten styrning vid dylika situationer skulle kunna göras. Frågan som kan ställas ur kundsynpunkt är då vilket intresse det finns i verkligheten hos kunder att göra förändringar i värmeanvändningen för att bidra med systemnytta. Räcker det med incitament som att spara miljö eller måste insatsen även belönas ekonomiskt?

Dynamisk prismekanism baserat på förutsägelsen av värmebehovet (Li, Wallin, & Song, 2017)

Det övergripande syftet med projektet har varit att utveckla en ny dynamisk prissättningsmekanism som bygger på modeller som mer precist kan förutsäga den totala värmefterfrågan i fjärrvärmesystemet. I arbetet har därför även ingått att ta fram en modell för prediktion av värmefterfrågan som baseras på neurala nätverk med input från väderdata (exempelvis utetemperatur, solinstrålning och vindhastighet, byggnadstyp och tid för användning).

Ur ett kundperspektiv kan det vara intressant att lyfta att en dynamisk prismekanism skulle kunna ge kunder möjlighet att kombinera olika uppvärmningstekniker för sin uppvärmning och optimera användandet av dessa utifrån den användning som ger lägst kostnad. I rapporten görs en analys av hur energikostnaden för kund står sig vid olika kombinationer av uppvärmningsalternativ vid olika prismodeller för fjärrvärme. Utgångspunkten för studien har dock framförallt legat på att analysera branschens intäktsbild vid olika prismodeller. Någon analys av hur kunder resonerar inför en sådan möjlighet har inte gjorts inom ramen för studien. För att kunder ska dra nytta av den dynamiska prismekanismen krävs aktiva kunder eller kanske ännu troligare ett automatiskt system för att kunna hantera komplex information i varje vallsituation.

Kundernas uppfattning om förnyade prismodeller (Gåverud, Sernhed & Sandgren, 2016)

I projektet "Kundernas uppfattning om förnyade prismodeller" har kunders perspektiv på dagens prismodeller för fjärrvärme undersökts.

Med utgångspunkt från att tidigare studier om prismodeller huvudsakligen utgår från ett företagsekonomiskt systemperspektiv där fokus ligger på att minska de finansiella riskerna för fjärrvärmebolagen, se till exempel (Björkqvist, Idefeldt, & Larsson, 2010; Byseke & Högberg, 2011; Difs & Trygg, 2009; Li, Sun, Zhang, & Wallin, 2015; Song, Wallin, Li, & Karlsson, 2016; Stridsman, Rydén, & Göransson, 2012), (utgör studien ett viktigt komplement utifrån ett kundperspektiv. I tidigare studier rekommenderas prismodeller som bättre reflekterar kostnadsströmmen hos fjärrvärmebolagen för att minska de finansiella riskerna för fjärrvärmebolagen

(högre fast andel, säsongdifferentiering av energipriset och effektkomponenter som avspeglar kostnader förknippade med kapacitet). Ibland designas även prismodellerna i syfte att påverka ett visst kundbeteende, till exempel att förmå kunder att sänka sin topplast, samt underhålla sina fjärrvärmecentraler så att de ger bra avkylning i nätet.

Studien visar att det finns konflikter mellan fjärrvärmeföretagens perspektiv på prismodellsdesign och kundernas upplevelser och syn på hur en bra prismodell ska se ut. Kunderna vill ha en prismodell som premierar energieffektivisering. Detta betyder att den fasta delen i prismodellen inte får vara för hög. Vidare upplever kunderna problem med komplexa prismodeller som komplicerar kundernas investeringskalkyler för energieffektiviseringsåtgärder och som gör det svårt för dem att lägga budget då kostnaderna ibland är svåra att förutse. Framförallt kritiserar effektkomponenter som baseras på topplaster. Studien pekar också på att incitamentsbaserade komponenter såsom flödesavgifter och vissa effektkomponenter kräver ett aktivt arbete från fjärrvärmebolagen för att hjälpa och visa kunderna hur det ska göra för att spara pengar. Priskomponenterna som sådana utgör inte tillräckliga incitament för att uppnå önskat kundbeteende.

Viktiga frågeställningar till branschen är om det är rimligt att utgå från att kunderna kan förstå och anamma det systemperspektiv som ligger bakom de mer komplexa prismodellerna? Om finansiella risker i fjärrvärmeverksamheten inte skulle kunna hanteras även i andra led i affärsmodellen och inte bara i kundledet? Samt om det inte är en affärsrisk i sig att ha prismodeller som upprör och oroar kunder och som inte känns rättvisa utifrån kundens synvinkel?

Framtida fjärrvärmeteknik (Averfalk& Werner, 2017)

Rapporten "Framtida fjärrvärmeteknik" presenterar ett konkret och innovativt förslag för hur fjärde generationens fjärrvärme skulle kunna se ut i Sverige. Genom tre modifieringar av dagens teknik - ett tredje rör i distributionsnätet, längre värmeväxlare och lägenhetscentraler - hanteras närmare tjugo kända problem med dagens teknik och det blir möjligt att driva nätet vid 50 grader framledningstemperatur och få 20 grader i returtemperatur.

Ur ett kundperspektiv skulle den föreslagna tekniken kunna ge:

- reducerad legionellarisk på grund av att kunden slipper VVC då alla lägenheter utrustas med en undercentral.
- Att värmeförluster från VVC och stora radiatorsystem flyttar från kund till fjärrvärmesystemet. För kunden innebär detta bland annat att den specifika värmeanvändningen skulle minska vilket skulle göras det lättare att uppnå energikraven för näranollenergihus och i byggreglerna.
- Att kunden får betala för verklig förbrukning. I och med de lägenhetsvisa undercentralerna får kunderna individuell mätning och debitering.
- Att miljöpåverkan från kundens värmeanvändning skulle minska om mer spillvärme kan introduceras i fjärrvärmenätet.
- Lägre nättemperaturer som även skulle möjliggöra fler prosumenter i nätet, vilket kan påverka kundens roll och engagemang i fjärrvärmeverksamheten.

Studien har utgått från att identifiera och lösa kända problem genom förslag på ny systemdesign. Vilket värde kunden sätter på ovanstående möjliga förbättringar/förändringar har inte utretts i rapporten, men skulle utgöra ett intressant uppslag för kommande studier.

Kombinerad fjärrvärme- och fjärrkyleanslutning i byggnader (Frederiksen, Wollerstrand, Tvärne, & Rubenhag, 2016)

Författarna bakom rapporten "Innovativ teknik för kombinerad fjärrvärme och fjärrkyla" har fokuserat på att ta fram nya typer av kopplingsvarianter för kundcentraler som ska kunna ge bättre termodynamisk prestanda, det vill säga erbjuda kunder god kylkomfort. De kundcentralkoncept som presenteras bedöms inte vara kommersiellt mogna idag. Studien pekar på styrkor hos koncepten som ännu inte efterfrågas i någon hög grad. I rapporten adresseras problem med dålig luftkvalitet i inomhusmiljön. Det konstateras att symptom som uppstår från dålig luftkvalitet är uppmärksammande, men att kunskapen inom området är låg till exempel när det gäller hur partiklar och marknära ozon påverkar inomhusmiljön och människors hälsa. För en av de nya kopplingsvarianterna ingår även en pandemikoppling som innebär att man enkelt kan höja fukthalt och temperatur på inneluften och på detta sätt avdöda eller försvaga virus. Pandemihotet är inte något som det talas särskilt mycket om till vardags, men i rapporten framkommer att WHO och flera nationella beredskapsmyndigheter i olika länder bedömer influensapandemier som det största och allvarligaste hotet mot mänskligheten i framtiden.

Hinder och möjligheter för expansion av fjärrkyla (Palm & Gustafsson, 2017)

Ett projekt som har haft fokus på fjärrkyla är "Hinder och möjligheter för expansion av fjärrkyla". Kundens intresse och kunskap om fjärrkyla har undersökts. Genom enkäter och intervjuer med olika kundgrupper har hinder och möjligheter för expansion identifierats. Resultaten visar på en god potential för expansion av fjärrkyla. Flera resultat i studien bidrar till ökad kunskap om marknaden för kyla. Fjärrkyla förefaller vara en okänd teknik för många potentiella kunder och studien tar upp behoven av kundanpassad information och affärsmodeller. Positiva värden med fjärrkyla som framhålls av fastighetsägare är att systemet kräver lite underhåll, att fjärrkylan har rimliga investeringskostnader och ger ett bra inomhusklimat. Negativa värden är att fjärrkylan kräver stora ingrepp i byggnaden, har höga investeringskostnader, inlåsnings effekter och att prissättningen inte är konkurrenskraftig. Studien ger också vid handen att fastighetsägarna tycker att det är svårt att jämföra priser på kyla och att det finns en avsaknad av standardiserade priser då prissättningen i en hel del fall förhandlas individuellt vid anslutning av nya kunder. Kundens efterfrågan på miljömärkt fjärrkyla förefaller enligt studien i nuläget vara relativt liten.

3.3.2 Nya kunder och användningsområden för fjärrvärme och fjärrkyla

Några rapporter hanterar frågeställningar och beskriver forskningsresultat som har som mål att öka användningen av fjärrvärme och fjärrkyla, till exempel genom att använda fjärrvärme till ett nytt ändamål, eller till att öka intäkten i förhållande till försold fjärrvärme/fjärrkyla till exempel genom att omdistribuera

fjärrvärmeanvändning från perioder med hög produktionskostnad till perioder med låg produktionskostnad.

Att använda fjärrvärme i industriprocesser (Steen, Sagebrand, & Walletun, 2015) samt handboken (Steen, 2016)

I rapporten "Att använda fjärrvärme i industriprocesser" har författarna undersökt hur ökad användning av fjärrvärme i industrier kan ske i praktiken. De har identifierat vilka industriprocesser som kan komma i fråga och därefter följt tre olika demonstrationsprojekt. Resultaten visar på goda möjligheter till ekonomiska och miljömässiga besparingar där rätt förutsättningar finns.

Rapporten fångar både branschens och kundens perspektiv och fokuserar på vilka kritiska faktorer som möjliggör (eller hindrar) ett samarbete. Författarna betonar vikten av ett gott samarbete med industrikunderna och har parallellt med projektrapporten även tagit fram en handbok med kunden som målgrupp.

Fjärrvärmedriven vattenrening i industrin (D. Woldemariam, Khan, Kullab, & Martin, 2016)

I projektet "Fjärrvärmedriven vattenrening i industrin" studeras så kallad membrandestillering (MD-teknik) som är en vanlig separationsteknik för vattenrening. Processen är värmedriven och lämpar sig väl för fjärrvärme som värmekälla. Värmebehov för vattenrening i relevanta industriprocesser har kartlagts genom intervjuer och litteraturstudier. Tre fallstudier har gjorts för tre olika industrier i Södertälje, Norrköping och Kalmar där experimentell verksamhet har utförts.

Under rätt omständigheter kan en industrikunds vattenreningsprocess konverteras och ge kunden kostnadsbesparingar. Även om studien visar att ytterligare utveckling krävs för att membrandestillering ska kunna konkurrera med rådande vattenreningsmetoder med osmos, så utgör projektet ett gott exempel på hur ett nära samarbete med kunderna kan generera lösningar av gagn för både fjärrvärmeföretag och kunder.

Värmedriven komfortkyla för mindre anläggningar (Sagebrand, Zinko, & Walletun, 2015)

I rapporten Värmedriven komfortkyla för mindre anläggningar har författarna samlat in erfarenheter och driftsdata från solvärmedrivna kylmaskiner i några olika länder. Därefter har beräkningar gjorts för att undersöka potentialen om solvärmedriften skulle bytas ut mot fjärrvärmedrift. Resultaten visar att kostnaden per installerad effekt sjunker med ökande storlek på kylmaskinen samt att kostnaden generellt sjunkit mycket de senaste åren. Under vissa förutsättningar, såsom låg marginalproduktionskostnad sommartid för fjärrvärmen, kan värmedrivna kylmaskiner därför vara intressanta.

Forskningen i detta skede har handlat om att undersöka om det finns tekniska och ekonomiska förutsättningar för att använda värmedrivna kylmaskiner. Tekniken är ännu inte helt tekniskt och ekonomiskt gångbar för större kundsegment, men på sikt skulle tekniken kunna ge billigare kyla med bättre miljöprestanda till kunder med kylbehov.

Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme (Nilsson, Hargö, Cygnaeus, Räftegård, & Rosén, 2016)

Rapporten "Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme" utgår likt föregående rapport om värmedriven komfortkyla från möjligheten att öka utnyttjandet av billig basproduktion sommartid. Systemen bygger på att fastighetsnära borrhålslager laddas med fjärrvärme sommartid som sedan används för att förse byggnaden med värme under den kalla delen av året, utan att ytterligare energi tillförs. Tre typbyggnader med låg energianvändning och värmesystem anpassade för låg temperatur har simulerats och jämförts med konventionell fjärrvärmeanvändning. Resultaten visar på möjligheter till ekonomiska och miljömässiga vinster för vissa beräkningsfall.

Studien har genomförts ur ett tydligt branschperspektiv även om simuleringsfallen utgår från nuvärdet för en kund som väljer att investera. Ett kapitel i rapporten har fått rubriken affärskoncept. Under denna rubrik diskuteras dock endast ägande av säsongslagret. Slutsatsen som nås är att lagstiftningen som reglerar äganderätt till utrustning i eller bredvid fastigheter är tämligen komplicerad och att det på grund av detta är mer praktiskt om det är kunden som äger säsongslagret.

En satsning på tekniken skulle medföra en investering som är omfattande både ekonomiskt och praktiskt för kunden, men med rätt incitament skulle ekonomiska och miljömässiga mervärden kunna ges för kunder i vissa fjärrvärmesystem. Som i studien av kylmaskiner så ökar möjligheterna vid billig marginalproduktionskostnad sommartid. Kunden får ett incitament om den låga marginalproduktionskostnaden avspeglas i prismodellen. Hur vanligt det är med säsongsprissättning av energipriset med stora skillnader mellan vinterpris och sommarpris diskuteras inte i rapporten, inte heller hur fjärrvärmebolagets möjligheter att sänka spetslastanvändningen om stora kunder utnyttjar värmen i säsongslagren vintertid är något som tas upp i studien.

3.3.3 Kunden som en del i ett effektivt energisystem

Ett flertal rapporter involverar kundspecifika frågeställningar och redovisar forskningsresultat som syftar till att förbättra fjärrvärmen eller fjärrkylan på en systemnivå. Det handlar alltså om teknik eller metoder som gör systemen mer effektiva genom mer välfungerande användning eller styrning av fjärrvärme och fjärrkyla.

Framtida värmebehov, etapp två (Gadd & Werner, 2015)

Projektet "Framtida värmebehov" tar sin utgångspunkt i de sekundära systemen i de anslutna byggnaderna som utgör ett randvillkor i fjärrvärmesystemen. Medan produktion och distribution av fjärrvärme kontinuerligt övervakas och optimeras är kännedomen om funktionen hos de sekundära systemen mycket begränsad. I projektet har man dock tagit fasta på att det sedan 2015 är lag på att mäta och debitera månadsvis, vilket innebär att det idag finns driftsdata från kundcentraler i mycket stor omfattning. Analys av data visar att det i ungefär 75 procent av alla de anslutna byggnaderna i Helsingborgs nät fanns kvalitetsfel i kundcentraler eller sekundära system. Detta visar sig främst genom försämrade avkylning. Projektet

visar på en potential att göra automatiserade felsökning av kundcentraler genom att utnyttja mätdata.

Ur ett kundperspektiv kan konstateras att avkylning påverkar många kunders fjärrvärmekostnad då ungefär en tredjedel alla svenska fjärrvärmebolag har någon form av flödesavgift enligt Song, m.fl., 2016. Studien "Framtida värmebehov" tyder på att kvalitetsfel i kundcentraler är vanliga, vilket innebär att många kunder skulle vara hjälpta av att fjärrvärmebolagen utvecklar verktyg för att fel ska kunna upptäckas och åtgärdas snabbt.

Små värmekällor – kunden som prosument (Lennermo, Lauenburg & Brange, 2016)

Prosumenter är ett begrepp som blivit vanligare i energirelaterade sammanhang på senare år, ofta i samband med diskussioner om smarta energinät. Rapporten "Små värmekällor - kunden som prosument" beskriver i detalj tekniken för småskalig inmatning av värme i fjärrvärmenät. Studien tar sin utgångspunkt i ett tjugotal solvärmeinstallationer i svenska fjärrvärmenät som installerats sedan millennieskiftet. Genom information som erhållits i kontakt med anläggningsägarna beskriver och undersöker författarna kända problem och genomförda förbättringar. Många anläggningar har uppvisat problem med ojämn inmatning av värme.

För tillfället är intresset för solvärme svalt i Sverige, mycket på grund av konkurrens med annan billig fjärrvärmeproduktion sommartid. Samtidigt finns ett stort intresse för fjärrvärmeansluten solvärme internationellt. Exempel på andra typer av små värmekällor som tas upp i rapporten är till exempel restvärme från krematorier, datorhallar, kylmaskiner och industriprocesser.

Många av de prosumenter som hittas i svenska fjärrvärmesystem idag är resultatet av en kunddriven utveckling. Det kan handla om att nå kraven för energicertifieringar genom en viss andel egenproducerad energitillförsel eller som del av profileringen av ny, energieffektiv bebyggelse. Den energimässiga nyttan av inmatning från små värmekällor är begränsad för fjärrvärmebranschen eftersom värmeförseln från dessa småskaliga källor i regel inte regleras av fjärrvärmeoperatören utan tillåts mata in värme närhelst värme finns att tillgå, även vid tillfällen då behovet av värme i nätet är litet. En drivkraft för fjärrvärmeföretagen att ändå engagera sig i detta samarbete med kunderna är att skapa starkare relationer och att knyta kunderna närmare till sig genom att göra värmeproduktionen och distributionsnätet till en gemensam angelägenhet. De tekniska förutsättningarna för inmatning från små värmekällor förbättras dessutom i ett framtidsscenario med minskade nättemperaturer och från prosumenternas synvinkel förbättras förutsättningarna då även småskaliga värmekällor med lägre temperaturnivåer skulle kunna mata in sin värme. Projektet är en teknisk studie som undersöker de tekniska förutsättningarna för inmatning, kundens roll i energisystemet och kundernas intresse för att vara prosumenter är ingenting som undersöks.

Storskalig styrning av fjärrvärme (Rosén & Ödlund, 2017)

I rapporten "Storskalig styrning av fjärrvärme (Rosén & Ödlund, 2017) behandlas frågeställningen hur kraftvärmen ska anpassa sig till en kommande omställning på energimarknaden. I studien har ett befintligt kraftvärmesystem i Linköping modellerats i optimeringsprogramvaran MODEST i syfte att se hur olika systemförändringar påverkar systemets effektivitet och koldioxidutsläpp.

Resultat visas för fem utvalda systemförändringar utifrån energieffektivitet och olika värderingsprinciper för koldioxidutsläpp för elproduktion. En av dessa systemförändringar rör kund och denna förändring handlar om att ansluta kunder som har möjlighet att utnyttja lågvärdig värme på fjärrvärmens returledning. Rapporten fokuserar på potentialen i form av systemeffektivitet och miljönytta i form av minskade koldioxidutsläpp. Studien har en teoretisk ansats och kunden behandlas i studien som en värmelast, ett produktionsvillkor för kraftverkets drift. Det läggs därmed ingen fokus på vilka typer av kunder det är som skulle kunna vara aktuella för lägre framledningstemperaturer och hur dessa kunders interna värmesystem skulle behöva se ut för att klara de lägre temperaturnivåerna. Studien är intressant som en första ansats att titta på systemnytta vid olika typer av systemförändringar. För att komma närmare en eventuell tillämpning behöver framtida forskning också inriktas på hur kunders system kan anpassas till lägre temperaturer, samt hur affärsmodeller, leveransvillkor och kontrakt skulle behöva utformas.

Strategier för hållbar energieffektivisering (Hagberg et al., 2017)

Med hjälp av energisystemmodellen TIMES har Malmö stad som energisystem simulerats med ett långsiktigt tidsperspektiv fram till 2050. Kunderna representeras i studien av typbyggnader med ett antaget energibehov som har lagts in i modellen tillsammans med uppgifter om Malmös fjärrvärmeproduktion. Energieffektivisering simuleras i modellen genom olika åtgärds paket som påförs bebyggelsen. Resultaten visar att val av miljömål har en viktig betydelse för vilka teknikval och investeringar som blir kostnadseffektiva på en systemnivå. En målsättning med lokal fossilfrihet leder till kostnadseffektivitet för en fjärrvärmeproduktion med stora värmepumpar, medan en målsättning om CO₂-neutralitet på en global arena gynnar kraftvärmeproduktion.

Studien bidrar till ett integrerat systemperspektiv där både användning och produktion simuleras och optimeras i ett lokalt fjärrvärmesystem. Studiens resultat är intressanta ur ett policy- och samhällsutvecklingsperspektiv utifrån frågan: Vad ska vi sätta upp som ledande miljömål och hur kan detta påverka samhällskostnaderna över tid? Modellen tar dock inte hänsyn till att olika aktörer inom systemgränsen har olika ekonomiska incitament då energieffektiviseringsåtgärderna i modellen endast genomförs i simuleringarna i de fall de sänker totalkostnaden för systemet. Därmed är resultaten från studien mindre intressanta ur ett rent kundperspektiv.

Utveckling av resurseffektiva fjärrvärmesystem (Gustavsson, Dodoo, & Le Truong, 2017)

Ytterligare ett projekt där kopplingen mellan energieffektiviseringsåtgärder, miljöeffekter och ekonomi har undersökts är projektet "Utveckling av resurseffektiva fjärrvärmesystem". Här har energihushållningsåtgärder för ett typiskt flerbostadshus från 1970-talet analyserats i detalj och huset har liksom i Nils Holgerssonstudien flyttats runt mellan olika orter och fjärrvärmesystem, i detta fallet mellan Helsingborg, Växjö och Ronneby. Analys har gjorts av hur energieffektiviseringen påverkar primärenergianvändningen i de olika systemen för att analysera miljöeffekter för olika produktionsmixar och energibesparing vid olika klimat. I den ekonomiska analysen har investeringskostnader för energihushållningsåtgärder vägts mot de minskade kostnaderna för energiförsörjningen som åtgärderna medför under deras livslängd.

Studiens resultat ger en bild av möjlig besparingspotential i energianvändningen på mellan 35 och 50 procent, vilket kan vara intressant att veta ur ett kundperspektiv som en mellan tummen och pekfinger värdering för dylika hus. Studien visar även att fjärrvärmens konkurrenskraft minskar i energisnåla hus, men ökar med ökad husstorlek.

Energieffektivisering i bostäder (Pädam, Kvarnström, Larsson, & Persson, 2016)

I studien studeras sambanden mellan inomhusmiljö, energieffektivisering och fjärrvärmeproduktion i en fallstudie där ekonomiska och miljömässiga konsekvenser för Helsingborg, Uppsala och Östersunds fjärrvärmesystem undersöks vid olika energieffektiviseringsmönster som antas genomföras fram till år 2020. I studien ingår även en kvalitativ analys av hur inomhusmiljön i flerbostadshus påverkas av olika energieffektiviseringsåtgärder. Ur kundsynpunkt ger rapporten en intressant insyn i hur kopplingen mellan energieffektiviseringsåtgärder och inomhusmiljö ser ut. Vidare studeras hinder och drivkrafter vid energieffektivisering genom en kortare litteraturstudie och en mindre intervjustudie med några utvalda allmännyttiga bostadsföretag och några bostadsrättsföreningar. I sammanfattningen till rapporten konstateras att en ökad samverkan mellan fjärrvärmebolag och fastighetsägare skulle kunna främja systemnyttan vid energieffektiviseringar:

"Genom att delta med ett större engagemang vid energieffektiviseringar kan fjärrvärmebolag komma närmare sina kunder och undvika att åtgärder införs som får stark negativ påverkan på fjärrvärmesystemets effektivitet. Energiföretagen kan engagera sig på olika sätt, t.ex. genom att erbjuda kunderna kunskap om sambanden mellan energieffektivisering, inomhusmiljö och energiproduktion eller genom att utveckla sin verksamhet till att även omfatta genomförande av energieffektiviseringsåtgärder (och därmed bli energitjänsteföretag, så kallade ESCOs, Energy service companies). En annan åtgärd kan vara att se över prismodellen för fjärrvärme med avseende på hur den påverkar lönsamheten för energieffektiviseringar idag och i framtiden."

Frågor med anknytning till detta är: Räcker det att utbilda och samverka med fastighetsägare för att de ska vilja göra energieffektiviseringar som är positiva ur

systemsynpunkt? Energieffektiviseringsåtgärder som drar ned effektbehovet vintertid utgörs i många fall av kostsamma åtgärder på klimatskalet. Att åtgärderna inte ses som lönsamma är ett av de största hindren för energieffektivisering. Hur löser man denna knut? Om fjärrvärmebolaget i rollen som energitjänsteleverantör inte har kundens glasögon på sig, utan endast förordar effektiviseringsåtgärder som är bra ur systemsynpunkt, finns det då inte en risk att kundens förtroende för bolaget och bolagets tjänster minskar? Prismodeller lyfts också som en möjlig åtgärd för att styra kundernas energieffektiviseringsåtgärder, men kritiserar samtidigt med utgångspunkt från att fastighetsägare tycker att prismodellerna är komplexa och att det kan vara svårt att förstå konsekvenser av prismodellernas utformning för kundens kostnader för energi. Går det att ha en komplex prismodell om man samtidigt hjälper kunderna med tolkningar, uträkningar och uppmärksammar kunden när kostnaderna drar i höjden?

Nya lösningar för fjärrvärm i miljonprogramsområden (Åberg, Fälting, Carlsson, Johansson, Forssell, Widén, Nilsson, Munkhammar & Lingfors, 2017)

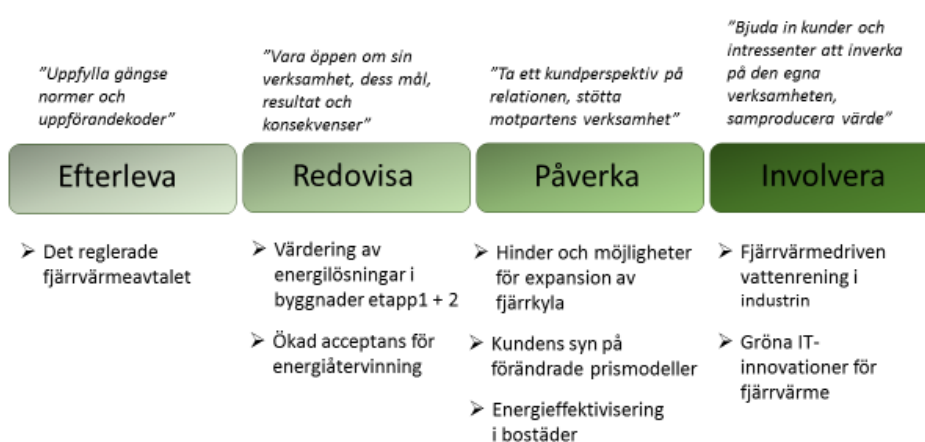
För uppnå systemeffektivisering och för att kunna växla till det som numer brukar definieras som "fjärde generationens fjärrvärm" med sänkta framledningstemperaturer, minskade värmeförluster och ökad potential för spillvärme behöver även kundsidan involveras då kunderna behöver bo i energieffektiva byggnader som kan värmas vid låga temperaturer. Projektet "Nya lösningar för fjärrvärm i miljonprogramsområden" har haft som syfte att ta fram en strategi för omställning till fjärde generationens fjärrvärmeteknik på områdesnivå i fjärrvärmeuppvärmda flerbostadshus byggda under miljonprogramsåren i Sverige. En större bostadsrättsförening i Uppsala har fått utgöra fallstudie. I fallstudien har undersökts hur distributionsförluster för värme kan reduceras genom nya lösningar för varmvattenförsörjning och sänkta distributionstemperaturer. Fallstudiens resultat har också använts för att simulera en tänkbar energibalans utifrån ett 4GDH-koncept i ett miljonprogramsområde med fokus på förnybar elproduktion. Projektet visar på nödvändigheten att effektivisera i hela kedjan av energisystemet. Om vi inte effektiviserar hos kund kan vi inte få ned systemtemperaturerna i fjärrvärmesystemen.

Genom en mindre litteraturstudie av fyra utredningar kring värmemarknad och energieffektivisering visar författarna på svårigheterna att komma till rätta med det så kallade energieffektiviseringsgapet. Med detta begrepp menas att energieffektiviseringsåtgärder som faktiskt skulle vara lönsamma att genomföra ändå inte alltid utförs. Historiskt har samhällsutvecklingen och utvecklingen av energisystemet drivits av olika målsättningar. Problematiken med suboptimeringsprincipen diskuteras, det vill säga då olika aktörer har olika incitament och det föreligger en risk för att energieffektiviseringar inte görs på ett sätt som ökar systemnyttan utan den enskilda aktörens nytta. Författarna menar att det finns en övertro på att problemen skulle kunna lösas endast med ökad samverkan. Samverkan är positivt men löser inte nödvändigtvis knuten kring suboptimeringsproblemet, speciellt inte med den marknadsorienterade idé för styrning av samhällsutveckling som är förhärskande idag och som bygger på att investeringar ska gå att räkna hem ekonomiskt för varje part.

3.4 ANALYS OCH TOLKNING AV DE SAMLADE RESULTATENS BETYDELSE FÖR DELOMRÅDET.

Slutsatser kring analysområdet förtroende och attraktivitet

Förtroende kan skapas genom efterlevande av gängse normer och uppförandekoder, genom transparens kring fjärrvärmeverksamhetens mål, resultat och konsekvenser för omgivningen, genom att sätta sig in i kundens perspektiv och agera stöttande för kundens verksamhet, samt genom att samproducera värden tillsammans med kunden.



Figur 13. Identifierade projekt som kan bidra till förtroendeskapande i fjärrvärmebranschen

Åtta projekt har identifierats vars innehåll kan antas bidra till förtroendeskapande i fjärrvärmebranschen. Dessa har placeras in under de olika stegen i förtroendetrappan, se Figur 13.

Steg 1 - Efterleva

Projektet "Det reglerade fjärrvärmeavtalet" undersöker själva det lagliga fundamentet för fjärrvärmeverksamhet i Sverige i förhållande till huruvida lagens syfte att stärka kundens ställning uppnås. Rapportens slutsats pekar på vikten för fjärrvärmebolag att själva arbeta med förtroendeskapande aktiviteter som stärker det personliga förtroendet då Fjärrvärmelagen inte utgör en tillräcklig grund för systemförtroende ens vid efterlevande av lagen.

Steg 2 - Redovisa

Projektet "Värdering av energilösningar" (etapp 1 och 2), samt "Ökad acceptans för energiåtervinning" handlar om att ta fram metoder för att redovisa fjärrvärmens miljönytta och resurseffektivitet, vilket är värden som legitimerar fjärrvärmens roll i energisystemet. Om miljönyttan är tillräckligt stor uppväger detta eventuellt negativa värden såsom monopolställning och upplevd inlåsning.

(Projektet hade kunnat hamna ännu högre i förtroendetrappan om metoder och viktiga avgränsningar i miljövärderingen hade förankrats hos mottagargrupperna.)

Steg 3 - Påverka

Projektet "Hinder och möjligheter för expansion av fjärrkyla" bidrar till förståelse av potentiella fjärrkylekunders referensramar och behov. Standardiserade priser, lättillgänglig information om fjärrkylapriser, fjärrkylesystemet och hur man blir fjärrkylakund verkar saknas idag, vilket om det togs fram, skulle underlätta för kunder att göra informerade val. Projektet "Kundens syn på förändrade prismodeller" kompletterar tidigare studier om prismodeller med en bättre förståelse för kundernas perspektiv och hur prismodellerna påverkar kundernas verksamhet och vardag. Projektet "Energieffektivisering i bostäder" gör kopplingen mellan innemiljö, energieffektivisering och fjärrvärmeproduktion och bidrar på detta sätt till ökad förståelse värden som är viktiga för fastighetsägare och hyresgäster.

Steg 4 - Involvera

I projektet "Fjärrvärmedriven vattenrening i industrin" har ett koncept för membrandestillering utvecklats som vattenreningsprocess i industrier med fjärrvärme som drivkraft. Projektet är ett exempel på hur värden för både kund och fjärrvärmeföretag kan samproduceras genom en kundanpassad utveckling av en ny fjärrvärmebaserad tjänst. I detta fall leder en tillämpning av tekniken till förbättrade industriprocesser med lägre kostnader och förbättrad miljöprestanda för industrikunden och för fjärrvärmebolaget leder det till en utökning av fjärrvärmeunderlaget genom nya tillämpningar. I projektet "Gröna IT-innovationer för fjärrvärme" har en prototyp av en teknik- och kommunikationsplattform för trevägskommunikation mellan energibolag, kund och undercentral utvecklats och testats i ett antal demonstrationer hos ett femtiotal kunder. Genom att låta kunderna vara med i utvecklingen fångas kundernas intressen, önskemål och behov upp vilket förhoppningsvis ger en efterfrågad, användarvänlig och kundnyttig produkt i slutänden som kan vara till nytta för både kunder och fjärrvärmebolag.

Slutsats: Även om få projekt har haft en tydlig ansats att handla om förtroende i sig kan det konstateras att flera projekt i Fjärrsyns etapp tre har haft ett innehåll som (om kunskapen används) bidrar till förtroendeskapande inom fjärrvärme och fjärrkyla.

När det gäller fjärrvärme och fjärrkyla som attraktiva system kan konstateras att Fjärrsynforskningen har berört och behandlat följande värden:

- Fjärrvärmens miljövärden: Genom att ta fram metoder och modeller för miljövärdering kan fjärrvärmens miljövärden beräknas och kommuniceras. Detta berörs i tre projekt ("Värderingar av energilösningar i byggnader" etapp 1 och 2, samt i projektet "Ökad acceptans för energiåtervinning")
- Att ge kunden bättre överblick och möjlighet att styra sin energianvändning berörs i ett projekt ("Gröna IT- innovationer för fjärrvärme")

- Fjärrvärmens prissättning berörs i två projekt ("Dynamisk prismekanism baserat på förutsägelsen av värmebehovet", samt "Kundens syn på förändrade prismodeller")
- Kvalitet på inomhusluft har berörts i ett projekt, till exempel luftfuktighetens påverkan på ögon och hud och minskning av smittspridning i inomhusluft ("Kombinerad fjärrvärme- och fjärrkyleanslutning i byggnader")
- Möjlighet till individuell mätning och debitering, samt värdet av minskad specifik energianvändning med lägenhetsvisa fjärrvärmecentraler berörs i ett projekt (Framtida fjärrvärmeteknik)

Slutsats: Det kan konstateras att flera viktiga värden som kan differentiera produkterna fjärrvärme och fjärrkyla från konkurrerande systemlösningar har tagits upp i forskningen inom Fjärrsyn etapp 3.

Vad som är genomgående i flera av ovanstående projekt är dock kundernas frånvaro i processen att ta fram ny teknik, nya verktyg och nya prismodeller (det finns några undantag). Avsaknaden av kundernas input i utvecklingsprocessen utgör en risk att slutprodukten blir något som är komplext och användarvänligt eller något som inte efterfrågas av kunder eller andra viktiga intressentgrupper.

I några projekt har nya koncept för fjärrvärme- och fjärrkyleteknik presenterats som har lång väg kvar till eventuell tillämpning. Kanske kan avsaknaden av input från kunder i dessa projekt förklaras av att koncepten ännu så länge är på idéstadiet. För att komma närmre tillämpningen måste användarnas behov och önskemål vägas in vid fortsatta studier.

Slutsatser kring analysområdet nya kunder och användningsområden

Riskerna för och konsekvenserna av ett minskat värmeunderlag för fjärrvärmebranschen har diskuterats i många år. Marknadsmättnad och energieffektivisering är de främsta drivkrafterna för minskade försäljningsvolymmer av fjärrvärme. Totalt fem projekt rör analysområdet nya kunder och användningsområden. Tidigare studier har visat på en stor potential (minst en fördubbling) för ökad användning av fjärrvärme i industriprocesser. Två fjärrsynrapporter berör just detta område.

Två projekt bygger på idén att öka intäkten i förhållande till försåld värme genom att stimulera omfördelning av fjärrvärmeanvändning från perioder med hög produktionskostnad till perioder med låg produktionskostnad.

Ett projekt undersöker hinder och möjligheter för expansion av fjärrkyla.

I vilken utsträckning sker utvecklingen av nya användningsområden i samarbete med kund? Bland ovanstående projekt finns det exempel både på sådana projekt där kunden är en part i utvecklingen och projekt där kunden betraktas som ett randvillkor i en beräkning.

Slutsatser kring analysområdet kundens roll för systemeffektiviteten

I fjärrsynrapporterna har följande punkter som rör kundens roll i det energieffektiva fjärrvärmesystemet berörts:

- Med bättre upplösning på mätdata i kundanläggningar öppnar sig nya möjligheter för analys. Ett sådant område är till exempel felsökning i kundcentraler, vilket skulle vara ett verktyg för att hitta och hjälpa kunder med dålig avkylning.
- Att koppla på kunder med låga värmebehov på fjärrvärmens returledning har simulerats i ett projekt, men vilka kunder som i verkligheten skulle vara intresserade av en sådan lösning har inte undersökts.
- Fyra rapporter rör energieffektivisering i bebyggelsen och vilka konsekvenser detta kan få för fjärrvärmesystemen miljömässigt och kostnadsmässigt. Beräkningar görs både på husnivå och för en hel stad. Endast en rapport lyfter problematiken med energieffektiviseringsgapet och suboptimeringsprincipen som innebär att inte alla energieffektiviseringsåtgärder utförs även om de är lönsamma, samt att olika aktörer har olika incitament för energieffektivisering.
- Ett projekt rör prosumenter, men enbart tekniska kopplingsprinciper för inmatning på nät avhandlas i projektet.

Slutsats: Det kan konstateras att det finns flera intressanta frågeställningar som tas upp som rör kunden som en del i systemet, men en tydlig slutsats är att fokus har legat mer på beräkningar av ekonomi och miljönytta utifrån fiktiva kunders användningsmönster än på att försöka få kunden att bli en aktiv part i det energieffektiva systemet.

3.5 IDENTIFIERING AV KUNSKAPSLUCKOR

Förtroende och attraktivitet:

- Kunden har fortsatt en svag ställning gentemot fjärrvärmeleverantören. Hur långt räcker till exempel Prisdialogen och andra frivilliga satsningar för att skapa förtroende?
- Det finns ett behov av en bredare förankring av de modeller och verktyg som har tagits fram inom projekten. Kommande studier bör tydligare adressera nyttan och målgrupperna för användningen av modeller och verktyg som tas fram. Vem är intresserad av verktygen och modellerna och hur ska de användas?

Nya kunder och användningsområden:

- Fjärrkylan har potential att växa, men många kunder känner inte till fjärrkyla. Det saknas affärsmodeller och transparens i prissättning.
- Kundsamarbeten behövs för att utveckla nya användningsområden.

Kunden som komponent i ett effektivare energisystem:

- För att vi ska kunna övergå till ett fjärrvärmesystem med väsentligt lägre framledningstemperaturer måste kunden vara delaktig. Kundens husinterna system behöver anpassas - hur får man kunder, byggherrar och entreprenörer att bli intresserade av att gå i denna riktning?
- Nödvändig effektivisering av energianvändningen krävs för att anpassa kundens byggnader till det lågtempererade systemet. Hur löser vi suboptimeringsproblematiken när fastighetsägaren och fjärrvärmebolaget har olika målbilder för energieffektivisering?

- Många kundcentraler är behäftade med fel: Hur löser vi detta? Hur hittar vi felen? Vem ska äga kundcentralen och hur ska servicen utföras?
- Vad händer egentligen innanför mätaren? Väldigt lite forskning finns kring kundbeteende, användningsprofiler och fastighetsstyrning. Att gå innanför mätaren kräver samarbete med kunderna, vilket försvårar uppgiften.
- Dagens fjärrvärmesystem (i Sverige) bygger på att alltid förse kunden med den värme och det varmvatten som kunden efterfrågar. Går det att ifrågasätta detta synsätt? Går det att avtala bort viss komfort?
- Hur ser kunder på möjligheten att bli prosumenter? Hur ska avtal och affärsmodeller se ut?

4 Hållbarhetsperspektiv

I detta kapitel introduceras begreppet hållbarhet och den avgränsning som gjorts inom syntesarbete. En definition av vad hållbarhet omfattar i syntesarbetet görs i kapitel 4.2. Den metodik som applicerats i syntesarbetet, för att analysera och dra slutsatser om hållbarhetsaspekten i Fjärrsyn (2013-2017) avslutar kapitlet (4.2).

4.1 AVGRÄNSNING OCH DEFINITION AV DELOMRÅDET

Miljövetaren Lester Brown anses vara den person som först använde begreppet hållbar utveckling. Begreppet togs upp av FN och spreds genom den så kallade Bruntlandrapporten (World Commission on Environment and Development, 1987). Hållbarhet bygger i Bruntlandrapporten på att ekonomi, miljö och sociala faktorer samspelar. Ekonomisk utveckling skall inte ske genom oansvarig hantering av miljöresurser eller genom avsteg från mänskliga rättigheter.

På uppdrag av Energiforsk skall analys och slutsatser dras kring hållbarhet utifrån forskningsresultat inom Fjärrsynsprogrammet. Hållbarhetsperspektivet skall omfatta: Ekologisk Hållbarhet, Konkurrenskraft och Försörjningstrygghet.

4.1.1 Ekologisk hållbarhet

Ekologisk hållbarhet omfattar jordens ekosystem. Varor och tjänster får inte påverka ekosystemets förmåga att återskapa uttagna resurser. Vatten (föroreningar, grundvattennivåer, salinitet, temperatur, främmande arter), luft (föroreningar, partiklar, ozonlagret, klimatsystem, buller), land (föroreningar, erosion, landanvändning, främmande arter), biodiversitet (arter och livsmiljöer) och ekosystemtjänster (pollinering, fotosyntes, vattenrening, klimatreglering) omfattas. Ibland ingår även den yttre miljöns påverkan på människors hälsa (KTH, 2017). I programbeskrivningen för Fjärrsyn 2013-2017 hänvisas till regeringens proposition (2012/12:21) "Forskning och innovation för ett hållbart energisystem". I denna proposition anges att forskning och innovation på energiområdet ska bidra till de svenska energi- och klimatmålen, till den långsiktiga energi- och klimatpolitiken och till energirelaterade, miljöpolitiska mål. I programbeskrivningen finns ett avsnitt som heter "Miljöaspekter". Fjärrsyn sägs ha särskild relevans för nationella miljö kvalitetsmål (begränsad klimatpåverkan, frisk luft, god bebyggd miljö, bara naturlig försurning och ingen övergödning, levande skogar och ett rikt växt- och djurliv). Miljöfrågorna sägs vara centrala för programmet och att miljöfrågorna kommer att integreras och få en framskjuten plats i alla forskningsområden.

Utifrån vad ekologisk hållbarhet vanligtvis omfattar och den verksamhet som fjärrvärmeföretag bedriver har följande avgränsning gjorts kring vad som omfattar ekologisk hållbarhet i syntesarbetet; *ekologisk hållbarhet omfattar förorening av miljö (vatten, land och luft) samt påverkan på klimat.*

4.1.2 Konkurrenskraft

Naturvårdsverket anger att de "tar fram och analyserar kunskap om konsumtionens miljöpåverkan, utvecklar och genomför åtgärder och styrmedel som främjar hållbara beslut i näringsliv, handel offentlig sektor, för konsumenter, regioner och kommuner" (Naturvårdsverket, 2017). Avseende energisektorn finns styrmedel för effektivare energianvändning, bättre rening av utsläpp och ökad andel förnybara energikällor (Ekodesigm Energimärkning, Byggregler, Energideklarationer, Koldioxidskatt, Energiskatt och Energikartläggning i stora företag). Förnybar energiproduktion kan som sådan medföra negativa miljöeffekter genom konsekvenser av markanvändning, onaturliga flödesvariationer och vandringshinder i vatten, föroreningar vid tillverkning av solenergianläggningar samt visuell påverkan och buller till följd av rotorbladens rörelse i vindkraftverk. Denna kända påverkan till trots finns ett antal styrmedel för att höja andelen förnybar energi (Elcertifikatsystemet, Skattebefrielse för biobränslen och Klimatklivet), (Ibid). I programbeskrivningen för Fjärrsyn (2012/12:21) finns inte någon diskussion, liknande den kring miljö, för ekonomisk hållbarhet. Det finns dock ett antal exempel på forskningsområden som är relevanta för Fjärrsyn vilka direkt bör bidra till stärkt konkurrenskraft för fjärrvärme (t.ex. effektiv styrning, tillvaratagande av restvärmekällor, efterfrågestyrd uppvärmning, lagring av värme samt effektivisering och underhåll).

Utifrån det nationella arbetet med att skapa hållbar konsumtion och hållbara beslut i näringslivet och den verksamhet som fjärrvärmeföretag bedriver har följande avgränsning gjorts kring vad som omfattar konkurrenskraft i syntesarbetet; *konkurrenskraft omfattar förmåga att hantera energisystemets styrmedel, effektivisering av fjärrvärme/ fjärrkyleproduktion och distribution (styrning, lagring av värme och underhåll) samt möjliggörande för konsument av värmekyla samt beslutsfattare i näringslivet att göra hållbara val (såsom att energieffektivisera värmeförbrukning och minska miljöpåverkan).*

4.1.3 Försörjningstrygghet

Definitioner av "ekologisk hållbarhet" och "konkurrenskraft" har tagits fram för syntesarbetet vilka kan sägas reflektera "miljömässig respektive ekonomisk hållbarhet" enligt Bruntlandskommissionens definition av hållbarhet. I uppdraget från Energiforsk skall även "Försörjningstrygghet" beaktas vid analys av hållbarhet inom Fjärrsyn 2013-2017. Det innebär att "Försörjningstrygghet" kan antas utgöra det "sociala" hållbarhetsbenet enligt Bruntlandskommissionen. Försörjningstryggheten av värme (inklusive varmvatten) kan påverkas av olika faktorer. Exempelvis kan produktions- och distributionssystemet skadas genom eftersatt underhåll, bristande larmhantering eller annan yttre påverkan. Därtill kan distributionssystemet påverkas negativt av bristande tillgång på bränsle (inte ovanligt att spetslast inte kan erhållas vid kall väderlek). Konsekvensen av bristande försörjningstrygghet blir en samhällsstörning vars styrka och konsekvens är varierande beroende på störningens omfattning.

Energisystemet och dess förmåga att hantera störningar diskuteras från olika perspektiv. Vanligt förekommande begrepp är "robustness", "sovereignty" och "resilience". Robustness handlar om störningar från förutsägbara källor såsom bristande tillgång på råvaror, snabbt stigande efterfrågan, gamla infrastrukturer eller stigande energipriser. Sovereignty fokuserar på störningar där aktörer handlar avsiktligt genom att exempelvis påverka marknaden eller genom att politiska beslut fattas vilka stör befintlig verksamhet. Resilience berör icke förutsägbara händelser såsom politisk instabilitet, innovationer eller extremt väder (Cherp et al., 2012). En svensk tolkning av resiliens finns hos Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB). De anser att resiliens är förmågan att stå emot och klara av en förändring, samt återhämta sig och vidareutvecklas. Resiliens diskuteras i olika sammanhang och inom olika områden (t.ex. ekologisk, social, organisatorisk, vid katastrofer), (MSB, 2013).

Energimyndigheten har diskuterat indikatorer för försörjningstrygghet för både el och uppvärmning (Energimyndigheten, 2007). Avseende uppvärmning anges tre indikatorer: en för vilken bebyggelse som värms av en energibärare jämfört med kombinationer av energibärare, en för produktionsmixen (bränslemix) och dess flexibilitet och en för bebyggelsens förmåga att klara uppvärmningsbehovet vid längre elavbrott (el krävs t.ex. för cirkulationspumpar), (Ibid). Energimyndigheten har också utrett risk för avbrott i fjärrvärmens och identifierar ett antal svagheter (Energimyndigheten, 2016). Exempelvis framkommer att kommunal kunskap om bebyggelsens utkylningsförmåga är bristfällig vilket är viktigt i arbete med att hjälpa människor med störst hjälpbehov vid ett större värmebortfall. Vidare identifieras att fjärrvärmeföretag tenderar att få sin el från ett nätbolag vilket medför påverkan på fjärrvärmens om det enskilda elbolaget erfar störning. Det påpekas även att ett stort antal fjärrvärmeverk kan påverkas av högt vattenstånd vid kuster, älvar och andra vattendrag genom att känsliga delar (pumpar och manöverutrustning är placerad under vattenytan). Därtill påtalas att rådande samhällsklimat kan medföra att andelen antagonistiska hot mot fjärrvärmearläggningar kan öka framöver. Studien påvisar att branschen har en vana att förebygga tekniskt orienterade skador och incidenter emedan arbetet för andra områden är bristande. Företag med kraftvärmeproduktion gör för elproduktionen risk och sårbarhetsanalyser enligt författning. För värmeproduktionen förefaller risk och sårbarhetsanalyserna vara bristande. Parametrar som analyseras är ålder, ledningstyp, dimensioner, förläggningssätt, bränder, miljörisker med mera. Parametrar som tenderar att falla utanför analyserna är elberoende, känslighet för långvarig störning av bränsletillförsel, störningar i elektronisk kommunikation (omfattar även informationssäkerhet), risker kopplade till organisationen och dess förmåga att hantera störningar och ett bredare riskperspektiv som inkluderar fjärrvärmearläggningens fysiska miljö (Ibid).

Utifrån tidigare arbete kring försörjningstrygghet på värmemarknaden, medvetenhet om att en störning kan ha större eller mindre social påverkan och den verksamhet som fjärrvärmeföretag bedriver har följande avgränsning gjorts av vad som omfattar försörjningstrygghet i syntesarbetet; *försörjningstrygghet omfattar fjärrvärmefjärrkyle- systemets förmåga att hantera störning*. Störningen förväntas komma från någon av de tre indikatorer som Energimyndigheten identifierat.

4.2 METOD FÖR ANALYS OCH SLUTSATSER KRING HÅLLBARHET

För att analysera de rapporter som genererats inom Fjärrsyn, etapp 3, utifrån ett hållbarhetsperspektiv har en kvalitativ innehållsanalys gjorts av de studier som genomförts i de 34 forskningsprojekten. Innehållsanalys används för att tolka innehållet i text (Krippendorff, 2013). Tolkningen har i detta arbete gjorts i flera steg. Det första steget var att definiera innehållet i begreppet hållbarhet. Energiforsk har angett att hållbarhet skall omfatta (i) ekologisk hållbarhet, (ii) konkurrenskraft och (iii) försörjningstrygghet. Genom att definiera respektive del (i-iii) har kategorier av relevans tagits fram- för att förstå hur projekten i Fjärrsyn har genererat ny kunskap inom hållbarhetsområdet.

Dessa kategorier är sammanfattade i Tabell 3.

Tabell 3. Definitioner och kategorier vilka tillämpats för att genomföra analys utifrån perspektivet hållbarhet

Energiforsks utvalda områden	Syntesarbetets definition	Kategorier som tillämpats vid innehållsanalys
Ekologisk hållbarhet	Miljö & Klimat	-Föroreningar till luft, mark, vatten -Klimatpåverkan (utsläpp av växthusgaser)
Konkurrenskraft för fjärrvärme jämfört med andra uppvärmningsalternativ	Hållbar konsumtion & produktion	-Hantering av styrmedel -Effektivisering av fjärrvärmeproduktion -Effektivisering av fjärrvärmedistribution -Möjliggöra för konsument och beslutsfattare i näringslivet att konsumera hållbart och att fatta hållbara beslut
Försörjningstrygghet	Förmåga att hantera störning i fjärrvärme/fjärrkyle systemet	- vilken bebyggelse är beroende av en energibärare jämfört med kombinationer av energibärare -produktionsmixens flexibilitet - bebyggelsens förmåga att klara uppvärmningsbehovet vid längre elavbrott

Det andra steget i innehållsanalysen var att kartlägga innehållet som de 34 projekten inom Fjärrsyn, etapp 3 genererat. Samtliga rapporter som projekten levererat har lästs igenom, vissa fler än en gång. De identifierade kategorierna har varit vägledande för att förstå hur materialet genererat ny kunskap med avseende på hållbarhet. Det tredje steget i innehållsanalysen var att dokumentera inom vilka kategorier som de olika projektet bidragit med ny kunskap. Det fjärde steget i innehållsanalysen var att analysera resultaten utifrån ett hållbarhetsperspektiv samt att diskutera resultaten med övriga kompetenser (energiomställning och kund) för att identifiera aggregerade kunskaper inom Fjärrsyn, etapp 3.

Arbetsgången för att förstå den kunskap som Fjärrsyn, etapp 3, genererat utifrån ett hållbarhetsperspektiv illustreras i Figur 14



Figur 14 Arbetsgång för analys på temat hållbarhet

4.3 SAMMANSTÄLLNING AV BETYDANDE RESULTAT OCH SLUTSATSER INOM OMRÅDET

Resultat och slutsatser presenteras för ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och för försörjningstrygghet (4.3.1-4.3.3). Därefter dras slutsatser kring hållbarhetsperspektivet i Fjärrsyn 2013-2017 som helhet (4.3.4).

4.3.1 Ekologisk hållbarhet

Inget av projekten utreder föroreningar av luft, vatten eller mark. I 14 av 34 (41%) av projekten berörs potentialen att reducera utsläpp av växthusgaser explicit. Bland dessa projekt det 6 som enbart omfattar växthusgaspåverkan emedan resterande 8 omfattar ytterligare hållbarhetsperspektiv (konkurrenskraft och/eller försörjningstrygghet så som dessa perspektiv har definierats i syntesarbetet).

De 14 projekten har skapat ny kunskap inom hållbarhetsområdet genom olika fokus. Vilken sorts kunskap som genererats har sammanfattats i tabellen sist i detta avsnitt.

4.3.1.1 Projekt som explicit genererar kunskap om växthusgaspåverkan

Byggnader och energieffektivisering är ett gemensamt tema för 4 av de 6 projekten som explicit genererar kunskap om växthusgaspåverkan. I projektet *Strategier för hållbar energieffektivisering (IVL)* är syftet att få en integrerad syn på produktionssidan och användarsidan i en stads fjärrvärmesystem till stånd. Ett viktigt resultat är att olika miljömålsdefinitioner (fossilfrihet jämfört med CO₂-neutralitet) ställer olika krav på den nationella energianvändningen. *Projektet utveckling av resurseffektiva fjärrvärmesystem (Linnéuniversitet)* har utvärderat vad det kostar att energihushålla i ett befintligt flerbostadshus jämfört med de minskade kostnader som uppkommer för bostadshusets fortsatta livslängd. *Värdering av energilösningar i byggnader (IVL; etapp 1 och 2)* belyser byggnaders energilösningar och en metodik för att analysera miljökonsekvenserna av olika lösningar har utvecklats. Resultat visar att miljökonsekvenserna varierar över tid och att det finns behov för en tidsupplöst miljövärdering för energilösningen fjärrvärme.

De övriga 2 projekten drar båda slutsatser kring miljöpåverkan; i projektet *Att använda fjärrvärme i industriprocesser (FVB)* är syftet att underlätta för fjärrvärme- och industriföretag att förverkliga den potential som finns för fjärrvärme i industrin. En viktig slutsats är att miljönyttan är stor om fjärrvärme används men att så inte är möjligt i alla industriprocesser. *Ökad acceptans för energiåtervinning (Profu)* är ett projekt som explicit belyst miljöpåverkan från avfallsförbränning med el- och värmeproduktion.

4.3.1.2 Projekt som genererar kunskap om växthusgaspåverkan och om andra dimensioner av hållbarhet

5 av de 14 projekten som skapar ny kunskap om växthusgasproblematik skapar även ny kunskap kring fjärrvärmeföretags konkurrenskraft.

Energieffektivisering i bostäder (WSP) syftar till att studera sambanden, både positiva och negativa, i kedjan energiproduktion-energieffektiviseringsåtgärder-innemiljö samt att belysa framgångsfaktorer och drivkrafter för energieffektivisering i flerbostadshus. Att inkludera hela kedjan från energiföretag till kund är en förutsättning för att få hållbar konsumtion till stånd. Diskussioner förs även kring effektiviseringsåtgärdernas påverkan på primärenergianvändningen, minskat behov av "smutsig" spetslast och den betydelse elens utsläppsfaktor har vid en total CO₂ bedömning, ex. kunskap om växthusgasproblematik genereras.

Projektet *Gröna IT-Innovationer för fjärrvärme (IMCG)* har utvecklat, demonstrerat och verifierat hållbara och innovativa digitaliserade lösningar för att stärka fjärrvärmeaffären. I projektet är klimatavtrycket (antal gram CO₂ som förbrukningen genererar på ett dygn) ett centralt mått. Därtill fastställs att modern informations- och kommunikationsteknik är en möjliggörande teknik. Demonstrationsprojekten visar /indikerar hur digitaliseringen av kundanläggningar och kundrelationer kan bidra till högre produktionseffektivitet, minskad miljöbelastning, nya energitjänster och helt nya kommunikationsmöjligheter mellan slutkund och leverantör. Projektet omfattar således även aspekter som påverkar fjärrvärmeföretagens konkurrenskraft genom att främja företagets produktionseffektivitet, distributionseffektivitet och förståelse av kundens behov vilket möjliggör för kund att konsumera hållbart.

Framtida fjärrvärmeteknik (Högskolan i Halmstad) har skapat ny kunskap kring teknik för att möjliggöra 50 respektive 20 grader i nätens fram och returledning. Den nya tekniken kan medföra att fossila bränslen kan fasas ut samtidigt som produktions och distributionseffektiviteten genom ny teknik kan förbättras, något som skulle förbättra fjärrvärmens konkurrenskraft.

I projektet *Nya lösningar för fjärrvärme i miljonprogramsområden (Uppsala Universitet)* har ny kunskap skapats kring hur befintliga fjärrvärmesystem kan förändras för att påverka produktions och distributionseffektivitet (konkurrenskraft) samt koldioxidutsläpp. Därtill belyses behovet av lägenhetsvärmeväxlare vilket möjliggör kännedom om specifika kunders behov, vilket kan underlätta för fjärrvärmeföretagen i en strävan att stödja kund att konsumera hållbart.

Storskalig styrning av fjärrvärme i miljonprogramsområden (Uppsala Universitet) har belyst hur fjärde generationens fjärrvärmeteknik skall kunna genomföras i

flerbostadshus byggda under miljonprogrammet. Projektet omfattar såväl koldioxidpåverkan som produktions och distributionseffektivitet.

3 av de 14 projekten belyser växthusgaspåverkan, konkurrenskraft och försörjningstrygghet.

I projektet *Resurseffektiva städer (Luleå Tekniska Universitet)* har värmeåtervinningens förutsättningar (politiska, tekniska och ekonomiska) studerats.

Restvärmesamarbeten resulterar i minskade växthusgasutsläpp samtidigt som de kan bidra med en reservkapacitet vilket kan öka försörjningstryggheten i ett fjärrvärmesystem. Avseende konkurrenskraft diskuteras behovet av tydliga styrmedel kring restvärme för att skapa rätt incitament för sådana samarbeten.

Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme (DEVCCO) har belyst förutsättningarna för säsongslager i anslutning till större kunder. Säsongslagring kan ha gynnsam påverkan på växthusgasutsläpp genom att fossil spetslast kan undvikas samtidigt som distributionseffektiviteten kan höjas och därigenom skapa konkurrenskraft. Lagerhållning av värme skapar också stärkt förmåga till fjärrvärmeförsörjning.

Regionala fjärrvärmesamarbeten (WSP) skapar ny kunskap om vilka regionala fjärrvärme samarbeten som finns och planeras i Sverige. Ett regionalt samarbete kan ha gynnsam påverkan på växthusgasutsläpp genom mer effektiv användning av befintliga produktions- och distributionssystem (synergier kan nyttjas). Därtill skapas mer robusta system med stärkt försörjningstrygghet.

I Tabell 4 i Bilaga 2 – Tabeller tillhörande kapitel 4 har kunskapen som genererats sammanfattats.

4.3.2 Resultat – Konkurrenskraft

Mer än hälften av projekten belyser hur företagen kan bli mer konkurrenskraftiga. I 18 projekt berörs någon av de faktorer som grupperats in under begreppet konkurrenskraft (konkurrenskraft omfattar styrmedel, produktionseffektivitet, distributionseffektivitet och hållbar konsumtion/hållbart beslutsfattande).

De 18 projekten har skapat ny kunskap inom hållbarhetsområdet genom olika fokus. Vilken sorts kunskap som genererats har sammanfattats i tabellen sist i detta avsnitt.

4.3.2.1 Projekt som har produktions- och distributionseffektivitet som minsta gemensamma nämnare

7 av de 18 projekten skapar kunskap om hur produktions och distributions-effektiviteten kan höjas bland fjärrvärmeföretag. Projekten *Gröna IT innovationer för fjärrvärme (IMCG)*, *Regionala Fjärrvärmenät (WSP)* *Framtida fjärrvärmeteknik (Högskolani Halmstad)*, *Nya lösningar för fjärrvärme i miljonprogramsområden (Uppsala Universitet)* och *Storskalig styrning av fjärrvärme i miljonprogramsområden (Uppsala Universitet)* är omnämnda inom ramen för resultaten för Ekologisk hållbarhet (4.3.1). Dessa projekt tillhör de sju som har skapande av ny kunskap kring produktions och distributionseffektivitet som en minsta gemensam nämnare. Till dessa bör läggas

Projektet *Framtida värmebehov, etapp två* (Högskolan i Halmstad) samt *Riskhantering för underhåll av fjärrvärmenät* (Grontmij). I den förstnämnda har målet varit att få en god kännedom om värmeflöden i fjärrvärmecentraler och dess variationer. Inom ramen för arbetet identifieras förbättringspotentialer i fjärrvärmecentraler vilket kan förbättra både produktions och distributionseffektivitet. Genom att fel havhjälpas kan ett fjärrvärmesystem skapas som bättre kan hantera störningar (medför förbättrad försörjningstrygghet). I *Riskhantering för underhåll av fjärrvärmenät* (Grontmij) har man arbetat för att ta fram referensmaterial som kan användas av personal som arbetar med distributions och underhållsfrågor inom fjärrvärmebolag. Ny kunskap om hur befintliga fjärrvärmenät bör underhållas har framtagits vilket påverkar både produktions och distributionseffektiviteten. Därtill ger effektiv planering av underhåll och förnyelse av fjärrvärmenät mer robusta nät med förbättrad försörjningstrygghet.

4 Fjärrsynsprojekt skapar ny kunskap inriktad mot ökad distributionseffektivitet. Tidigare nämnda *Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme* (DEVVCO), *Temperaturmätning i vätskeflöden* (SP), *Fjärrkyla-framtida design och standard* (SP) samt *Små värmekällor-kunden som prosument* (Lunds Universitet). *Temperaturmätning i vätskeflöden* (SP) är ett projekt som fokuserat på temperaturmätning i fjärrvärmenät. Bättre temperaturmätning kan effektivisera driften av fjärrvärmenät. Bättre temperaturmätning kan uppnås genom att värmeledande pasta snabbar upp temperaturjusteringar dock tillför sådan pasta ytterligare arbetsmoment.

I projektet *Fjärrkyla –framtida design och standard* (SP) är målet att utveckla innovativa typer av kundcentraler för anslutning av byggnader till både fjärrvärme- och fjärrkylennät. Ett fokus på fjärrkyleledningars kylförluster ger kunskap som kan effektivisera distribution av fjärrkyla.

Små värmekällor –kunden som prosument (Lunds Universitet) har tittat på hur små värmekällor kan införas i fjärrvärmenät utan att påverka leveransflödets stabilitet. Målet är att utveckla ett koncept för hur värme decentraliserat kan tillföras fjärrvärmesystemet. Kunskap kring distributionseffektivitet vid nyttjande av multipla värmekällor skapas samtidigt som nyttjandet av små värmekällor kräver ett prosumentförhållande till värmeleverantörerna. Prosumentrelationen kan gynna utvecklingen av hållbar värmekonsumtion.

4.3.2.2 Projekt med fokus på kundens behov

7 av de 17 rapporterna genererar kunskap om kundens värmebehov. I *Små värmekällor - kunden som prosument* (Lunds Universitet), *Energieffektivisering av bostäder* (WSP), *Gröna IT innovationer för fjärrvärme* (IMCG), *Nya lösningar för fjärrvärme i miljonprogramsområden* (Uppsala Universitet) har olika aspekter på kundens behov belysts, vilka i sin förlängning kan möjliggöra hållbar konsumtion. Därtill har projektet *Kundernas uppfattning om förändrade prismodeller* (Lunds Universitet) skapat kunskap kring hur kund ser på fjärrvärmebolags prismodeller och modellernas utveckling. Ett viktigt resultat är att kunder och fjärrvärmeföretag inte har samma mål med prismodellerna. Framtida modeller måste exempelvis möjliggöra kostnadseffektiv energieffektivisering för kund. Att veta vad kund vill ha är en förutsättning för att fjärrvärmeföretag skall kunna främja hållbar

konsumtion. Projektet *Hinder och möjligheter för expansion av fjärrkyla* (Linköpings Universitet) belyser hinder men också möjligheter för fjärrkyla i Sverige. Kundens kännedom och behov kring fjärrkyla belyses vilket ger företagen en möjlighet att främja hållbar konsumtion av kylan. I ett projekt utgår forskarna från kundens behov för att fastställa fjärrvärmepris: *Dynamisk prismekanism baserat på förutsägelsen av värmebehovet* (Mälardalens Högskola). Metoden utmanar gängse uppfattning om hur kostnadstäckning skall uppnås. Prismekanismer som utgår från kundens efterfrågan kan utgöra verktyg för att främja hållbar konsumtion av värme.

4.3.2.3 Annan kunskapsbildning (styrmedel och expansion av värmeunderlag)

Tre projekt belyser hur styrmedel påverkar fjärrvärmeverksamhet. I projektet *Det reglerade fjärrvärmeavtalet, etapp tre* (Göteborgs Universitet) belyses hur lagen påverkar fjärrvärmekundernas förtroende för företagen. Resultaten påvisar hur lagen som styrmedel försvårar företagens möjligheter att bygga starka kundrelationer. Projektet *Resurseffektiva städer* (Luleå Tekniska Universitet) diskuterar behovet av tydliga styrmedel kring restvärme för att skapa rätt incitament för sådana samarbeten. *Termodynamisk värdering av energianvändning i byggnader* (Mälardalens Högskola) identifierar att Boverkets byggregler snedvrider förutsättningarna för olika uppvärmningsalternativ. Frågeställningar kring dessa regler belyses utifrån fem frågeställningar.

I Tabell 5 i Bilaga 2 – Tabeller tillhörande kapitel 4, har kunskapen som genererats sammanfattats.

Det är intressant att några projekt skapar kunskap om hur värmeunderlaget kan expanderas. *Att använda fjärrvärme i industriprocesser* (FVB) påvisar att fjärrvärme kan användas i industriprocesser i större utsträckning än idag. Inom projektet *Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme* (DEVCCO) identifieras hur spillvärme, sommartid kan lagras för senare bruk vilket expanderar värmeunderlaget sommartid. Projektet *Fjärrvärmedriven vattenrening i industrin* (KTH) möjliggör nyttjande av fjärrvärme i en ny kontext vilken kan expandera värmeunderlaget. I projektet *Regionala Fjärrvärmesamarbeten*, (WSP) framkommer att regional sammankoppling av nät kan resultera i ett större värmeunderlag. *Värmedriven komfortkyla* (FVB) har sammanställt kunskapsläget. Expansion av komfortkyla vilken drivs på värme kan expandera värmeunderlaget.

4.3.3 Resultat - Försörjningstrygghet

9 (26%) av projekten i Fjärrsyn berör försörjningstrygghet. *Regionala Fjärrvärmesamarbeten* (WSP) indikerar att regionala nät kan vara mer robust och ha starkare försörjningstrygghet än mindre och lokala nät. Lagerhållning av värme kan skapa stärkt förmåga till fjärrvärmeförsörjning; *Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme* (DEVCCO). Ökad andel spillvärmesamarbeten skapar mindre behov av reservkapacitet och kan därigenom bidra till försörjningstryggheten; *Resurseffektiva städer* (Luleå Tekniska Universitet). Avhjälpan av fel och effektiv underhållsplanering kan främja försörjningstryggheten. Detta belyses i *Framtida fjärrvärmebehov* (Halmstads Universitet) och i *Riskhantering för underhåll av fjärrvärmenät* (Grontmij). Inom projekten *El- och Fjärrvärme samverkan mellan*

marknaderna (Profu; etapp 1 och 2) el- och fjärrvärmemarknadernas möjliga samverkan. Fjärrvärmens möjliga bidrag till kraftsystemets stabilitet är en viktig del av projektet vilket kan skapa ökad försörjningstrygghet avseende energi på nationell nivå. I två projekt berörs fjärrvärmerörens livslängd explicit. *Livslängd och statusbedömning av fjärrvärmenät (Chalmers)* har analyserat livslängder och statusbestämningar av fjärrvärmenät. Med bättre rör, vars livslängd är känd kan försörjningstryggheten förbättras. *Livslängd för fjärrvärmerör (SP)* har fokuserat på att hitta tillförlitliga livstidsberäkningar för fjärrvärmerör med polyuretanskum. Tillförlitlig livstidsberäkning kan effektivisera underhållet och främja försörjningstryggheten.

I Tabell 6 i Bilaga 2 – Tabeller tillhörande kapitel 4 har kunskapen som genererats sammanfattats.

4.3.4 Slutsatser kring delområde Hållbarhet inom Fjärrsyn, etapp 3

I 28 av de 34 (82%) projekten berörs något av de hållbarhetsperspektiv som beaktats i syntesen (Ekologisk hållbarhet, Konkurrenskraft och Försörjningstrygghet).

Det hållbarhetsperspektiv som är minst utforskat inom ramen för Fjärrsyn, etapp tre är Försörjningstrygghet.

Beaktas antal hållbarhetskriterier som belyses inom ramen för respektive projekt framkommer att 18 av de 28 (64%) projekten har fokus på ett av de tre hållbarhetsperspektiven. 7 av 28 (25%) projekt belyser två av hållbarhetsperspektiven emedan tre projekt (*Regionala Fjärrvärmenät; Fastighetsnära säsongslagring av värme och Resurseffektiva städer*) belyser alla tre perspektiven. Denna fördelning framgår av tabellen nedan. Beaktas den finansiering som allokaterats till projekten har 49% av Fjärrsyns medel gått till projekt som skapat kunskap om ett hållbarhetsperspektiv, 23% har gått till rapporter som skapat kunskap om två hållbarhetsperspektiv, samma siffra gäller för projekt som inte belyst hållbarhetsperspektiven alls emedan de tre projekt som belyst samtliga tre hållbarhetsperspektiv har erhållit 5% av de 61 miljonerna som fördelats inom Fjärrsyn.

Tabell 4. Sammanställning av rapporternas innehåll med avseende på antal hållbarhetsperspektiv samt fördelningen av Fjärrsyns finansiering för etapp 3

Antal hållbarhetsperspektiv i ett projekt	Inget	Ett	Två	Tre	Totalt antal
Projektens fördelning (antal projekt)	6	18	7	3	34
Finansiering	23%	49%	23%	5%	100%

Analysen av ekologisk hållbarhet indikerar att fokus varit begränsat till växthusgasutsläpp snarare än till fler, miljö och klimatpåverkande faktorer. En samlad analys visar dock att Fjärrsyn även har lagt resurser på att effektivisera distribution och produktion vilket både utgör en direkt konkurrensfördel och en indirekt miljövinst. Slutsatsen är att sammantaget har Fjärrsyn på ett effektivt sätt bidragit till att branschens miljöpåverkan minskar. *Ett snävt fokus på växthusgaspåverkan reflekterar den uttalade ambitionen som branschen arbetat för att uppnå under lång tid, nämligen en utfasning av fossila bränslen (och därigenom ekologisk hållbarhet). Företagen är nu nära att uppnå denna målsättning och frågan infinner sig, hur*

blir fjärrvärmesektorn en del av framtidens, smarta städer? Den framtida inriktningen för fjärrvärmebranschen i Sverige, bortanför fossilbränslefria städer, framgår inte av de satsningar som gjorts inom Fjärrsyn.

I programbeskrivningen till Fjärrsyn betonas vikten av att beakta miljö och klimat genom programmets samtliga delar. Därav är det förvånande att endast 41% (14 stycken) av rapporterna tydligt redogör för resultatens miljö och klimatpåverkan. En möjlig förklaring är att fjärrvärme förutsatts ha en positiv miljö och klimatpåverkan och därför har inga krav ställts på att explicit redogöra för miljö och klimatpåverkan i samtliga Fjärrsynsrapporter. *Projekten är ojämna avseende vilket fokus som lagts på att bringa klarhet i det studerade problemets ekologiska hållbarhet. Inom ramen för ekologisk hållbarhet är det enbart växthusgaspåverkan som beaktats. Utsläpp till luft, mark och vatten diskuteras inte. En möjlig förklaring till att växthusgasutsläpp fått stort utrymme kan vara fjärrvärmebranschens strävan i riktning mot fossilfrihet.*

Mer än hälften av projekten inom Fjärrsyn, etapp 3 behandlar fjärrvärmeföretags konkurrenskraft på något sätt vilket indikerar att branschen är medveten om att förutsättningarna för fjärrvärmeaffären förändras. Analysen av konkurrenskraft påvisar ett fokus på effektiviserad produktion och distribution över andra delar av kedjan (såsom t.ex. inköp). Vidare syftar fem av studierna till att expandera värmeunderlaget snarare än att diskutera hur företagen behöver ställa om för att hantera att värmeunderlaget viker. Analysen visar ett intresse för ny teknik finns men majoriteten av de genomförda studierna utgår från att nuläget skall förbättras. *En möjlig orsak till fokus på nuläget kan vara att majoriteten av studierna har en uttalad målgrupp i fjärrvärmeföretag, vilka har ett intresse av att lösa de frågor de står inför i vardagen.* Konsumenten berörs i ett fåtal studier men då inte utifrån en ansats för att möjliggöra hållbar fjärrvärmekonsumtion.

Inom ramen för den tidigare programperioden för Fjärrsyn gjordes en satsning på Fjärrvärmens affärsmodeller (slutrapporterades 2013). Detta forskningsprojekt har resulterat i diskussion om fjärrvärmens framtida affärsmodeller bland fjärrvärmeföretag. Därtill har prismodellen setts över i ett stort antal svenska fjärrvärmeföretag. Den tidiga satsningen på affärsmodeller reflekterar branschens insikt kring att förutsättningarna för fjärrvärmeaffären förändras. Denna insikt reflekteras även i Fjärrsyn 2013-2017 då fler än hälften av rapporterna på olika sätt berör fjärrvärmeföretags konkurrenskraft. Fjärrsyns forskning i etapp 3 är dock framförallt fokuserad på effektivisering av befintlig distribution och produktion (kända fel, styrning, ledningarnas livslängd) samt på hur befintligt värmeunderlag kan expanderas medan andra mindre tekniska delar, såsom exempelvis inköpsprocessen och omställning av affärsmodeller och affärslogik är eftersatta. Det sagt så omfattar forskningen inom Fjärrsyn kunskapsbildning inom områden som är kritiska för effektiv fjärrvärmeverksamhet framöver. Sådan områden är exempelvis digitalisering och möjliggörande av hållbar värmekonsumtion. Fokus läggs dock på att finna lösningar på aktuella produktions och driftsproblem än att ta fram kunskap som kan främja fjärrvärmens utveckling på lång sikt. *Det verkar föreligga ett behov av genomgripande förändring av värmeaffären för att fjärrvärmeverksamhet skall utgöra ett konkurrenskraftigt alternativ på lång sikt. Detta behov identifierades redan i förra programperioden av Fjärrsyn men möts inte av*

forskningen i Fjärrsyn, etapp tre då denna etapp främst skapat kunskap om kortsiktiga lösningar för ökad konkurrenskraft.

Politiska beslut, styrmedel, regelverk och lagar har en betydande påverkan på fjärrvärmeföretags verksamhet. Inom ramen för Fjärrsyn belyses den påverkan Boverkets Byggregler har på fjärrvärmens konkurrenskraft. Även Fjärrvärmelagens utformning och hur den påverkar kunders förtroende för branschen undersöks liksom reglerarens påverkan vid spillvärmesamarbeten. Det förefaller som om branschen har en god förmåga att hantera styrmedel och att det finns en förståelse kring att vissa regler såsom Boverkets Byggregler, Fjärrvärmelagen och reglerarens påverkan på fjärrvärmeverksamhet kan effektiviseras. *Inga studier har genomförts för att aktivt påverka utformningen av styrmedel för branschen vilket indikerar att forskningen som bedrivs reflekterar en reaktiv hållning gentemot politiska styrmedel inom fjärrvärmesektorn.*

Inom ramen för Fjärrsyn belyses risker och underhåll av fjärrvärmenätet vilket ger viktig information om verksamheter och dess flexibilitet. Fjärrsyn bidrar till ökad förståelse kring fjärrvärmeföretags förmåga att hantera störningar. Branschen förefaller dock inte vara proaktiv vad gäller ett bredare arbete med att hantera störningar. Det är snarare på myndighetsnivå än på branschnivå som ett arbete görs för att förstå fjärrvärmeföretagens resiliens. För att snabbare öka företagets kapacitet att hantera störningar krävs riktad forskning kring områden som myndigheter har identifierat som eftersatta. Kunskap om hur bebyggelse klarar längre elavbrott eller hur bebyggelsen värms upp (en eller flera energibärare) berörs inte. Inte heller omfattas fjärrvärmeföretagens förmåga att emot och klara av en förändring, samt återhämta sig och vidareutvecklas (resiliens), (MSB 569 – 2013). *Avseende försörjningstrygghet dras slutsatsen att Fjärrsyn har genererat information inom ett av försörjningstrygghetens delområden.*

4.4 IDENTIFIERING AV KUNSKAPSLUCKOR

Forskningen som bedrivits inom ramen för Fjärrsyn 2013-2017 har varit fokuserad på att belysa kända utmaningar för branschen. Genom Fjärrsyn har branschen erhållit ny kunskap om samtliga områden som är relevanta för dess utveckling framöver. Mer kunskap har genererats kring produktion, distribution och teknik än kring andra områden. Men branschen har identifierat att t.ex. relationen med kund, digitalisering av fjärrvärmeverksamhet, den påverkan som regelverk har på fjärrvärmeföretag och den fjärde generationens teknik är viktiga områden att belysa för framtida konkurrenskraft och därför finns det riktade satsningar även mot dessa områden.

Beaktar man fjärrvärmen utifrån perspektivet smart och hållbar stad så finns viss forskning kring t.ex. smarta nät och lagerhållning av värme på nationell nivå och den kunskap som bedrivits inom Fjärrsyn har bidragit till en större, nationell kunskapsmassa. För att fjärrvärmen skall bli en del av den smarta staden räcker det dock inte att den finns i nuvarande format. Istället krävs ökad digitalisering, ökad användning av förnybara värmekällor (i kontrast till studier som påvisar hur mycket växthusgasutsläpp fjärrvärme kan medföra), förändrade affärsmodeller för

att hantera de förändrade verksamhetsvillkoren samt förutsättningar för kunder att konsumera hållbart och för näringslivets beslutsfattare att ta hållbara beslut.

Det behövs mer forskning för att foga in fjärrvärmens på ett effektivt sätt i framtidens energisystem. Den framtida forskningen är extra betydelsefull för fjärrvärmens utveckling då Sverige, till skillnad från EU inte har någon uttalad strategi för fjärrvärmens/ fjärrkylans utveckling. Fjärrvärmebranschen har länge samlats kring målet med fossilbränslefri fjärrvärmeverksamhet, vilket reflekteras i flera analyser av växthusgasutsläpp inom Fjärrsyn 2013-2017. Här föreligger ett gap framgent i och med att branschen i stort sett redan genomfört denna omställning i riktning mot fossilfrihet. Gapet som nu föreligger är kopplat till hur fjärrvärmesektorn skall kunna bidra till den hållbara staden. Vad betyder en smart stad för företagen? Hur skall de arbeta för att nå dit? Är digitaliserad produktion och distribution ett måste? Bör utfasning av större produktionsanläggningar ske till förmån för prosumentgenererad värme i kombination med värmelager? Skall affärsmodellen byggas kring effektiv energiöverföring, i realtid, från små plattformar?

5 Aggregerade slutsatser

Den tredje etappen av Fjärrsynsprogrammet kan aggregerat sammanfattas med de slutsatser, kunskapsluckor och rekommendationer som lämnas i detta kapitel.

5.1 ANALYS OCH TOLKNING AV DE SAMLADE RESULTATENS BETYDELSE

Fjärrvärme som värmeförsörjningsalternativ: Fjärrvärmeverksamhet kräver en långsiktig investering i betydande infrastruktur. För att utveckla denna krävs en långsiktig analysförmåga. En övergripande slutsats till följd av syntesarbetet är att forskningen inom Fjärrsyn validerar att fjärrvärme är en effektiv värmelösning utifrån ett längre tidsperspektiv. I ungefär en tredjedel av de genomförda projekten genereras kunskap som är viktig för branschens långsiktiga fortlevnad. Som exempel kan nämnas kunskap om samverkan mellan marknader, kundens nya roll, diskussion kring råvaruresurser och teknisk utveckling.

Fjärrvärmens mål: Flera projekt inom Fjärrsyn belyser att fjärrvärme är ett effektivt värmealternativ utifrån perspektivet växthusgasutsläpp. Detta belägg är viktigt för branschen då den är utsatt för ett högt konkurrenstryck och därmed behjälpt av att vara en framgångsrik aktör då det gäller att minimera klimatpåverkan. Att växthusgasfrågan har ett starkt symbolvärde för branschen står klart. Dock förefaller ett starkt fokus på ytterligare besparingar av koldioxid förlegat då de flesta fjärrvärmeföretag har nått – eller är nära att nå - målet om fossilfrihet i sin bränslemix. Att fjärrvärmens roll i samhället inte är tydlig bortanför fossilfrihet är en övergripande slutsats i syntesarbetet vilken återspeglas i den forskning som genererats inom Fjärrsyn.

Kundperspektiv: Nya inslag har identifierats inom ramen för Fjärrsyn. Exempelvis har konsumentens behov och perspektiv varit eftersatta kunskapsområden i tidigare Fjärrsynsprogram. Tidigare var utgångspunkten att minimera risk för fjärrvärmeföretaget i dess relation med kund. Nu kan slutsatsen dras att kunderna delvis beaktas på ett nytt sätt och att det inom ramen för Fjärrsyns etapp 3 finns exempel på studier som utgår från kundens behov och perspektiv.

Forskningsbas: Den forskning som utförts inom Fjärrsyn har genomförts av personer med varierande kompetenser. Genomförandet är blandat med forskare i vissa projekt och konsultföretag i andra. Denna blandning resulterar i en varierande vetenskaplig kvalitet, men bedöms gynna fjärrvärmens kompetensområde. Fjärrvärme har blivit ett internationellt gångbart kunskapsämne kring vilket livlig debatt och kunskap genereras såväl inom akademi som bland praktiker. En slutsats är att en bred forskningsbas skapar förutsättningar för implementering av forskningsresultat.

Forskningsämne: En ny utveckling har identifierats inom ramen för Fjärrsyn. Den består i att det skett en ökad internationell rapportering från programmet. Forskningsresultaten når längre ut på en internationell forskningsarena. Denna ökade efterfrågan på kunskap kan förklaras av att det finns ett ökat internationellt intresse kring fjärrvärme som forskningsämne i kombination med att högskolor

och universitet fått mer krav på att publicera internationellt. En slutsats är att fjärrvärme har blivit ett internationellt gångbart forskningsämne.

Detta betyder att följande fem övergripande slutsatser kan dras:

1. Fjärrvärme är en effektiv försörjningslösning med ett längre tidsperspektiv
2. Fjärrvärmens roll bortanför fossilfrihet är otydlig
3. Nu finns kundperspektivet något mer närvarande i fjärrvärmeforskningen
4. En bred forskningsbas skapar goda förutsättningar för implementering av forskningsresultaten.
5. Fjärrvärme har blivit ett internationellt erkänt forskningsämne.

5.2 IDENTIFIERING AV KUNSKAPSLUCKOR INOM FJÄRRSYN.

Tidsperspektiv: Fjärrvärme är en långsiktig värmelösning. Detta till trots har två tredjedelar av forskningsprojekten inom Fjärrsyn skapat kunskap för att gynna konkurrenskraften på kort sikt. Resurser har lagts på att förbättra befintlig produktion, distribution och värmeunderlag. Den kunskap som genereras är reaktiv och ett försök till att adressera utmaningar som redan materialiserats. Forskningen har därmed kommit att reflektera vilka problem som branschen har för ögonen på kort sikt. Det kan konstateras att frågeställningen i forskningsprojekten är asymmetrisk, med fokus på ett förbättrat nuläge snarare än på en förbättrad morgondag. De hål som förändrade verksamhetsvillkor skapar i fjärrvärmeaffären försöker man genom ny kunskap fylla igen istället för att verka på ett sätt som inte medför några hål alls. Det finns en kunskapslucka kring förändrade verksamhetsförutsättningar och vad de innebär på lång sikt.

Fjärrvärmens målbild: För omställningen av energisystemet har länge funnits en målbild kring fossilfrihet och låga koldioxidutsläpp. Omställningen av bränslemixen i svenska fjärrvärmesystem har varit en stor bidragande faktor till att Sverige har kunnat uppfylla mål om utsläppsminskningar av växthusgaser. Idag återstår endast en liten fossil andel i bränslemixen för fjärrvärmeproduktionen, vilket gör att målbilden om fossilfrihet för fjärrvärmens del nästan är uppnådd. Att ta fram en ny målbild för fjärrvärmens i Sverige är inte så mycket en forskningsfråga som en politisk fråga. Men att inte ha en tydlig målbild för fjärrvärmens skapar ett vacuum i forskningen som leder till splittring och att forskningen blir mer inriktad på branschens kortsiktiga perspektiv än på att lösa viktiga samhällsfrågor, något som också syns i forskningen i Fjärrsyns etapp 3. Nya målbilder skulle till exempel kunna röra fjärrvärmesystemens roll i förhållande till andra delar i energisystemet, fjärrvärmens roll i den smarta staden och säkerhetsaspekter på energiförsörjning.

Samhällsperspektiv: Forskningen inom Fjärrsyn har varit inriktad på branschens perspektiv. Samhället och kunderna har betraktats som perifera inslag i många projekt. Detta reflekterar att det idag är fjärrvärmeföretagen som driver sin framtida utveckling. Är det den bästa utvecklingen som då äger rum från ett bredare intressentperspektiv? Det finns en kunskapslucka om fjärrvärme och dess påverkan på sin omgivning utifrån ett bredare samhällsperspektiv.

Systemgränser och användningsområden: Inom Fjärrsyn har verktyg och modeller tagits fram vilka resulterar i trubbiga och svårtolkade resultat. Det finns ett kunskapsgap med avseende på vilka systemgränser som skall gälla vid fjärrvärmeanalyser och vilka krav som skall ställas på applicerade modeller: behöver modellerna och verktygen vara användarvänliga? Skall de bygga på så stora mängder indata att konsulter måste engageras för att använda dem? Hur ska resultaten från analyserna användas?

Teknikutveckling: En möjlig orsak till den begränsade mängd studier som har bedrivits kring ny fjärrvärmeteknik (fjärde generationen) inom programmet och kring möjligheten att föra in större mängd alternativa energikällor i fjärrvärmenäten kan bero på att Sverige har en väl utbyggd fjärrvärme av tredje generationen, primärt anpassad för förbränning av avfall och biobränslen. Den väl etablerade tredje generationen gör att efterfrågan på alternativ teknik och alternativa bränslekällor är låg. Företagen är inlåsta i befintlig teknik. Det finns en risk med att hålla fast vid befintlig teknik alltför hårt och det är att man på sikt kan slås ut om de teknologiska fördelarna inte längre överträffar alternativen, det finns det flera exempel på i andra branscher (Kodak, Facit m fl). Det finns ett kunskapsgap kring vilka tekniska lösningar som bör ersätta befintlig fjärrvärmeteknik då befintliga anläggningar behöver ersättas.

Sammanfattningsvis har fem tydliga kunskapsluckor identifierats:

1. Vad innebär förändrade förutsättningar och marknadsvillkor för fjärrvärme på lång sikt?
2. Vilka målbilder för fjärrvärme har olika intressentgrupper?
3. Vilka nyttor har fjärrvärme ur ett bredare samhällsperspektiv?
4. Vilka systemgränser ska tillämpas när fjärrvärme analyseras i olika systemmodeller och varför?
5. Vilken fjärrvärmeteknik ska tillämpas för nya byggnader under de kommande decennierna?

5.3 REKOMMENDATION KRING FRAMTIDA FJÄRRVÄRMEOFORSKNING

Samhällsperspektiv: Fjärrvärmeforskning bör beakta fler perspektiv än fjärrvärmeföretagens. Fjärrvärmeverksamhet måste sättas i ett samhällsperspektiv och fler dimensioner än branschens problemställningar behöver belysas. Vad vill kunderna ha? Vad krävs för stärkt politisk acceptans och bättre användning av fjärrvärme?

Vision och målbild: För att framtida forskning kring fjärrvärme ska kunna bidra till att lösa samhällsutmaningarna måste en tydligare vision och målbild för fjärrvärmen utvecklas. Först då dessa inslag är på plats kan rätt långsiktiga förutsättningar identifieras, utvecklas och implementeras. En sådan målbild bör förankras hos politiker, beslutsfattare, fjärrvärmeföretag, kunder och andra intressenter.

Proaktivt förhållningssätt: Forskningen kan användas för att föra fram kunskap och för att påverka utvecklingen. Ett passivt och reaktivt förhållningssätt till t.ex. styrmedelsutveckling är inte effektivt vare sig för de politiska beslutsfattarna (som

kanske fattar felaktiga beslut till följd av bristande input från branschen), företagen eller kunderna.

Krav: Avslutningsvis bör framtida fjärrvärmeforskning vara bättre kravställd. Nyttan med modeller och verktyg skall tydliggöras, användarvänlighet och förankring är andra viktiga ledord. En tydlig kravställning på forskningsuppgiften efterlyses.

Fyra rekommendationer har således identifierats:

1. Fjärrvärmeforskning med ett tydligare samhällsperspektiv efterlyses
2. En tydlig framtida vision och målbild för den svenska fjärrvärmens bör utvecklas
3. Mer proaktiv fjärrvärmeforskning med avseende på framtida förutsättningar och marknadsvillkor
4. Tydligare krav på analysmodeller med avseende på nytta, användarvänlighet och förankring.

6 Referenslista

- Adl-Zarrabi, B., Berge, A., Liden, P., Domhagen, F., & Ramnäs, O. (2017). *Livslängd och statusbedömning av fjärrvärmenät. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:420*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/livslangd-och-statusbedomning-av-fjarrvarmenat-2017-420/>
- Averfalk, H., Ingvarsson, P., Persson, U., Gong, M., & Werner, S. (2017). Large heat pumps in Swedish district heating systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 1275-1284. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.135>
- Averfalk, H., & Werner, S. (2017). *Framtida fjärrvärmeteknik. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:419*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/framtida-fjarrvarmeteknik-2017-419/>
- Berge, A., Hagentoft, C.-E., & Adl-Zarrabi, B. (2016). Field measurements on a district heating pipe with vacuum insulation panels. *Renewable Energy*, 87, Part 3, 1130-1138. doi:<http://doi.org/10.1016/j.renene.2015.08.056>
- Bisaillon, M., Sahlin, J., & Sundberg, J. (2017). *Energiåtervinning från avfall i ett miljöperspektiv - kunskap och kommunikation. Energiforsk-Fjärrsyn 2017:365*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/energiatervinning-fran-avfall-i-ett-miljoperspektiv-2017-365/>
- Björkqvist, O., Idefeldt, J., & Larsson, A. (2010). Risk assessment of new pricing strategies in the district heating market: A case study at Sundsvall Energi AB. *Energy Policy*, 38(5), 2171-2178. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.064>
- Brand, L., & Calvén, A. (2013). *Smarta fjärrvärmenät - simuleringsstudie av prosumers inverkan på tekniska parametrar i distributionsnät. Examensarbete ISRN LUTMDN/TMHP--13/5280—SE. Inst för Energivetenskaper, LTH*. Retrieved from <http://www.ees.energy.lth.se/fileadmin/ees/Publikationer/Ex5280-LisaBrandAlexandraCalven-SmartaFjaerrvaermenaet.pdf>
- Byseke, D., & Högberg, J. (2011). *Är en spegling av ett fjärrvärmebolags kostnader i priset rimlig och önskvärd? Kandidatuppsats, Industrial and Financial Management, Handelshögskolan vid Göteborgs Universitet*. Retrieved from https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/29499/1/gupea_2077_29499_1.pdf
- Carlsson, J. (2016). *Marginal Price Control of Buildings Utilised as Thermal Energy Storage - Optimising the heating cost of a modelled residential building. Examensarbete - Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola; BOMX02-16-89*. Retrieved from <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/245973/245973.pdf>
- Cherp, A., Adenikinju, A., Goldthau, A., Hernandez, F., Hughes, L., Jansen, J., . . . Vakulenko, S. (2012). Chapter 5 - Energy and Security *Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future* (pp. 325-384). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.
- Connolly, D., Lund, H., Mathiesen, B. V., Werner, S., Möller, B., Persson, U., . . . Nielsen, S. (2014). Heat Roadmap Europe: Combining district heating with heat savings to decarbonise the EU energy system. *Energy Policy*, 65, 475-489. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.035>
- Difs, K., & Trygg, L. (2009). Pricing district heating by marginal cost. *Energy Policy*, 37(2), 606-616. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2008.10.003>
- Dodoo, A., Tettey, U. Y. A., & Gustavsson, L. (2017a). Influence of simulation assumptions and input parameters on energy balance calculations of residential buildings. *Energy*, 120, 718-730. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.11.124>

- Dodoo, A., Tettey, U. Y. A., & Gustavsson, L. (2017b). On input parameters, methods and assumptions for energy balance and retrofit analyses for residential buildings. *Energy and Buildings*, 137, 76-89. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.033>
- Emanuel, J., Norrman, J., Dahlin, A.-K., Sandu, A., Andersson, M., Sandoff, A., . . . Ericsson, A. (2016). *Gröna IT-innovationer för fjärrvärme*, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2016:313. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/grona-it-innovationer-for-fjarrvarme-2016-313/>
- Energimarknadsinspektionen. (2013). *Kartläggning av marknaden för fjärrkyla*. Rapport Ei R2013:18. Retrieved from https://www.ei.se/Documents/Publikationer/rapporter_och_pm/Rapporter%202013/EI_R2013_18.pdf
- Energimyndigheten. (2007). *Indikatorer för försörjningssäkerhet*, rapport ER2007:04. Retrieved from http://www.profu.se/pdf/ER_2007_04.pdf
- Energimyndigheten. (2016). *Risken för avbrott i fjärrvärme - Utredning om fjärrvärmeföretagens ekonomiska ställning samt deras förmåga att förebygga och åtgärda avbrott*. Rapport ER2016:03. Retrieved from <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=5540>
- Energimyndigheten. (2017). SamspeL. Retrieved from <http://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/forskning/fornybar-el/elnat-och-elmarknad/program/samspel/>
- Ericsson, K., & Werner, S. (2016). The introduction and expansion of biomass use in Swedish district heating systems. *Biomass and Bioenergy*, 94, 57-65. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.08.011>
- Eriksson, E., & Hörndahl, R. (2013). *Fjärrvärmens utvecklingskraft*, Fjärrsyn rapport 2013:31. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/fjarrvarmens-utvecklingskraft/>
- Eriksson, O., Karlsson, B., & Thygesen, R. (2017). *Regelstyrd energi- och miljövärdering av byggnader*. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:411. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/regelstyrd-energi-och-miljovardering-av-byggnader-2017-411/>
- European Commission. (2012). *Communication of Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership*, COM(2012)4701. Retrieved from <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2012/EN/3-2012-4701-EN-F1-1.PDF>
- Frederiksen, S., & Werner, S. (2014). *Fjärrvärme och Fjärrkyla*. Lund Studentlitteratur.
- Frederiksen, S., Wollerstrand, J., Tvärne, A., & Rubenhag, A. (2016). *Innovativ teknik för kombinerad fjärrkyla och fjärrvärme*, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2016:318. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/innovativ-teknik-for-kombinerad-fjarrkyla-och-fjarrvarme-2016-318/>
- Gadd, H., & Werner, S. (2013). Framtida värmebehov. Fjärrsyn rapport 2013:14.
- Gadd, H., & Werner, S. (2014). Achieving low return temperatures from district heating substations. *Applied Energy*, 136, 59-67. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.09.022>
- Gadd, H., & Werner, S. (2015a). Fault detection in district heating substations. *Applied Energy*, 157, 51-59. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.07.061>
- Gadd, H., & Werner, S. (2015b). *Framtida värmebehov, etapp två*. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2005:107. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/framtida-varmebehov-etapp-ii-2015-107/>
- Gode, J., Hagberg, M., Lätt, A., Ekvall, T., Adolfsson, I., & Martinsson, F. (2017). *Miljövärdering av energilösningar i byggnader (etapp 2) - metod för konsekvensanalys*. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:409. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/miljovardering-av-energilosningar-i-byggnader-etapp-2-2017-409/>

- Gode, J., Lätt, A., Ekvall, T., Martinsson, F., Adolfsson, I., & Lindblom, J. (2015). *Miljövärdering av energilösningar i byggnader, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2015:200*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/miljovardering-av-energilosningar-i-byggnader-2015-200/>
- Gong, M., & Werner, S. (2014). *District heating research in China. Energiforsk-Fjärrsyn report no. 2014:3*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/district-heating-in-china/>
- Gong, M., & Werner, S. (2015a). An assessment of district heating research in China. *Renewable Energy*, 84, 97-105. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.05.061>
- Gong, M., & Werner, S. (2015b). Exergy analysis of network temperature levels in Swedish and Danish district heating systems. *Renewable Energy*, 84, 106-113. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.06.001>
- Gustavsson, L., Dodoo, A., & Le Truong, N. (2017). *Utveckling av resurseffektiva fjärrvärmesystem. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:395*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/utveckling-av-resurseffektiva-fjarrvarmesystem-2017-395/>
- Gåverud, H., Sernhed, K., & Sandgren, A. (2016). *Kundernas uppfattning om förändrade prismodeller, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2016:301*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/kundernas-uppfattning-om-forandrade-prismodeller-energiforskrapport-2016-301/>
- Hagberg, M., Martinsson, F., Adolfsson, I., Lätt, A., Faraguna, C., Krook Riekkola, A., & Larsson, J. (2017). *Strategier för energieffektivisering ur ett fjärrvärmeperspektiv - integrerad modellering av ett lokalt energisystem. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:416*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/strategier-for-energieffektivisering-ur-ett-fjarrvarmeperspektiv-2017-416/>
- Henning, A. (2007). *Värmesystem i vardagen: Några småhusägares erfarenhet av att byta uppvärmningssystem. Centrum för solenergiforskning (SERC), Högskolan Dalarna*. Retrieved from <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:523077/FULLTEXT01.pdf>
- Hult, D. (2016). *Kan man skapa förtroende med lagstiftning? Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2016:230*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/kan-man-skapa-fortroende-med-lagstiftning-2016-230/>
- IVA. (2013). *Smarta Energisystem - hinder och möjligheter att nå en halverad energianvändning år 2015. Rapport IVA-M 441*. Retrieved from <http://www.iva.se/globalassets/rapporter/ett-energieffektivt-samhalle/201312-iva-energieffektivisering-rapport72.pdf>
- Jørgensen, E. (2009). *Att värma bostäder - Påverkansfaktorer och beslut. Elforsk rapport 09:41*. Retrieved from
- Kensby, J., Trüschel, A., & Dalenbäck, J.-O. (2015). Potential of residential buildings as thermal energy storage in district heating systems – Results from a pilot test. *Applied Energy*, 137, 773-781. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.07.026>
- Krippendorff, K. (2013). *Content Analysis - An Introduction to Its Methodology. Third edition. Sage Publishing*.
- Krook Riekkola, A., Wetterlund, E., & Sandberg, E. (2017). *Biomassa, systemmodeller och malkonflikter. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:407*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/biomassa-systemmodeller-och-malkonflikter-2017-407/>
- Lennermo, G., Lauenburg, P., & Brange, L. (2016). *Små värmekällor - kunden som konsument, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2016:289*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/sma-varmekallor-kunden-som-prosument-2016-289/>

- Li, H., Sun, Q., Zhang, Q., & Wallin, F. (2015). A review of the pricing mechanisms for district heating systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 56-65. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.003>
- Li, H., Wallin, F., & Song, J. (2017). *A dynamic pricing mechanism for district heating - based on levelized cost of heat and predicted heat demand*. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:408. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/a-dynamic-pricing-mechanism-for-district-heating-2017-408/>
- Liljeblad, A., Jansson, M., & Nohlgren, I. (2015). *Regionala fjärrvärmesamarbeten*, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2015:102. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/regionala-fjarrvarmesamarbeten-2015-102/>
- Ljungblad, S., Franzén, T., & Holmsten, M. (2015). *Temperaturmätning i vatskeflöden*, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2015:118. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/temperaturmatning-i-vatskefloden/>
- Lund, H., Werner, S., Wiltshire, R., Svendsen, S., Thorsen, J. E., Hvelplund, F., & Mathiesen, B. V. (2014). 4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems. *Energy*, 68, 1-11. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.089>
- Lygnerud, K. (2006). *Value creating innovations in the pipeline*. Licentiate thesis, Göteborg University. Retrieved from <http://gu.se/english/research/publication/?publicationId=49569>
- Lygnerud, K. (2010). *Risk management in Swedish District Heating Companies*. Doktorsavhandling, Göteborgs Universitet. Retrieved from <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/22345>
- Löfblad, E., Rydén, B., & Göransson, A. (2013). *Ta förtroende på allvar*. Fjärrsyn rapport 2013:32. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/ta-fortroende-pa-allvar/>
- Mahapatra, K., & Gustavsson, L. (2008). Innovative approaches to domestic heating: homeowners' perceptions and factors influencing their choice of heating system. *International Journal of Consumer Studies*, 32(1), 75-87. doi:10.1111/j.1470-6431.2007.00638.x
- MSB. (2013). *Resiliens: Begreppets olika betydelser och användningsområden*. Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, rapport MSB 569-2013. Retrieved from <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/27199.pdf>
- Naturvårdsverket. (2017). *Hållbar konsumtion och produktion*. Retrieved from <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhället/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Konsumtion-och-produktion/>
- Nilsson, J., Hargö, L., Cygnaeus, J., Räftegård, O., & Rosén, M. (2016). *Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme*. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2016:321. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/fastighetsnara-sasongslagring-av-fjarrvarme-2016-321/>
- Nohlgren, I. (2017). *Status regionala fjärrvärmesamarbeten 2016*, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:354. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/status-regionala-fjarrvarmesamarbeten-2016-2017-349/>
- Palm, J., & Gustafsson, S. (2017). *Hinder och möjligheter för expansion av fjärrkyla*. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:361. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/hinder-och-mojligheter-for-expansion-av-fjarrkyla-2017-361/>
- Persson, U., Möller, B., & Werner, S. (2014). Heat Roadmap Europe: Identifying strategic heat synergy regions. *Energy Policy*, 74, 663-681. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2014.07.015>

- Pädam, S., Kvarnström, O., Larsson, O., & Persson, A. (2016). *Samband mellan inomhusmiljö, energieffektivisering och fjärrvärmeproduktion*, *Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2016:305*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/samband-mellan-innemiljo-energieffektivisering-och-fjarrvarmeproduktion-2016-305/>
- Rocklöv, J., & Forsberg, B. (2008). The effect of temperature on mortality in Stockholm 1998–2003: A study of lag structures and heatwave effects. *Scandinavian Journal of Public Health*, 36(5), 516-523. doi:10.1177/1403494807088458
- Rosén, T., & Ödlund, L. (2017). *Storskalig styrning av fjärrvärme*. *Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:413*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/storskalig-styrning-av-fjarrvarme-2017-413/>
- Sagebrand, U., Zinko, H., & Wallethun, H. (2015). *Värmedriven komfortkyla för mindre anläggningar*, *Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2015:184*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/varmedriven-komfortkyla-for-mindre-anlaggningar-2015-184/>
- Sandoff, A., Hansson, N., Göransson, A., & Rydén, B. (2013). *Kundens förtroende - Från pålitlig fjärrvärmeleverans mot tillitsfull relation. Delrapport inom projektet "Fjärrvärmens affärsmodeller"*. Retrieved from <http://www.fjarrvarmensaffarsmodeller.se/pdf/KF.pdf>
- Schweiger, G., Rantzer, J., Ericsson, K., & Lauenburg, P. (2017). The potential of power-to-heat in Swedish district heating systems. *Energy*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.02.075>
- Sernhed, K., Gäverud, H., & Sandgren, A. (2017). Customer views on district heating price models. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, XX, XXX-XXX.
- Sernhed, K., Jönsson, M., & Olsson, M. (2015). *Riskhantering för underhåll av fjärrvärmennät*, *Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2015:185*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/riskhantering-for-underhall-av-fjarrvarmenat-2015-185/>
- Sernhed, K., & Pyrko, J. (2006). *Småhusägarnas syn på att köpa fjärrvärme - en studie av tillämpade försäljningsstrategier och kunders val vid konvertering från direktverkande el*. *Värmegles rapport 2006:30*. Retrieved from <http://portal.research.lu.se/ws/files/4809744/576569.pdf>
- Sernhed, K., Saracco, S., & Björllin-Lidén, S. (2012). *Grönt är skönt, men varför? - Värderingar av fjärrvärmens miljövärden*. *Svensk Fjärrvärme*. Retrieved from http://svenskfjarrvarme.episerverhosting.com/Global/Rapporter%20och%20dokument%20INTE%20fj%20C3%A4rrsyn/Ovriga_rapporter/Kommunikation/Gr%C3%B6nt%20%C3%A4r%20sk%C3%B6nt%20men%20varf%C3%B6r%20-%20v%C3%A4rderingar%20av%20fj%C3%A4rrv%C3%A4rmens%20milj%C3%B6v%C3%A4rden.pdf
- Sköldberg, H., Unger, T., & Holmström, D. (2015). *El och fjärrvärme - samverkan mellan marknaderna*, *Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2015:223*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/el-och-fjarrvarme-samverkan-mellan-marknaderna-2015-223/>
- Sköldberg, H., Unger, T., & Holmström, D. (2017). *El och fjärrvärme - samverkan mellan marknaderna, del 2*, *Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:346*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/el-och-fjarrvarme-samverkan-mellan-marknaderna-2017-346/>
- Song, J., Wallin, F., & Li, H. (2017). District heating cost fluctuation caused by price model shift. *Applied Energy*, 194, 715-724. doi:<http://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.09.073>
- Song, J., Wallin, F., Li, H., & Karlsson, B. (2016). Price Models of District Heating in Sweden. *Energy Procedia*, 88(Supplement C), 100-105. doi:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.031>

- SOU. (2007). *Sverige inför klimatförändringarna: hot och möjligheter: slutbetänkande av klimat och sårbarhetsutredningen. Statens Offentliga Utredningar, SOU 2007:60.* Retrieved from <http://www.regeringen.se/rattsdokument/statens-offentliga-utredningar/2007/10/sou-200760/>.
- Statens folkhälsoinstitut. (2010). *Värmeböljor och dödlighet bland sårbara grupper – en svensk studie.* Retrieved from <https://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/v/varmeboljor-och-dodlighet-bland-sarbara-grupper-en-svensk-studie/>
- Steen, K.-M. (2016). *Handbok för användning av fjärrvärme i industriprocesser, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2016:222.* Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/handbok-for-anvandning-av-fjarrvarme-i-industriprocesser-2016-222/>
- Steen, K.-M., Sagebrand, U., & Wallethun, H. (2015). *Att använda fjärrvärme i industriprocesser, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2015:155.* Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/att-anvanda-fjarrvarme-i-industriprocesser-2015-155/>
- Stridsman, D., Rydén, B., & Göransson, A. (2012). *Lilla prismodellsboken – om införande av en ny prismodell för fjärrvärme. Delrapport inom projektet "Fjärrvärmens affärsmodeller".* Retrieved from <http://www.fjarrvarmensaffarsmodeller.se/pdf/LP.pdf>
- Sällström, J. H. (2016). *Fjärrkyla - Framtida design och standard, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2016:288.* Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/fjarrkyla-framtida-design-och-standard-2016-288/>
- Söderberg, C., Söderholm, K., & Wårell, L. (2017). *Resurseffektiva städer - framgångsrika lokala energisamarbeten. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:410.* Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/resurseffektiva-stader-2017-410/>
- Thygesen, R. (2017). Thygesen R. An Analysis of Different Solar-Assisted Heating Systems and Their Effect on the Energy Performance of Multifamily Buildings—A Swedish Case. *Energies, 10*(1), 88.
- Thygesen, R., & Karlsson, B. (2017). An analysis on how proposed requirements for near zero energy buildings manages PV electricity in combination with two different types of heat pumps and its policy implications – A Swedish example. *Energy Policy, 101*, 10-19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.11.025>
- Truong, N. L., Dodoo, A., & Gustavsson, L. (2015). Renewable-based heat supply of multi-apartment buildings with varied heat demands. *Energy, 93, Part 1*, 1053-1062. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.09.087>
- Wahlström, Å., Göransson, A., & Wennerhag, P. (2013). *Fjärrvärmens roll i energiomställningen. Fjärrsyn rapport 2013:30.* Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/fjarrvarmens-roll-i-energiomstallningen/>
- Werner, S. (2016a). *European District Heating Price Series. Energiforsk-Fjärrsyn report no. 2016:316.* Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/european-district-heating-price-series/>
- Werner, S. (2016b). European space cooling demands. *Energy, 110*, 148-156. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2015.11.028>
- Werner, S. (2017a). District heating and cooling in Sweden. *Energy, 126*, 419-429. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.052>
- Werner, S. (2017b). *Fjärrvärmens framtida roll i Europa. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:364.* Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/fjarrvarmens-framtida-roll-i-europa-2017-364/>

- Werner, S. (2017c). International review of district heating and cooling. *Energy*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.045>
- Wirén, C. (2005). *Enkla, tydliga och informativa prismodeller för fjärrvärme till småhus. Värmegles rapport 2005:15*. Retrieved from <https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/20255/enkla-tydliga-och-informativa-prismodeller-for-fjarrvarme-till-smahus-varmeglesrapport-2005-15.pdf>
- Woldemariam, D., Khan, E., Kullab, A., & Martin, A. (2016). *District heat-driven water purification via membrane distillation, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2016:229*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/district-heat-driven-water-purification-via-membrane-distillation-2016-229/>
- Woldemariam, D., Kullab, A., Fortkamp, U., Magner, J., Royen, H., & Martin, A. (2016). Membrane distillation pilot plant trials with pharmaceutical residues and energy demand analysis. *Chemical Engineering Journal*, 306, 471-483. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2016.07.082>
- Woldemariam, D., Kullab, A., Khan, E. U., & Martin, A. (2017). Recovery of ethanol from scrubber-water by district heat-driven membrane distillation: Industrial-scale technoeconomic study. *Renewable Energy*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.06.009>
- Woldemariam, D., Martin, A., & Santarelli, M. (2017). Exergy Analysis of Air-Gap Membrane Distillation Systems for Water Purification Applications. *Applied Sciences*, 7(3). doi:10.3390/app7030301
- Woldemariam, D. M., Kullab, A., & Martin, A. R. (2017). District Heat-Driven Water Purification via Membrane Distillation: New Possibilities for Applications in Pharmaceutical Industries. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 56(9), 2540-2548. doi:10.1021/acs.iecr.6b04740
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future (The Brundtland report)*. Retrieved from <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- Yarahmadi, N., Jakobowicz, I., & Vega, A. (2017). *Livslängd för fjärrvärmerör, Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:354*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/livslangd-for-fjarrvarmeror-2017-354/>
- Yarahmadi, N., Vega, A., & Jakubowicz, I. (2017). Accelerated ageing and degradation characteristics of rigid polyurethane foam. *Polymer Degradation and Stability*, 138, 192-200. doi:<https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2017.03.012>
- Åberg, M., Fåltling, L., Carlsson, J., Johansson, L., Forssell, A., Widén, J., . . . Lingfors, D. (2017). *Nya lösningar för fjärrvärme i miljonprogramområden. Energiforsk-Fjärrsyn rapport 2017:414*. Retrieved from <http://www.energiforsk.se/program/fjarrsyn/rapporter/nya-losningar-for-fjarrvarme-i-miljonprogram-2017-414/>

Bilaga 1. Projekt inom Fjärrsyn etapp 3, mellan 2013 och 2017

Projektname	Organisation	Projektledare	Huvudrapport	Område
Det reglerade fjärrvärmeavtalet, etapp tre	Göteborgs universitet	Daniel Hult	Rapportnr: 2016:230	MARKNAD
Kombinerad fjärrvärme- och fjärrkyleanslutning i byggnader	Lunds universitet	Svend Frederiksen	Rapportnr: 2016:318	TEKNIK
Gröna IT-Innovationer för fjärrvärme	IMCG Sweden AB	Magnus Andersson	Rapportnr: 2016:313	MARKNAD
Fjärrvärmedriven vattenrening i industrin	Kungliga Tekniska Högskolan	Andrew Martin	Rapportnr: 2016:229	TEKNIK
Framtida värmebehov, etapp två	Högskolan i Halmstad	Sven Werner / Henrik Gadd	Rapportnr: 2015:107	OMVÄRLD
Fjärrvärmeforskning i Kina	Högskolan i Halmstad	Sven Werner	Rapportnr: 2014:3	OMVÄRLD
Värdering av energilösningar i byggnader	IVL Svenska Miljöinstitutet AB	Jenny Gode	Rapportnr: 2015:200	OMVÄRLD
Regionala fjärrvärmesamarbeten	WSP Sverige AB	Ingrid Nohlgren	Rapportnr: 2015:102	OMVÄRLD
Regelstyrd miljö- och energivärdering av byggnader	Mälardalens högskola	Ola Norrman Eriksson/Björn Karlsson	Rapportnr: 2017:411	OMVÄRLD
Biomassa - systemmodeller och målkonflikter	Luleå tekniska universitet	Anna Krook-Riekkola	Rapportnr: 2017:407	OMVÄRLD
Fjärrvärmens framtida roll i Europa	Högskolan i Halmstad	Sven Werner	Rapportnr: 2017:364	OMVÄRLD
Riskhantering för underhåll av fjärrvärmenät	Grontmij AB	Mikael Jönsson	Rapportnr: 2015-185.	TEKNIK
Livslängd och statusbedömning av fjärrvärmenät	Chalmers Tekniska Högskola AB	Bijan Adl-Zarrabi	Rapportnr: 2017:420	TEKNIK
Små värmekällor - kunden som prosument	Lunds universitet	Patrick Lauenburg	Rapportnr: 2016:289	TEKNIK
Fjärrkyla - framtida design och standard	SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut AB	Jan Henrik Sällström	Rapportnr: 2016:288	TEKNIK
El och fjärrvärme - samverkan mellan marknaderna	Projektinriktad Forskning och Utveckling i Göteborg AB	Håkan Sköldberg	Rapportnr: 2015-223	OMVÄRLD
Temperaturmätning i vätskeflöden	SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut AB	Sara Ljungblad	Rapportnr: 2015:118	TEKNIK
Utveckling av resurseffektiva fjärrvärmesystem	Linnéuniversitetet	Leif Gustavsson	Rapportnr: 2017:395	OMVÄRLD
Att använda fjärrvärme i industriprocesser	FVB Sverige AB	Karl-Mikael Steen	Rapportnr: 2015:155	TEKNIK
Värmedriven komfortkyla för mindre anläggningar	FVB Sverige AB	Håkan Walletun	Rapportnr: 2015:184	TEKNIK
Hinder och möjligheter för expansion av fjärrkyla	Linköpings Universitet	Jenny Palm	Rapportnr: 2017:361	MARKNAD
Storskalig styrning av fjärrvärme	Linköpings Universitet	Louise Trygg	Rapportnr: 2017:413	OMVÄRLD

Projektnamn	Organisation	Projektledare	Huvudrapport	Område
Resurseffektiva städer	Luleå tekniska universitet	Linda Wårell	Rapportnr: 2017:410	MARKNAD
Kundernas uppfattning om förändrade prismodeller	Grontmij AB	Henrik Gåverud	Rapportnr: 2016:301	MARKNAD
Energiåtervinning från avfall i ett miljöperspektiv	Projektinriktad Forskning och Utveckling i Göteborg AB	Jenny Sahlin	Rapportnr: 2017:365	OMVÄRLD
Strategier för hållbar energieffektivisering	IVL Svenska Miljöinstitutet AB	Martin Hagberg	Rapportnr: 2017:416	OMVÄRLD
Energieffektivisering i bostäder	WSP Sverige AB	Sirje Pädam	Rapportnr: 2016:305	OMVÄRLD
Livslängd för fjärrvärmerör	SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut AB	Nazdaneh Yarahmadi	Rapportnr: 2017:354	TEKNIK
Nya lösningar för fjärrvärme i miljonprogramsområden	Uppsala universitet	Magnus Åberg	Rapportnr: 2017:414	OMVÄRLD
Miljövärdering av energilösningar i byggnader, etapp 2	IVL Svenska Miljöinstitutet AB	Jenny Gode/Martin Hagberg	Rapportnr: 2017:409	OMVÄRLD
El och fjärrvärme – samverkan mellan marknaderna, etapp 2	Projektinriktad Forskning och Utveckling i Göteborg AB	Håkan Sköldberg	Rapportnr: 2017:346	OMVÄRLD
Framtida fjärrvärmeteknik	Högskolan i Halmstad	Sven Werner	Rapportnr: 2017:419	TEKNIK
Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme	CCO Holding AB	Eric Lindström	Rapportnr: 2016:321	MARKNAD
Dynamisk prismekanism baserat på förutsägelsen av värmebehovet	Mälardalens högskola	Hailong Li	Rapportnr: 2017:408	MARKNAD

Bilaga 2. Tabeller tillhörande kapitel 4

Tabell 5. Kunskap som genererats inom Fjärrsyn 2013-2017 med fokus på Ekologisk hållbarhet

	Projekt	Avnämare	Ekologisk hållbarhet				Fjärrvärmeföretagets konkurrenskraft				Försörjnings trygghet
			Luft	Vatten	Mark	Växthusgas	Styrmedels- påverkan	Höjd produktionseffektivite t	Höjd distributions effektivitet	Hållbar konsumtion (möjliggörande av)	Förmåga att hantera störning
1	Strategier för hållbar energieffektivisering	IVL				x					
2	Utveckling av resurseffektiva fjärrvärmesystem	Linné-universitetet				x					
3	Värdering av energilösningar i byggnader	IVL				x					
4	Värdering av energilösningar i byggnader (Ettapp 2)	IVL				x					
5	Att använda fjärrvärme i industriprocesser	FVB				x					
6	Ökad acceptans för energiåtervinning	PROFU				x					
7	Energieffektivisering i bostäder	WSP				x				x	
8	Gröna IT innovationer för fjärrvärme	IMCG				x		x	x	x	
9	Framtida fjärrvärmeteknik	Högskolan i Halmstad				x		x	x		
10	Nya lösningar för fjärrvärme i miljonprogramsområden	Uppsala Universitet				x		x	x	x	
11	Storskalig styrning av fjärrvärme	Linköpings Universitet				x		x	x		

	Projekt	Avnämare	Ekologisk hållbarhet				Fjärrvärmeföretagets konkurrenskraft				Försörjnings trygghet
			Luft	Vatten	Mark	Växthusgas	Styrmedels-påverkan	Höjd produktionseffektivitet	Höjd distributions effektivitet	Hållbar konsumtion (möjliggörande av)	Förmåga att hantera störning
12	Resurseffektiva städer	Luleå Tekniska Universitet				x	x				x
13	Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme	DEVCCO				x			x		x
14	Regionala Fjärrvärmesamarbeten	WSP				x		x	x		x

Tabell 6. Kunskap som genererats inom Fjärrsyn 2013-2017 med fokus på konkurrenskraft

	Rapport	Avnämare	Ekologisk hållbarhet				Fjärrvärmeföretagets konkurrenskraft				Försörjnings trygghet
			Luft	Vatten	Mark	Växt-husgas	Styrmedels-påverkan	Höjd produktions-effektivitet	Höjd distri-butions effektivitet	Hållbar konsumtion (möjlig-görande av)	Förmåga att hantera störning
1	Gröna IT innovationer för fjärrvärme	IMCG				x		x	x	x	
2	Regionala Fjärrvärmesamarbeten	WSP				x		x	x		x
3	Framtida fjärrvärmeteknik	Högskolan i Halmstad				x		x	x		
4	Nya lösningar för fjärrvärme i miljonprogramsområden	Uppsala Universitet				x		x	x	x	
5	Storskalig styrning av fjärrvärme	Linköpings Universitet				x		x	x		
6	Framtida värmebehov (Etapp 2)	Högskolan i Halmstad						x	x		x

	Rapport	Avnämare	Ekologisk hållbarhet				Fjärrvärmeföretagets konkurrenskraft				Försörjnings trygghet
			Luft	Vatten	Mark	Växt- husgas	Styrmedels- påverkan	Höjd produktions- effektivitet	Höjd distri- butions effektivitet	Hållbar konsumtion (möjlig-görande av)	Förmåga att hantera störning
7	Riskhantering för underhåll av fjärrvärmenät	Grontmij						x	x		x
8	Temperaturmätning i vätskeflöden	SP							x		
9	Fjärrkyla- framtida design och standard	SP							x		
10	Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme	DEVCCO				x			x		x
11	Små värmekällor-kunden som prosumert	Lunds Universitet							x	x	
12	Energieffektivisering i bostäder	WSP				x				x	
13	Kundernas uppfattning om förändrade prismodeller	Grontmij								x	
14	Hinder och möjligheter för expansion av fjärrkyla	Linköpings universitet								x	
15	Dynamisk prismekanism baserat på förutsägelsen av värmebehovet	Mälardalens Högskola								x	
16	Det reglerade fjärrvärmeavtalet (Etapp 3)	Göteborgs Universitet					x				
17	Resurseffektiva städer	Luleå Tekniska Universitet				x	x				x
18	Termodynamisk värdering av energianvändning i byggnader	Mälardalens Högskola					x				

Tabell 7. Kunskap som genererats inom Fjärrsyn 2013-2017 med fokus på försörjningstrygghet

	Rapport	Avnämare	Ekologisk hållbarhet				Fjärrvärmeföretagets konkurrenskraft				Försörjnings trygghet
			Luft	Vatten	Mark	Växthusgas	Styrmedels- påverkan	Höjd produktions effektivitet	Höjd distributions effektivitet	Hållbar konsumtion (möjliggörande av)	Förmåga att hantera störning
1	Gröna IT innovationer för fjärrvärme	IMCG				x		x	x		
2	Regionala Fjärrvärmesamarbeten	WSP				x		x		x	
3	Fastighetsnära säsongslagring av fjärrvärme	DEVCCO				x		x		x	
	Resurseffektiva städer	Luleå Tekniska Universitet				x	x			x	
4	Framtida värmebehov (Etapp 2)	Högskolan i Halmstad						x	x	x	
5	Riskhantering för underhåll av fjärrvärmenät	Grontmij						x	x	x	
6	El och fjärrvärme - samverkan mellan marknaderna	Profu								x	
7	El och fjärrvärme - samverkan mellan marknaderna (etapp 2)	Profu								x	
8	Livslängd och statusbedömning av fjärrvärmenät	Adl-Zarrabi, B.							x	x	
9	Livslängd för fjärrvärmerör	SP							x	x	

Bilaga 3. Specifika frågor från Fjärrsyns programråd

I en av de tre synteserna för de två föregående programperioderna av Fjärrsyn föreslogs sex olika fokusområden för kommande forskningsinsatser (Wahlström et al., 2013). Dessa sex fokusområden var:

- A. Relationer och samarbete med kunder och andra aktörer
- B. Strategier för minskat värmebehov
- C. Miljövärdering och resurser
- D. Teknikutveckling för nya förutsättningar
- E. Fjärrvärmens omvärld och marknad
- F. Öka produktiviteten i fjärrvärmeföretagen

Med avseende på dessa sex fokusområden har programrådet för Fjärrsyn framfört fem olika frågor om hur dessa fokusområden har beaktats i den tredje programperioden. De fem frågeställningarna är:

1. Är fokusområdena utpekade i förra syntesen berörda i Fjärrsyn etapp 3?
2. Hur långt kom Fjärrsyns tredje etapp i att besvara de utpekade kunskapsluckorna?
3. Är fokusområdena mer eller mindre viktiga jämfört med år 2013 och i så fall varför? (*Omvärldsförändringar, ny teknik tillgänglig, politiska beslut, etc.*)
4. Vilka kvarstår i denna syntesens utpekande fokusområden?
5. Vilka är nya jämfört med förra synteserna och varför i så fall?

Projektgruppens analys av dessa frågor är:

1. Ja, det är de men i olika omfattning. Fortsatt har exempelvis mer resurser allokaterats på teknikutveckling än på att förstå kunders behov och förändrade verksamhetsförutsättningar.
2. Inga av de utpekade områdena kan sägas vara färdigforskade. De identifierade fokusområdena är fortfarande framtidens ramvillkor. Marknaden förändras exempelvis hela tiden vid införande/ förändring av styrmedel och förändrade energipriser.
3. Fokusområdena reflekterar fjärrvärmens omvärld och måste fortsatt beaktas. För att ha kvar kunders lojalitet på lång sikt blir det allt viktigare framöver att göra dem delaktiga. Kunder behöver sättas i större fokus framöver. Inlåsningen i befintlig teknik måste brytas om Sverige på ett effektivt sätt skall kunna ersätta befintliga anläggningar och fortsatt vara världsledande inom fjärrvärme. Digitaliseringen blir allt viktigare för effektiv fjärrvärme. För smarta värmesystem (med laststyrning, lager och stärkt kundkontakt) krävs ökat fokus på att integrera digitala lösningar inom fjärrvärmerna.
4. Samtliga, enligt vårt svar på den andra frågan.

Vi har numera 5% lägre specifika värmebehov i Sverige till följd av ett varmare klimat jämfört med tidigare (Werner, 2017a). För fler fjärrvärmeföretag än tidigare är ett vikande värmeunderlag nära förestående. Detta i kombination med direktiv kring energieffektivisering och energiprestanda på nybyggda fastigheter gör det kritiskt att forska mer kring förändrade verksamhetsförutsättningar än tidigare.

EN SYNTES AV FJÄRRSYN 2013-2017

Den här är en syntes av forskningsresultaten från Fjärrsyn. Syntesarbetet har genomförts av tre forskare med olika kompetens och möjlighet att tolka resultaten i olika perspektiv. Ett perspektiv är fjärrvärmens och fjärrkylans roll i energiomställningen, ett annat är fjärrvärme och fjärrkyla i ett kundperspektiv och ytterligare ett är fjärrvärme och fjärrkyla i ett hållbarhetsperspektiv.

Resultatet är en analys av hur Fjärrsynsprojekten har svarat mot fjärrvärmens utmaningar och vilka kunskapsluckor som finns inför den fortsatta forskningen på området.

Fjärrvärmesverige har nästan uppnått sin vision om en fossilfri värmeförsörjning. Det är en fantastisk prestation som behöver ersättas av nya framtida miljö-, klimat- och samhällsmål att nå. Fortsatt forskning måste bidra till en tydligare vision och målbild för fjärrvärmesektorn. Det skulle i sin tur leda till att långsiktiga förutsättningar kan identifieras, utvecklas och implementeras.

Forskarna sammanfattar sina slutsatser i fyra punkter:

- Fjärrvärme är en effektiv försörjningslösning med ett längre tidsperspektiv
- Fjärrvärmens roll bortom fossilfrihet är otydlig
- Nu finns kundperspektivet mer närvarande i fjärrvärmeforskningen
- Tydligare kravställning på systemgränser och modeller för analyser

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. Forskningsprogrammet Fjärrsyn har drivits i samverkan med Energimyndigheten som också har finansierat den här syntesen.