

ENERGIEFFEKTIV BEBYGGELSE OCH FJÄRRVÄRME I FRAMTIDEN



Rapport | 2009:1



ENERGIEFFEKTIV BEBYGGELSE OCH FJÄRRVÄRME I FRAMTIDEN

INGRID NYSTRÖM MARTIN ERLANDSSON
TORBJÖRN LINDHOLM MORGAN FRÖLING JAN-OLOF DALENBÄCK
ERIK AHLGREN ELSA FAHLÉN

FÖRORD

Chalmers EnergiCentrum (CEC) redovisar i denna rapport resultat från ett projekt med inriktning mot en framtidsinriktad analys av fjärrvärmens utveckling. Projektet har genomförts på uppdrag av Svensk Fjärrvärme AB. Studien ingår i forskningsprogrammet Fjärrsyn som finansieras av Svensk Fjärrvärme och Energimyndigheten. Fjärrsyn ska stärka konkurrenskraften för fjärrvärme och fjärrkyla genom ökad kunskap om fjärrvärmens roll i klimatarbetet och för det hållbara samhället till exempel genom att bana väg för affärsmässiga lösningar och framtidens teknik. Omvärldsrådets del i detta är att analysera faktorer och aktiviteter i omvärlden som påverkar fjärrvärmens framtida utveckling.

Projektet, som genomförts under 2008, har analyserat förutsättningar och i ett första steg utvecklat underlag för planering för fjärrvärme i ett framtida energisystem med ökade krav på minskad miljöpåverkan och ökad resurseffektivitet med samtidig energieffektivisering på användarsidan. Det senare med särskilt fokus på betydelsen av energieffektivisering i bebyggelsen. Projektet har varit relativt begränsat i sin omfattning och har därför riktat in sig på några särskilda frågeställningar, genom de fyra delprojekt som ingår.

Studien har genomförts i samverkan med ett antal forskare och experter inom CEC:s nätverk, där insatser gjorts av Ingrid Nyström, CIT Industriell Energianalys AB, Martin Erlandsson, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Torbjörn Lindholm, Installationsteknik, Energi och miljö, Chalmers, Morgan Fröling, Kemisk miljövetenskap, Kemi- och bioteknik, Chalmers, Jan-Olof Dalenbäck, Installationsteknik, Energi och miljö, Chalmers, Sven Werner, Högskolan i Halmstad samt Erik Ahlgren och Elsa Fahlén, båda Energiteknik, Energi och miljö, Chalmers. Ingrid Nyström har tillsammans med Morgan Fröling varit projektledare och har sammanställt rapporten. Preliminära resultat från denna förstudie har behandlats vid workshops den 16 oktober och den 26 november 2008.

En referensgrupp har följt arbetet och lämnat synpunkter. Referensgruppen har bestått av: Charlotta Abrahamsson, Svensk Fjärrvärme AB, Knut-Olof Lagerkvist, Västfastigheter AB, Borås, Li Lövehed, EoN Malmö, Willy Ociansson, Karlstads bostads AB, Lena Olsson-Ingvarsson och Lars Larsson, Göteborg Energi AB, Jan Olofzon, Alingsås Energi AB, Thomas Wettergren, Familjebostäder AB, Göteborg, Jörgen Damborg, Alingsås Energi AB, Leif Rehnberg, Mariestads Energi AB, Kåre Larsson, Landskrona kommun och Jörgen Sjödin, Energimyndigheten.

Vi hoppas att rapporten ska kunna tjäna som underlag för planering och utveckling av energieffektiv bebyggelse och fjärrvärme i framtiden.

Gunnar Peters

Ordförande i Omvärldsrådet

SAMMANFATTNING

I strategisk planering för fjärrvärme i ett framtida energisystem måste hänsyn tas till att fjärrvärmens omvärld står inför stora förändringar. Med fortsatta krav på minskad miljöpåverkan och ökad resurseffektivitet och med samtidig energieffektivisering på användarsidan kommer högre krav att ställas både på beslutsunderlag och analys samt på branschsamverkan med andra intressenter i energisystemet och fastighetsbranschen. Detta projekt inleder en mer framtidsinriktad analys av fjärrvärmens utveckling och bidrar med ny kunskap framförallt rörande energianvändningens utveckling och fjärrvärmens roll för att minska miljöbelastningen från uppvärmning. Särskilt fokus har lagts på betydelsen av energieffektivisering av värmeanvändning i bebyggelsen. Projektet är relativt begränsat i sin omfattning och riktar därför in sig på några särskilda frågeställningar, genom fyra delprojekt:

- Klassningssystem för fastigheter och dess inverkan på fjärrvärme (se Delrapport A).
- Miljöpåverkan från energieffektiva hus och alternativ värme/el (se Delrapport B).
- Analys av energianvändning i miljonprogramsområden (se Delrapport C).
- Nya tekniker och ändrade förutsättningar för el- och värmeproduktion (se Delrapport D).

I rapportens huvuddel finns en samlande syntes, vilken bidrar med en sammanhållen systemsyn för fjärrvärmens framtida utmaningar såväl på användar- som produktionssidan. Underlaget för denna syntes består av material och resultat från de fyra delprojekten samt diskussioner och bearbetning av branschföreträdare för energi- och fastighetsbransch under projektets workshops. Syntesen är, på grund av projektets omfattning, i första hand kvalitativ och syftar heller inte till att ge några färdiga svar. Den ska i första hand ses som en utgångspunkt för fortsatt analys av fjärrvärmens framtida roll.

Projektet lyfter särskilt fram följande slutsatser:

- Fjärrvärmebranschen ser kraftigt ändrade förutsättningar framför sig, både vad gäller värmeanvändningens utveckling och tillförselssidan. Det finns därför starka skäl att vidareutveckla och tillämpa metoder för strategisk framtidsinriktad analys, vilket särskilt kräver utveckling av data, datahantering och systemanalytiska metoder avseende utvecklingen av värmeefterfrågan i byggnader och industri.
- För att även framåt säkerställa fjärrvärmens roll i ett uthålligt energisystem kommer det att bli viktigare med en transparent och heltäckande miljövärdering av olika typer av fjärrvärmesystem. Miljövärderingen behöver genomföras med hänsyn tagen till det lokala fjärrvärmesystemet, men utifrån generellt tillämpliga, gemensamma, principer.
- Från miljösynpunkt står inte fjärrvärme och energieffektiv bebyggelse ("passiv-hus") i något motsatsförhållande. Energieffektiva delar som kopplas samman i ett effektivt energisystem ger optimalt utfall.

- För att utveckla långsiktigt hållbara fjärrvärme- och byggsektorer krävs fortsatt utveckling av samverkan mellan bland andra fjärrvärmebransch, fastighetsbransch och samhällsplanering. Fjärrvärmebranschen behöver kunskap om sina kunder, ner till aktuell byggnadsstatus och bostadsbolagens åtgärdsplaner, samtidigt som bygg- och fastighetssektorn behöver kunskap om fjärrvärmens förutsättningar och möjligheter att på lång sikt fortsätta att leverera tillförlitlig värme med minsta möjliga miljöpåverkan.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	4
Innehållsförteckning	7
Sammanfattning	5
1. Inledning	8
2. Fjärrvärmeprognoser	10
2.1 Tillgängliga aktuella prognoser	10
2.2 Påverkande faktorer bakom prognoserna	12
2.3 Fjärrvärmeplanering i Danmark	14
3. Nyckelfaktorer för fjärrvärmens framtid	16
3.1 Utveckling av total värmemarknad	17
3.1.1 Bakgrund	17
3.1.2 Faktorer som påverkar den totala värmemarknaden	18
3.1.3 Värmemarknaden ur delprojektens perspektiv	21
3.2 Utveckling av fjärrvärmens produktionssystem	22
3.2.1 Bakgrund	22
3.2.2 Faktorer som påverkar fjärrvärmeproduktionen	23
3.2.3 Fjärrvärmeproduktion ur delprojektens perspektiv	25
3.3 Samverkan mellan fastighets- och fjärrvärmebransch	27
3.3.1 Bakgrund	27
3.3.2 Samverkan ur delprojektens perspektiv	28
4. Slutsatser	29
Delrapport A: Klassningssystem för fastigheter och dess inverkan på fjärrvärme	30
Delrapport B: Miljöpåverkan från energieffektiva hus och alternativ värme- eller elanvändning	55
Delrapport C: Analys av energianvändning i miljonprogramsområden	70
Delrapport D: Nya tekniker och ändrade förutsättningar för el- och värmeproduktion	81

1. INLEDNING

Strategisk planering för fjärrvärme i ett framtida energisystem med ökade krav på minskad miljöpåverkan och ökad resurseffektivitet med samtidig energieffektivisering på användarsidan kommer också att ställa högre krav både på beslutsunderlag och analys samt på branschsamverkan med andra intressenter i energisystemet. I ett tidigare projekt inom Fjärrsynsprogrammet (Energieffektiv bebyggelse och fjärrvärme) presenterades en noggrann översikt över historik och nuläge för svensk fjärrvärme, kunskapsläge och behov av ytterligare analys inom ett flertal områden.¹ Exempel på sådana behov som identifierades är behov av djupare analys av energianvändningens utveckling samt studier av på vilket sätt fjärrvärmens roll som ett miljöskonande alternativ kan utvecklas.

I detta projekt är avsikten att ta första steget mot en mer framtidsinriktad analys av fjärrvärmens utveckling. Det bidrar med ytterligare kunskap inom framförallt de två områden som nämnts ovan och med särskilt fokus på betydelsen av energieffektivisering av värmeanvändning i bebyggelsen. Projektet är relativt begränsat i sin omfattning och riktar därför in sig på några särskilda frågeställningar, genom de fyra delprojekt som ingår:

- Klassningssystem för fastigheter och dess inverkan på fjärrvärme (se Delrapport A).
- Miljöpåverkan från energieffektiva hus och alternativ värme/el (se Delrapport B).
- Analys av energianvändning i miljonprogramsområden (se Delrapport C).
- Nya tekniker och ändrade förutsättningar för el- och värmeproduktion (se Delrapport D).

I projektet ingår också en samlande syntes, vilken ska bidra med en sammanhållen systemsyn för fjärrvärmens framtida utmaningar såväl på användar- som produktionssidan. Underlaget för denna syntes består av material och resultat från respektive delprojekt, diskussioner under projektets workshops samt tidigare genomförda projekt och litteratur inom området. Syntesen är, på grund av projektets omfattning, i första hand kvalitativ och syftar heller inte till att ge några färdiga svar. Den ska i första hand ses som en utgångspunkt för fortsatt diskussion kring och analys av fjärrvärmens framtida roll.

Projektet är speciellt genom att det strävar efter att föra samman fjärrvärmeperspektivet med perspektivet i bygg- och fastighetsbranschen. Detta visar sig dels genom referensgruppens sammansättning, med deltagare både från fjärrvärme- och fastighetsbolag och dels genom de samverkansaktiviteter som genomförts med andra aktörer, till exempel ByggaBo-dialogen.

Projektet rapporteras i en gemensam rapport som består av en inledande syntesdel och separata delrapporter (A till D) för varje delprojekt. Delrapporterna är utformade så att de också ska kunna användas självständigt för presentation av de enskilda delprojekten. Den inledande syntesen består av två huvudkapitel:

¹ Rapporteras i rapporten "Energieffektiv bebyggelse och fjärrvärme", Svensk Fjärrvärme, Rapport 2007:2. En översikt av kunskapsläget finns även i "Fjärrvärmens omvärld", Svensk Fjärrvärme, Rapport 2007:4.

- Som en bakgrund beskrivs i Kapitel 2 några exempel på hur man hanterat fjärrvärmens utveckling i befintliga prognoser och analyser.
- I Kapitel 3 presenteras sedan den analys som genomförts, med utgångspunkt i genomförda delprojekt och deras bidrag till ny kunskap.

I Kapitel 4, slutligen, sammanfattas de viktigaste slutsatserna från projektet.

2. FJÄRRVÄRMEPROGNOSER

Fjärrvärmens utveckling är beroende av de lokala förutsättningarna inom varje enskilt fjärrvärmeområde. Därför är det för det enskilda fjärrvärmebolaget förmodligen i första hand intressant att analysera utvecklingen lokalt. För fjärrvärmebranschen som helhet och som underlag för strategiska beslut rörande till exempel nationella styrmedel är det dock även viktigt att studera fjärrvärmens förutsättningar i mer övergripande termer.

En naturlig utgångspunkt för fortsatt strategisk analys av fjärrvärmens framtida utveckling är de framtidsbilder som idag finns tillgängliga. Dessa speglar utifrån sitt perspektiv fjärrvärmebranschens omvärld och kan indirekt påverka beslutsfattares bild av framtida utveckling. Nedan diskuteras därför ett par relativt aktuella prognoser för fjärrvärmens utveckling nationellt. Kapitlet består dels av en översikt över vilken utveckling som skisseras för fjärrvärmens framtid och dels en diskussion om vilka faktorer som ligger bakom utvecklingen. Slutligen presenteras kortfattat en utblick till aktuell dansk fjärrvärmeplanering.

2.1 Tillgängliga aktuella prognoser

Som en del av underlaget för Kontrollstation 2008 genomförde Energimyndigheten en långsiktsprognois år 2006. I denna långsiktsprognois ingår även prognoser för värmebehov och fjärrvärmeanvändning.² Prognosen avser utvecklingen fram till år 2015 och 2025.

Enligt denna prognos beräknas fjärrvärmeproduktionen öka med ca 9 % från år 2004 till år 2025 (ökningen skulle dock vara mindre räknat på normalårskorrigerad användning). Den totala produktionen skulle då vara 59,6 TWh (se Tabell 2.1). Den känslighetsanalys som ingår i långsiktsprognoisen är en variation av tillväxttakten, vilket inte antas påverka fjärrvärmeanvändningen i någon större utsträckning. Högre tillväxt antas i första hand påverka industrins energianvändning och transportbehovet, vilka båda antas ha mindre inverkan på fjärrvärmesektorn.

Fjärrvärme utgör bara en andel av den totala värmemarknaden. Den totala värmemarknaden kan definieras som total värmeanvändning i bostäder, lokaler och industri vid relativt låg temperaturnivå (lägre än ca 60°C) och som innebär *behov av aktivt tillförd energi genom någon form av värmeinstallation*. Med en sådan definition avses alltså inte det totala värmebehovet i en byggnad (vilket även inkluderar s k passiv värmeförsörjning, se Delrapport A), men att även sådan värme som i det aktuella systemet tillförs med hjälp av värmepumpar eller solvärmeanläggningar ingår.

Utvecklingen av den totala värmemarknaden, som den definieras ovan, går inte att utläsa direkt ur långsiktsprognoisen, men består alltså av elvärme, fjärrvärme och en betydande del av den bränsleanvändning som anges. Ett problem är att en (ökande) andel av elvärmens består av el för värmepumpar, men att andelen inte framgår och att den värme som med hjälp av värmepumpen tas från luft eller mark därmed inte kan kvantifieras. Totalt anges att energianvändningen för uppvärmning och varmvatten förväntas minska. Detta avser dock utvecklingen av köpt energi för värmeändamål, vilket alltså gör att en övergång till värmepumpar räknas som minskad energianvändning.

² Långsiktsprognois 2006 – enligt det nationella systemet för klimatrapporering, ER 2007:02.

Tabell 2.1 Översikt av tillgängliga fjärrvärmeprognoser i TWh/år. Skillnaden mellan användning och tillförsel består av omvandlings- och distributionsförluster. Siffrorna inom parentes anger normalårskorrigerad användning för år 1990 och 2004.

Långsiktsprognois -06	1990	2004	2015	2025
FV användning	34,3 (38,1)	46,7 (48,2)	50,1	50,8
Industri	3,6	4,7	5,4	5,8
B&S	30,7 (34,5)	42,0 (43,5)	44,8	45,0
FV tillförsel	41,1	54,7	58,7	59,6
Olja, kol	12,3	7,5	4,4	1,7
Biobränsle	6,4	24,7	26,5	27,9
Avfall	3,9	6,6	15,6	17,7
Naturgas	2,0	2,6	5,0	4,8
Elpannor	6,3	0,4	0	0
VP	7,1	6,7	1,4	1,4
Spillvärme	3,0	6,4	5,9	6,0
Svensk Fjärrvärme (-04)			2010	Potential
FV-leveranser		Ca 50	60	80

Källa: Långsiktsprognois 2006 – enligt det nationella systemet för klimatrapporering, Energimyndigheten, ER 2007:2 och Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden, Svensk Fjärrvärme, rapport februari 2004.

Utifrån prognosens data över användning av elvärme, fjärrvärme och bränslen kan en grov uppskattning av den totala värmemarknaden göras. Utifrån en sådan uppskattning kan man dra slutsatsen att andelen fjärrvärme ligger någonstans mellan 40-50 % av värmemarknaden (definierad som ovan) och att den förväntas öka något, men inte dramatiskt (med 5-10 procentenheter).

Detta kan jämföras med den prognos Svensk Fjärrvärme publicerade år 2004. Den består av två delar, dels en prognos på kortare sikt (fram till år 2010), som baseras på en enkätundersökning till Svensk Fjärrvärmes medlemsföretag. Enligt denna skulle de totala leveranserna redan år 2010 uppgå till omkring 60 TWh. Den andra delen är en bedömning av den totala potentialen för fjärrvärme, vilken uppskattas till 75 % av den totala värmemarknaden. Utgående från dåvarande värmebehov skulle detta, enligt Svensk Fjärrvärme, motsvara ca 80 TWh fjärrvärme. Svensk Fjärrvärme anger också dagens fjärrvärmeandel till ca 50 % av den totala värmemarknaden.

2.2 Påverkande faktorer bakom prognoserna

För vårt projekt är det inte i första hand det exakta antalet TWh från fjärrvärme i dessa prognoser som är av störst betydelse, utan vilka faktorer man tagit hänsyn till i prognosen och hur dessa kan komma att förändras under olika förutsättningar.³

Energimyndighetens prognos för energianvändningen inom sektorn Bostäder och service grundar sig på Boverkets långsiktsprogno över byggandet samt SCBs bedömning av befolkningstillväxten. Baserat på detta har den totala bebyggelsens utveckling antagits enligt Tabell 2.2.

Tabell 2.2 Prognos över bebyggelsens utveckling samt befolkningstillväxt som använts i Energimyndighetens långsiktsprogno 2006.

	2004	2015	2025
Småhus, antal lgh	1 785 000	1 950 000	2 070 000
Flerbostadshus, antal lgh	2 494 000	2 740 000	2 920 000
Lokaler, miljoner m ²	168	173	180
Befolkning, miljoner inv.	9,0	9,5	9,9

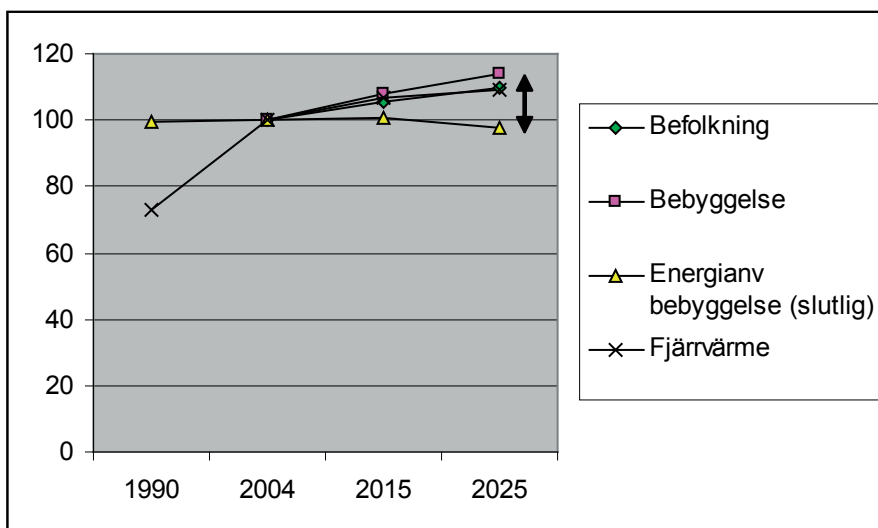
Källa: Långsiktsprogno 2006, där baserad på SCB, Boverket och egna beräkningar.

Denna prognos utgör alltså grunden för utvecklingen av den *totala* värmemarknaden, även om denna bara berörs indirekt. De andra faktorer som påverkar den totala värmemarknaden och som påpekas i prognosen rör framförallt graden av energieffektivisering. Om man normaliserar utvecklingen av några nyckeltal i prognosen kan man visa den relativa utvecklingen (se Figur 2.1). Av denna figur framgår det att den totala slutliga energianvändningen (köpt energi) är svagt avtagande trots en relativt kraftig ökning av både befolkning och bebyggelse, vilket indikerar en total effektivisering av användningen. Genom överslagsberäkningar kan man grovt skatta omfattningen av energieffektivisering till drygt 20 TWh, vilket till övervägande del sker inom uppvärmningssektorn.⁴ Särskilt påpekas i prognosen två förändringar som påverkat utfallet:

- Ökad energieffektivisering genom åtgärder som ökad isolering och byte till mer energieffektiva fönster.
- Renovering av miljonprogramsområden.

³ Prognosen har gjorts med hjälp av bland annat den optimerande energisystemmodellen Markal. I vilken utsträckning utvecklingen av ovanstående faktorer har getts som indata (begränsningar) till modellen och i vilken utsträckning de är ett resultat av den ekonomiska optimeringen framgår inte entydigt av rapporten.

⁴ Med hänsyn tagen till det ökande byggnadsbeståndet. Elanvändning för andra ändamål ökar i princip proportionellt med antal lägenheter.



Figur 2.1 Normerad utveckling av några nyckeltal i prognosen. Diagrammet visar ökning respektive minskning för befolkning, bebyggelse, slutlig energianvändning och total fjärrvärmeproduktion jämfört med år 2004 (normerat till 100). Pilen i diagrammet indikerar att energianvändningen i aggregerade termer blir effektivare.

Utvecklingen av *fjärrvärmens andel* av den totala värmemarknaden påverkas även den av ett flertal faktorer. Från Figur 2.1 är det tydligt att fjärrvärmens andel förväntas öka, eftersom den växer i ungefär samma takt som bebyggelsen, medan den totala energianvändningen minskar. Här påpekas särskilt i prognosen att detta inte enbart styrs av fjärrvärmens ekonomiska konkurrenskraft, utan även av bekvämlighetsaspekter, kunskap och så vidare. Man kan också notera att användningen av fjärrvärme inom industrin förväntas öka proportionellt mot den totala energianvändningen inom sektorn. De förändringar som särskilt lyfts fram i prognosen är:

- Småhus antas i hög utsträckning installera elvärme av något slag (inklusive värmepumpar), medan fjärrvärme främst installeras i flerbostadshus.
- Olje användning för uppvärmning i lokala oljepannor förväntas minska och i stort sett försvinna helt till år 2025. Däremot används fortfarande el till uppvärmning (dock till stor andel via värmepumpar).
- Byte till fjärrvärme (i existerande hus) förväntas i första hand ske i småhus med vattenburen elvärme och i lokaler som idag har vattenburen elvärme och oljepanna.

Fjärrvärmemarknaden beror naturligtvis också till stor del av utvecklingen på tillförsel-sidan. Energimyndighetens prognos visar här på betydande förändringar genom kraftigt ökad avfallsförbränning, viss ökning av naturgasanvändningen och en total utfasning av olja. Utifrån den fortsatta diskussionen i avsnitt 3.2 är det särskilt intressant att notera förväntad utveckling av spillvärmeanvändning i prognosen. Naturligtvis ingår de tre ”vanliga” typerna av spillvärme (industriell spillvärme, värme från avfallsförbrän-

ning och värme från kraftvärmeanläggningar), men förväntas utvecklas på olika sätt. Användningen av *spillvärme från industriella processer* förändras inte på något avgörande sätt, utan förväntas vara mer eller mindre konstant, trots ökande industrivolymer. Användningen av *värme från avfallsförbränning* antas öka kraftigt och mängden avfall som används som bränsle för detta ändamål stiger från 6,6 till 17,7 TWh från år 2004 till 2025.

Även andelen *kraftvärme* förväntas öka kraftigt och leda till en elproduktion som ökar från 8,2 till 18,9 TWh per år fram till 2025. Ökningen beror på en kombination av nya gaskombikraftvärmeverk (i Malmö och Göteborg), ökad trädbränsleanvändning för kraftvärme och ökad kraftvärmeproduktion från avfall. Delvis beror den ökade elproduktionen alltså på högre genomsnittlig elkvot i kraftvärmeverken, men det framgår inte tydligt hur stor denna effekt är. Hur värmemängderna från dessa kraftvärmeverk förändras framgår därmed inte heller.

I Svensk Fjärrvärmes potentialbedömning har man uppskattat potentialen genom följande fyra tillväxtsätt:

- Förtätning och utbyggnad av befintliga nät.
- Etablering av fjärrvärme på fler mindre orter, som idag inte har fjärrvärme.
- Ökad användning av fjärrvärme inom industrin.
- Ökad anslutning av småhus till fjärrvärmenäten.

Man diskuterar också förbättrade marknadsmöjligheter, till exempel genom tillgång till större spillvärmemängder i samband med utbyggnad av sk bioenergikombinat. Däremot diskuteras inte uttryckligen någon minskad värmeanvändning genom ökad effektivisering och renovering av befintligt bestånd.⁵

Sammanfattningsvis kan man konstatera att dessa prognoser presenterar var sin bild av hur fjärrvärmebehovet kan utvecklas, men att de bara i begränsad utsträckning diskuterar och problematiserar kring hur denna utveckling beror av olika faktorer. Detta är ganska naturligt, eftersom långsiktsprognozen ovan inte har haft något särskilt fokus på utveckling av värmeanvändning och fjärrvärme. Det är också ganska tydligt att Energimyndighetens långsiktsprognos 2006 bygger på en relativt konservativ bild av utvecklingen inom de olika sektorerna, utan alltför dramatiska trenderbrott. Svensk Fjärrvärmes prognos från år 2004 bygger direkt på fjärrvärmeföretagens egna bedömningar. På längre sikt presenteras endast en bedömning av maximal potential och påverkan från olika faktorer diskuteras snarare kvalitativt än kvantitativt.

2.3 Fjärrvärmeplanering i Danmark

I sammanhanget kan det också vara intressant att relatera ovanstående svenska prognoser och diskussioner till den ”Värmeplan Danmark” som tagits fram av Ramboll Danmark A/S och Aalborg Universitet med stöd från Dansk Fjernvarmes F&U-kontor.

⁵ Till Svensk Fjärrvärmes prognos finns också en excel-fil med data, i vilken ytterligare underlag för prognosen till 2010 är sammanställt.

Rapporten behandlar tre scenarier med avseende på utbyggnad av fjärrvärme, från nuvarande 46 % till 53 % främst förtätning och nyanslutning i befintliga fjärrvärmenät, 63 % genom utbyggnad av fjärrvärme i närliggande områden som idag förses med naturgas och 70 % genom ökad utbyggnad av fjärrvärme i områden som idag förses med naturgas. För alla tre scenarierna studerar man sedan en anpassning där värmebehoven i anslutna byggnader reduceras med 25, 50 och 75 %. I bakgrunden finns en vision om 100 % förnybar värmeförsörjning 2060 eller därefter.

Rapporten analyserar utbyggnad av fjärrvärme kontra individuella alternativ och sammanfattningsvis säger man ”at den fornuftige lösning vil vaere at kombinere en gradvis udvidelse af fjernvarmeomradene med individuelle varmepumper i de resterende boliger”.

Man konstaterar vidare att en utbyggnad av fjärrvärme i kombination med lägre returtemperaturer är positivt med avseende på möjligheter att utnyttja halm, solvärme och geotermi, få synergieffekter med biogas, öka vindkraftandelen samtidigt som det ger ökad flexibilitet och säkerhet med avseende på värmeförsörjningen. Rapporten avslutas sedan med ett förslag till aktionsplan för Energistyrelsen och Fjärrvärmebolagen under 2009, 2010-2030 och 2030-2050.

3. NYCKELFAKTORER FÖR FJÄRRVÄRMENS FRAMTID

Fjärrvärmens utveckling beror på tillgång och efterfrågan av värme, men också på mer generella marknadsförutsättningar. Sådana marknadsförutsättningar omfattar till exempel utvecklingen av internationella energimarknader, nationella energipriser, miljökrav och styrmedel inom energi- och miljöområdet.

Marknadsförutsättningarna ändras kontinuerligt. Under 1990-talet och fram till idag har till exempel förutsättningarna för fjärrvärmeproduktion baserad på biobränsle varit särskilt goda, vilket lett till att denna nästan fyrdubblats. Inom den närmaste framtiden kommer bland annat EUs mål att minska utsläppen av växthusgaser med 20 % till år 2020 samt att uppnå 20 % energieffektivisering och 20 % förnybar energi till samma årtal (även kallat EUs 2020-mål) att påverka förutsättningarna. Inom detta projekt är det två effekter, som särskilt funnits med som grundläggande antaganden bakom analysen:

- Målet om 20 % effektivisering kommer, tillsammans med högre energipriser och de styrmedel som införs för att uppnå målet, att driva på utvecklingen mot mer energieffektiv bebyggelse och effektiv energianvändning i stort.
- Målen om ökad användning av förnybara resurser, reduktion av klimatpåverkande utsläpp och förnybara drivmedel för transporter kommer att öka konkurrensen om biomassa och driva samhället mot mer resurseffektivt energiutnyttjande.

Med dessa marknadsförutsättningar som bakgrund kan fjärrvärmens affärsidé sägas vila på tre ben i det teknisk-ekonomiska energisystemet:⁶

- Efterfrågan på värme vid, relativt sett, låga temperaturer, vilket utgör den totala värmemarknad på vilken fjärrvärme konkurrerar.
- Möjligheterna att producera eller få tillgång till värme, som ger strategiska fördelar för just fjärrvärme.
- Fjärrvärmenäten och distributionsförhållanden för fjärrvärmen.

Det här projektet har inriktats på de två första delarna; utvecklingen av den totala värmemarknaden och utvecklingen av tillförselsidan. Den teknisk-ekonomiska utvecklingen av själva distributionsnätet, till exempel för att uppnå lägre kostnader eller minska förlusterna, är naturligtvis en viktig del av förutsättningarna för fjärrvärme, men ingår inte i detta projekt.

Slutligen består fjärrvärmesystemen och dess kunder inte enbart av tekniska installationer och ekonomiska aspekter, utan även av organisationer och människor. Fjärrvärmens utveckling är därmed också direkt avhängig av dessa aktörers förutsättningar för samverkan, dialog och konkurrens. I detta projekt diskuteras denna typ av frågeställningar framförallt utifrån samverkan mellan fjärrvärme- och byggbransch, inför allt energieffektivare bebyggelse.

⁶ Se även "Fjärrvärmens omvärld", Svensk Fjärrvärme, Rapport 2007:4 och "Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden", Svensk Fjärrvärme, Rapport februari 2004.

Detta kapitel består därför av tre avsnitt:

- Utveckling av den totala värmemarknaden, eller totalt behov av lågvärdigt värme.
- Utveckling av fjärrvärmens produktionssystem och dess kopplingar till andra delar av energisystemet.
- Samverkan mellan fastighets- och fjärrvärmebransch.

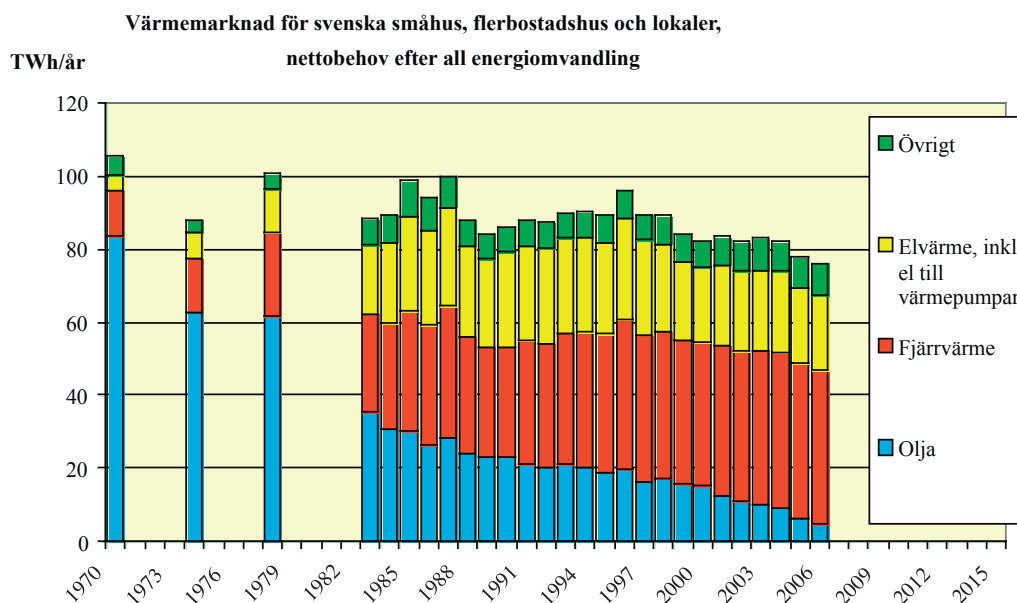
3.1 Utveckling av total värmemarknad

3.1.1 Bakgrund

Den totala värmemarknaden vid, relativt sett, låga temperaturnivåer består framförallt av värmebehovet för att värma upp byggnader och varmvatten i bostäder, lokaler och industri. Dessutom finns det behov av lågvärdigt värme i olika industriprocesser och värmeanvändning i mer speciella lokaler, som t ex simhallar. En samlad bild av den totala värmemarknaden saknas dock, bland annat på grund av bristande tillgång till data och att energistatistiken framförallt organiseras efter sektorer och slutliga energibärare.

I tidigare studier och rapporter finns det dock en relativt god bild av värmeanvändningens utveckling i *byggnader* fram till idag (år 2006).⁷ I Figur 3.1 nedan ges en översikt av utvecklingen av det totala nettobehovet av värme i småhus, flerbostadshus och lokaler. Den totala värmemarknaden på knappt 80 TWh inom denna sektor fördelar sig på drygt 25 TWh i flerbostadshus, 20 TWh i lokaler och 30 TWh i småhus. För användningen av lågvärdigt värme i industrin saknas i stort sett tillförlitlig statistik. Dessutom finns det ett stort antal tillämpningar där det egentliga energibehovet är ett värmebehov vid relativt låg temperatur, men som idag tillgodoses med hjälp av el och där elanvändningen räknas som en del av hushållsel eller driftel. Sådana tillämpningar omfattar till exempel disk- och tvättmaskiner och olika typer av dold elvärme (till exempel handdukstorkar, golvvärme i enstaka rum etc). Även inom industrin finns exempel där el används för uppvärmning i elärotemprar, för värmning av färgbad vid relativt låga temperaturer etc.

⁷ Se bland annat "Energieffektiv bebyggelse och fjärrvärme", Svensk Fjärrvärme Rapport 2007:2 och mer detaljerad analys i "Värmeanvändning i flerbostadshus och lokaler 2006", Fjärrvärmens systemteknik.



Figur 3.1 Utveckling av värmemarknad för småhus, flerbostadshus och lokaler i Sverige. Observera att värmepumparna i främst småhus representeras av deras elanvändning och inte av dess värmeproduktion. Källa: Bearbetade grunddata från SCB, Sven Werner.

För att få en god bild av den totala värmemarknaden krävs inte bara data över värmeanvändningens nivå, utan också för dess fördelning mellan olika typer av användningsområden, mellan olika aktörer och geografiskt. Dessutom är fördelningen över tid central.⁸ Detta är särskilt viktigt ur ett fjärrvärmeperspektiv, där till exempel ett områdes värmetäthet är avgörande för möjligheterna att försörja det med fjärrvärme.

Som ovan nämnts försörjs idag ca 50 % av den totala värmemarknaden inom bebyggelsen av fjärrvärme. De totala fjärrvärmeleveranserna uppgår till ca 47 TWh per år, inklusive användningen inom industrin.⁹ I flerbostadshus och lokaler har fjärrvärmen dock en betydligt större marknadsandel på cirka 85 respektive drygt 70 %

3.1.2 Faktorer som påverkar den totala värmemarknaden

Utvecklingen av den totala värmemarknaden påverkas av ett stort antal faktorer, varav två naturligtvis är det framtida byggandet och graden av effektivisering i det befintliga byggnadsbeståndet. En bredare översikt över faktorer, som är värdefulla att ta hänsyn till i en mer genomgripande och nyanserad analys, skulle kunna se ut på följande sätt:

⁸ Data om värmeanvändningens fördelning finns tillgängliga i olika fallstudier. I en nyligen färdigställd rapport inom Fjärrsynsprogrammet har värmeanvändningen i flerbostadshus och lokaler detaljstuderats, baserat på tillgänglig statistik (se Värmeanvändning i flerbostadshus och lokaler 2006, Mats Andreasson, m fl, Högskolan i Halmstad). Behovet av utökade studier inom området har också diskuterats i förstudien till detta projekt (Svensk Fjärrvärme, Rapport 2007:2)

⁹ Användningen (ej normalårskorrigerad) har legat på ca 47 TWh både år 2006 och 2007 (liksom år 2004, enligt tabell 3.1), se även Energiläget 2007 och 2008.

- Förändringar i den underliggande värmeefterfrågan.
 - Ekonomisk tillväxt totalt (BNP) och tillväxtens inriktning.
 - Klimatförändringar som leder till minskat antal graddagar.
 - Förändringar i livsstil, beteenden och attityder, som t ex påverkar antal kvadratmeter per person.
- Värmebehov i nya byggnader.
 - Andel flerbostadshus/småhus.
 - Byggnadsstandard för nya hus (val av uppvärmningssätt).
 - Påverkan av klassningssystem och införande av energideklARATIONER för nya byggnader.
- Värmebehov i befintliga byggnader.
 - Inverkan av olika grader av energieffektivisering i befintliga byggnader.
 - Påverkan på effektiviseringspotentialer av ny energieffektiviseringsteknik.
 - Påverkan av klassningssystem och införande av energideklARATIONER för befintlig byggnadens brukarled.
 - Inverkan av olika barriärer för genomförande av effektiviseringsåtgärder.
 - Utveckling av elanvändning för apparater, som bidrar till värmeförsörjningen.
- Industrins roll som användare och leverantör av värme.¹⁰
 - Andel av tillgängligt spillvärme, som kan användas för värmeförsörjning och andel som verkligen utnyttjas.
 - Effekter av energieffektivisering inom industrin.
 - Utvecklingsvägar för industrin som helhet, t ex avseende strukturförändringar i industriproduktionen.
- Värmebehov genom ”nya” tillämpningar
 - Efterfrågan av komfortkyla.
 - Fördelning av energianvändningen mellan värme och el, t ex genom olika ansatser för lågenergihus eller genom nya användningsområden för värme (t ex diskmaskiner).
- Geografisk och tidsmässig fördelningen av värmeanvändningen
 - Byggstrategier avseende till exempel placering och värmetetthet och därmed betydelsen av stadsplanering etc
 - Möjligheter till utökad baslastanvändning av fjärrvärme, t ex för torkning av biobränsle under lågsäsong.

Även om det för många av ovanstående områden finns behov av att komplettera data, finns det i allmänhet en stor mängd kunskap om utgångsläge och tekniska möjligheter. Trots detta kan samtliga faktorer ovan komma att utvecklas på olika sätt, vilket gör att den samlade osäkerheten är stor. För att höja beredskapen inför framtiden behövs därför analys av vilka faktorer som är av störst betydelse, inom vilket spann

¹⁰ Inom Fjärrsynsprogrammet pågår ett projekt som särskilt studerar fjärrvärmesystemens kopplingar till industrin, se ”Optimala fjärrvärmesystem i symbios med industri och samhälle, för ett hållbart energisystem” med Louise Trygg vid Linköpings universitet som projektledare.

utvecklingen förmodligen kommer att ligga och hur olika faktorer påverkas av yttre faktorer och samverkar med varandra.

Potentialen för energieffektivisering i befintliga byggnader är en av dessa faktorer, som har studerats närmare och som kan tjäna som exempel på att osäkerheten, trots relativt noggranna studier, är stor.

Potentialer för energieffektivisering i bostäder och lokaler har till exempel utretts av Chalmers EnergiCentrum (CEC), som en del av underlaget för den så kallade EnEff-utredningen.¹¹ Denna bedömning bygger på data för byggnadsbestånd och åtgärds möjligheter från 1993, då mycket detaljerade beräkningar gjordes för Energikommissionen år 1995, men har sedan uppdaterats i flera steg. Resultaten i CECs rapport visar på en ekonomiskt intressant bruttopotential för energieffektivisering motsvarande ca 38 TWh besparing av slutlig energianvändning. Om man, med hjälp av antagna verkningsgrader för olika uppvärmningssystem, skattar motsvarande minskning i nettovärmebehov (på samma sätt som i figur 3.1), blir resultatet ca 32 TWh.

Som påpekas i CECs rapport genomförs historiskt bara en mindre del av de effektiviseringsåtgärder som bedöms vara "rationellt" ekonomiskt intressanta. Detta beror på olika barriärer, som brist på information, tidsbrist, annan riskbedömning hos investerare och så vidare. Acceptansen för ekonomiskt intressanta effektiviseringsåtgärder är alltså betydligt lägre än 100 %. Analys, som också genomförts av CEC, visar att andelen verkligt genomförda åtgärder sedan 1995 till och med varit lägre än Energikommissionens försiktigaste bedömning, trots att energipriserna under perioden varit högre än förväntat.

En noggrann genomgång (se CEC 2008:3) visar på att acceptansen, för olika typer av fastigheter, ligger på mellan 5 och 35 % av bruttopotentialen. Utifrån dessa siffror för acceptansen har man sedan beräknat en *realistisk energieffektiviseringspotential*, som översatt till effektivisering i nettovärmebehov motsvarar ca 4 TWh, vilket med ökande byggnadsyta skulle leda till fortsatt ökande värmeefterfrågan totalt sett.

Utifrån dessa siffror har vi alltså ett spann på mellan 4 och 32 TWh minskad värmeefterfrågan, som en följd av energieffektivisering i befintliga byggnader under de närmaste 10-15 åren. Detta motsvarar mellan 5 och 40 % av det totala nettovärmebehovet i byggnader på knappt 80 TWh (se Figur 3.1). I den långsiktsprogno som sammanfattats ovan kunde man grovt skatta omfattningen av energieffektivisering till ca 20 TWh, vilket alltså ligger inom detta spann. I förstudien till detta projekt presenterades en förenklad prognos för flerbostadshus, som på längre sikt indikerade en potential på mellan 20 och 80 % fram till 2040, beroende på ny- och ombyggnadsstandard (där den högre siffran motsvarar passivhusstandard).

På liknande sätt finns det data för flertalet av ovanstående områden. En analys av sammantagna effekter på den totala värmemarknaden behöver ta hänsyn till faktorer för både ökande och minskande värmebehov samt koppla dessa till varandra och till

¹¹ Se rapporten "Energieffektivisering i bostäder och lokaler", Rapport CEC 2008:3. EnEff-utredningen är den utredning som syftar till att ta fram en svensk handlingsplan för att uppnå EUs energieffektiviseringsdirektiv, se SOU 2008:110 Vägen till ett energieffektivare Sverige, Statens offentliga utredningar, Sverige.

förändringar i omvärlden. Detta gäller såväl för övergripande analys av nationell utveckling, som för strategisk analys vid varje enskilt fjärrvärmebolag. För att genomföra sådan analys behöver systematiska metoder och modeller utvecklas och användas.

3.1.3 Värmemarknaden ur delprojektens perspektiv

Utvecklingen av den totala värmeanvändningen har inom projektet behandlats dels inom projektets workshops och dels legat i fokus för flera av delprojekten.

Den huvudsakliga slutsatsen från projektets workshops är att det finns en allmän förväntan om att värmeefterfrågan kommer att minska inom den närmaste framtiden. Detta är särskilt tydligt hos representanterna för byggnadssektorn, men samma bild finns även hos fjärrvärmeföretagen. Fjärrvärmeföretagen menar att man hittills kunnat kompensera energieffektivisering och minskande efterfrågan med nyanslutning och nätutvidgning, men att man nu närmar sig gränsen där energieffektivare värmeanvändning kommer att slå igenom i minskade värmeleveranser. Båda grupperna såg också att vi står inför en situation med högre energipriser och ökat fokus på energieffektivisering, genom till exempel energieffektiviseringsdirektivet, samt att erfarenheter och kunskap från bostadssektorn håller på att spridas och leda till ökad energieffektivisering även inom lokaler och industri. Detta sammantaget förväntas alltså få praktiskt genomslag.

Resultaten från delprojektens analys ligger väl i linje med diskussionen under projektets workshops.

Energianvändning i miljonprogramsområden

- Energieffektivisering i anslutning till förestående renovering av miljonprogramsområden kan ge 10-70 % lägre värmebehov i enskilda områden beroende på status och åtgärds paket. En genomsnittlig energieffektivisering med i storleksordningen 25 % i alla flerbostadshus byggda under 60- och 70-talen (främst miljonprogramsområden) skulle resultera i cirka 2,5 TWh lägre värmebehov, vilket motsvarar cirka 10 % av fjärrvärmeanvändningen i flerbostadshus och drygt 5 % av den totala fjärrvärmeanvändningen.
- De flesta energieffektiviseringsprojekt utgår dock från sk höganvändande hus och minskningen i energianvändning leder till att dessa uppnår en användningsnivå motsvarande ungefär genomsnittet för flerbostadshus eller något lägre. Eftersom höganvändare (>200 kWh/m²) bara svarar för ca 5 % av den totala värmeanvändningen i flerbostadshus och lokaler, kan sådana projekt endast leda till en mindre reduktion av den totala värmeanvändningen.¹²
- Från analys av fjärrvärmebolagens planering för framtida fjärrvärmeunderlag framgår det i flera fall att företagen planerar för (svagt) avtagande värmeleveranser, åtminstone på längre sikt.

¹² Se rapporten "Värmeanvändning i flerbostadshus och lokaler, 2006", Mats Andreasson m fl, Högskolan i Halmstad.

För mer detaljer, se rapporteringen av delprojektet ”Analys av energianvändning i miljonprogramsområden” (Delrapport C).

Effektivare byggnader genom energiklassning

- Att införa olika typer av klassningssystem är en metod för att främja byggande av och genomförande av åtgärder för byggnader med litet energibehov. Klassningssystemen är utformade på olika sätt för att visa graden av energieffektivitet och/eller resurs- och miljöpåverkan.
- För att systemen ska kunna användas rätt behöver de vara utformade med en tydlig målgrupp i form av byggare respektive brukare och uppbyggda för att klassificera de aspekter som målgruppen har rådighet över. Klassningen bör också skilja tydligt på klassning av byggnadsprestanda respektive klassning av energisystemprestanda. Om *ett*, komplett, klassningssystem ska användas argumenterar vi för att systemet bör omfatta samtliga dessa aspekter samt att klassificering av energisystemprestanda bör inkludera ett hållbarhetsperspektiv snarare än enbart energieffektivisering.

För mer detaljer, se rapporteringen av delprojektet ”Klassningssystem för fastigheter och dess inverkan på fjärrvärme” (Delrapport A).

3.2 Utveckling av fjärrvärmens produktionssystem

3.2.1 Bakgrund

Historiskt och marknadsmässigt har de strategiska fördelarna för värmeförsörjning genom fjärrvärme bestått av möjligheterna att sälja fjärrvärme till ett lägre pris än alternativa uppvärmningsmetoder samt av den minskade miljöpåverkan (framförallt renare luft) som blivit följden av att centralisera värmeproduktionen. I termer av värmeproduktionstekniker består de viktigaste strategiska fördelarna av *kraftvärme*, *industriell spillvärme*, *avfallsförbränning* och andra så kallade *besvärliga bränslen*, vilka är svåra att använda för annat än värmeproduktion och därför har ett lågt pris. I de två första fallen är skälet snarare att fjärrvärmeutnyttjandet leder till en hög totalverkningsgrad, genom övrigt energiutnyttjande (till exempel produktion av el eller användning av processånga). Två andra aspekter som i hög utsträckning bidrar till fjärrvärmens strategiska fördelar på tillförselsidan, men vars bidrag kan vara svårare att kvantifiera, är att systemet i sig leder till ökad flexibilitet vid val av energitillförsel och därmed ett mer robust system med lägre risknivå.

De strategiska fördelarna för fjärrvärme kan också formuleras som ”värmeförsörjning baserad på resurser som annars inte skulle ha kommit till användning”.¹³ Detta innebär att man i någon mening talar om användning av ett ”värmeöverskott” eller spillvärme. De olika typer av spillvärme som hittills använts för fjärrvärmeproduktion består framförallt av:

¹³ Se till exempel ”Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden”, Svensk Fjärrvärme, rapport Februari 2004.

- Spillvärme från industriella processer, vilka mer än fördubblats från 1990 till 2004 (från 3 till 6,4 TWh per år). I en undersökning från 2002 beräknades den teoretiska spillvärmepotentialen från svensk industri till 9,5 TWh per år. Potentialen bygger på en statistisk uppräknings av nuvarande fjärrvärmeleveranser från olika branscher.¹⁴
- Avfallsförbränning, vilken under senare år ökat avsevärt som en följd av deponiförbudet. Andelen kraftvärme baserad på avfallsförbränning är liten, men ökande.
- Värme från elproduktion, kraftvärme, vilken under många år varit relativt lågt utnyttjad i det svenska systemet, men som på grund av elcertifikat och ändrade skatteregler ökat betydligt under senare år. Dock finns i Sveriges fjärrvärmesystem fortfarande bara i liten utsträckning kraftvärmeverk som är optimerade för maximal elproduktion.

Under de senaste femton åren, sedan införandet av koldioxidskatt år 1991, har biobränslets roll i fjärrvärmesystemen blivit allt större. Biobränsle, tillsammans med avfall, svarar nu för cirka 65 % av den totala fjärrvärmeproduktionen, motsvarande en bränsleanvändning på ca 35 TWh. Den övervägande delen används i hetvattenpannor och bara cirka 6 TWh i kraftvärmeverk. Även värme baserad på förbränning av biobränsle redovisas i vissa sammanhang som spillvärme. Detta bygger då, på samma sätt som för avfall ovan, på att bränslet kan klassas som ett "besvärligt" bränsle och inte är intressant för andra användningsområden. Här väljer vi dock att diskutera biobränsleanvändningen ur ett annat perspektiv.

Fjärrvärmens grundläggande målsättning, att nyttiggöra resurser som annars inte skulle kommit till användning, innebär också ett starkt miljö- och resursargument för fjärrvärme, förutsatt att man på ett trovärdigt sätt kan visa och kommunicera det. Utvecklingen av fjärrvärmens tillförsel är därför nära knuten till behovet av miljövärdering av fjärrvärme och behovet av att utveckla principer, definitioner och värdering av "äkta" spillvärme. Detta behov har tidigare lyfts fram i ett flertal rapporter och även återkommit i samtliga delprojekt under projektets gång.

3.2.2 Faktorer som påverkar fjärrvärmeproduktionen

Med bakgrunden ovan har vi definierat två huvudområden knutna till utvecklingen av fjärrvärmens produktionssystem. Dessa två huvudområden kan karakteriseras som:

- Principer för miljövärdering av fjärrvärme. Eller, mer specifikt, hur definieras spillvärme och vilka faktorer styr tillgången?
- Nya tekniker och ändrade förutsättningar för fjärrvärmeproduktion. Eller, mer specifikt, vad innebär en ökande konkurrens om biomassan för fjärrvärmebranschen?

¹⁴ Se "Industriell spillvärme - processer och potentialer", Svensk Fjärrvärme, Rapport 021149, 2002

En total miljövärdering av fjärrvärme avser ett brett begrepp som, utöver användningen av spillvärme, omfattar sammansättningen i ett helt fjärrvärmesystem, i vilken mån bränslet är förnybart och användning av andra förnybara värmekällor (som till exempel solvärme) samt en värdering av olika typer av miljöaspekter. Miljövärdering av fjärrvärme är på så sätt direkt beroende av utvecklingen av energisystemet i stort och av det andra huvudområdet.

Vad som menas med spillvärme beror naturligtvis på förutsättningarna i energisystemet och ändrar sig därmed över tiden. Svensk Fjärrvärme har i den spillvärmestudie som refereras ovan definierat industriell spillvärme som ”värme bunden till vätskor och gaser, som släpps ut från en process till omgivningen och som inte utnyttjas”. Spillvärmens begränsas på så sätt inte till ett visst temperaturintervall, utan definieras som värmeenergi som processägaren inte har någon avsättning för.

Andra aspekter som skulle kunna ingå i en bedömning av spillvärme omfattar totalverkningsgrad för den energibärare som är insatsvara (normalt sett ett bränsle), att så stor andel av energiutnyttjandet som möjligt består av energibärare av hög kvalitet (som el, ånga eller andra bränsleformer) samt att utnyttjandet av spillvärmes för fjärrvärme inte leder till ökad total energiinsats. Vid utnyttjande av spillvärme från industri- anläggningar skulle man också kunna tänka sig att inkludera en bedömning av energieffektiviteten i industrins primära processer.

Utvecklingen av fjärrvärmens produktionssystem påverkas av ett flertal faktorer, vilka i sin tur påverkas av kraven på minskad miljöpåverkan, mer effektiv energianvändning och reducerade koldioxidutsläpp. Viktiga faktorer, som kan relateras till det andra huvudområdet ovan, diskuteras mer utförligt i Delrapport B, men några exempel omfattar:

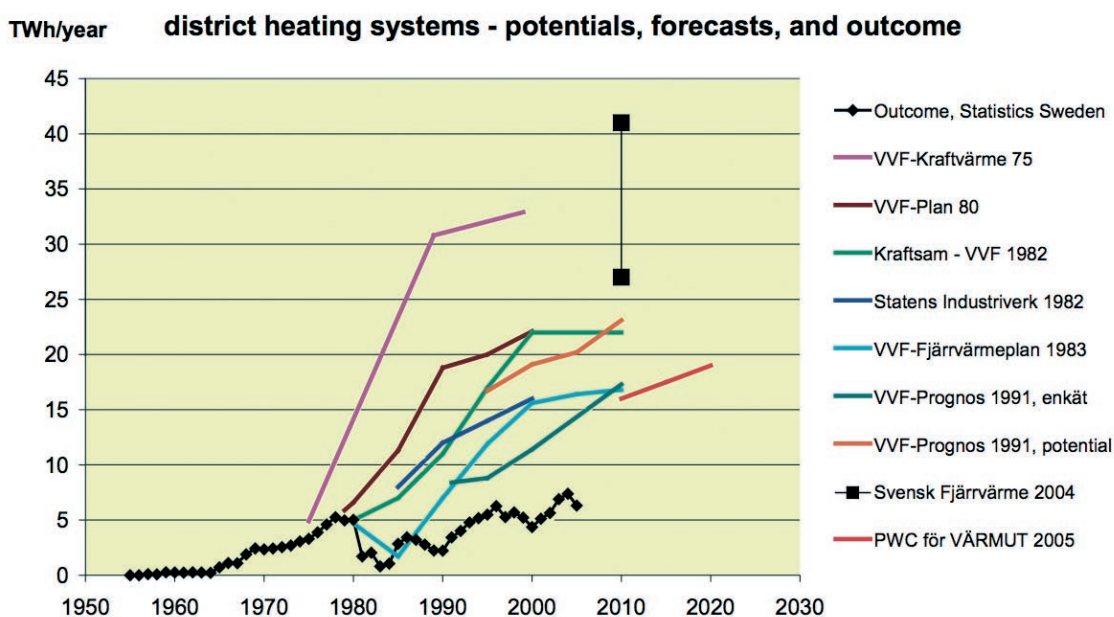
- Värmelastens storlek och utseende över tid (se avsnitt 3.1)
- Förändrad användning av biobränsle och avfall och ökad konkurrens om biomassa
 - Utveckling av olika typer av bioraffinaderier, med produktion av el, biodrivmedel och biomassabaserade produkter.
 - Teknikutveckling som även gör det möjligt att använda större andel av avfall för produktion av högkvalitativa energibärare.
- Användning av värmelager för utjämning av produktionen över dygnet, veckan eller mellan säsonger.
- Förändringar i spillvärmetillgång¹⁵
 - Strukturella förändringar i industrin påverkar i hög grad tillgången till spillvärme, eftersom denna är helt knuten till industrins processer.
 - Effektivisering av industriprocesser, vilket kan leda både till minskad totala energianvändningen inom industrin och minskad andel som blir spillvärme.

Utvecklingen av fjärrvärmens tillförsel är, på samma sätt som användarsidan, i hög grad förknippad med hög osäkerhet. Ett exempel, som kan användas för att illustrera

¹⁵ Se även Fjärrsynsprojektet ”Optimala fjärrvärmesystem i symbios med industri och samhälle, för ett hållbart energisystem” med Louise Trygg vid Linköpings universitet som projektledare.

svårigheterna med att bedöma utvecklingen är potentialen för kraftvärme i de svenska fjärrvärmenäten. Som framgår av Figur 3.2 har potentialen, och i vissa fall den förväntade utbyggnaden, genomgående bedömts vara betydande. Den senaste bedömningen från 2004 visar på en möjlig potential på mellan ca 26 och drygt 40 TWh elproduktion (beroende på tillgången till naturgas i det svenska energisystemet).

Den faktiska elproduktionen har dock, även om den ökat under senare år, legat på en betydligt blygsammare nivå. Skälet är naturligtvis dels att elpriset inte motiverat investeringar i kraftvärme och dels konkurrensen från annan värmeförsörjning med god ekonomi (till exempel spillvärme från industrier och avfallsförbränning). Dessutom begränsar naturligtvis befintlig infrastruktur hur fort en utbyggnad kan genomföras. I den långsiktsprognois som diskuterats ovan ingår, som en jämförelse, en utbyggnad av elproduktionen från kraftvärme motsvarande 18,9 TWh_{el} år 2025.



Figur 3.2 Utveckling av elproduktion i kraftvärmeverk enligt olika prognoser och potentialbedömningar. Källa: Fjärrvärmens omvärld, Svensk Fjärrvärme, Rapport 2007:4.

3.2.3 Fjärrvärmeproduktion ur delprojektens perspektiv

Utvecklingen av fjärrvärmens produktionssystem har inom projektet behandlats dels inom projektets workshops och dels legat i fokus för framförallt ett av projektets delprojekt ("Betydelse av ändrade produktionsförutsättningar för fjärrvärme"). Detta delprojekt syftade framförallt till att sammanställa kunskapsläget och formulera centrala frågeställningar inom området och har därmed även bidragit till diskussionen i föregående avsnitt. Betydelsen och inverkan av miljövärdering av fjärrvärme, vilken är direkt kopplat till tillförselsidan och till frågan om spillvärmvärdering, har återkommit som en nyckelfråga i de flesta av delprojekten.

I projektets workshops diskuterades frågan framförallt utifrån två perspektiv, dels i vilken utsträckning ökande miljökrav kommer att leda till att värmeproduktion baserad

på biobränsle konkurreras ut och kanske inte längre ses som miljömässigt ”korrekt” och dels i vilken utsträckning ökad energieffektivisering kommer att leda till minskad spillvärmetillgång. Det huvudsakliga intrycket från diskussionen var att på kortare sikt finns knappast någon oro för att tillgången till konkurrenskraftig fjärrvärme skulle vara hotad, utan att en eventuell minskning i så fall bara skulle matcha en minskande efterfrågan.

Miljövärdering av fjärrvärme.

- I analysen av klassningssystem för byggnader blir vikten av utveckling av väl genomarbetade kriterier för miljövärdering av fjärrvärme tydlig. Genom användning av olika klassningssystem med olika utgångspunkter finns det risk för godtycklighet i värdering och därmed suboptimering av energisystemet.
- Analysen av klassningssystem rörande energisystemprestanda visar att några av de aspekter som gynnar fjärrvärmeanvändning är marginalbedömning av köpt energi, inkludering av någon typ av resurshushållningsindikator och användning av framtidsscenario. Av de klassningssystem som studerats är det ”Hållbara byggnader” som i högst utsträckning verkar gynna fjärrvärme. ByggaBo:s klassningssystem är specifikt för det enskilda fjärrvärmesystemet, vilket kan antas leda till den mest ”korrekta” värderingen av fjärrvärme.
- Projektets analys av miljöpåverkan från fjärrvärmeanvändning för disk och tvätt visar att fjärrvärmeanvändning i många fall kan motiveras av miljöskäl då det ersätter annan energianvändning. Detta är dock starkt beroende av antaganden om fjärrvärmesystem och elsystem.
- Vid en utveckling mot mer hållbara el- och värmeproduktionssystem blir resultaten mer känsliga för andra antaganden. Om det lokala fjärrvärmesystemet i hög grad är baserat på biobränsle är fjärrvärme till exempel mer fördelaktigt ur klimatsynpunkt, men mindre fördelaktigt ur försurningssynpunkt.
- Miljövärdering av fjärrvärme behöver genomföras med hänsyn tagen till det lokala fjärrvärmesystemet, men utifrån generellt tillämpliga, gemensamma, principer. I dessa principer behöver man göra en åtskillnad mellan effekterna av förändringar som görs nu eller i framtiden och även mellan större och mindre förändringar.

För mer detaljer, se rapporteringen av delprojektet ”Klassningssystem för fastigheter och dess inverkan på fjärrvärme” (Delrapport C) samt ”Miljöpåverkan från energieffektiva hus och alternativ värme- eller elanvändning” (Delrapport D).

Nya tekniker och ändrade förutsättningar för fjärrvärmeproduktion.

- Fjärrvärmens förutsättningar påverkas i hög grad av tillgång till olika kraftvärmetekniker, biobränslekombinat och teknikutvecklingen för alternativ elproduktion. Vid integration av fjärrvärmesystem och avancerade lösningar som förgasning av biomassa, biomassabaserad produktion av drivmedel och bioraffinaderier leder detta till en minskande andel spillvärme från insatt mängd biomassa.
- Det finns betydande möjligheter att påverka fjärrvärmens systemeffektivitet genom utjämning av lastkurvan. Detta görs även idag, bland annat genom använd-

ning av olika typer av värmelager och torkning av biobränsle under lågsäsong. Ökad användning av fjärrvärmesystemet för komfortkyla utjämnar även det lastkurvan, liksom bättre isolerade byggnader med värmeåtervinning på ventilationen.

- En utveckling mot en avreglerad europeisk elmarknad kommer att leda till en ändrad prisbild även i Norden och till en ändring av den framtida kvoten av värdering av el och värme.
- Ökat fokus på elsäkerhet kan motivera mer distribuerad elproduktion, speciellt om det finns risk för flaskhalsar i systemet.
- Systemgränserna mellan olika delar av energisystemet kommer, med ökande samverkan och en större andel kombinerade anläggningar, att förändras. Detta gör att till exempel att fjärrvärmens produktionssystem i högre utsträckning kommer att påverka och påverkas av utvecklingen av elsystem, avfallssystem, industri- och transportsektorer.

För mer detaljer, se rapporteringen av delprojektet ”Nya tekniker och ändrade förutsättningar för el- och värmeproduktion” (Delrapport B).

3.3 Samverkan mellan fastighets- och fjärrvärmebransch

3.3.1 Bakgrund

Som nämndes inledningsvis, består fjärrvärmesystemen och deras kunder inte enbart av tekniska installationer och ekonomiska aspekter, utan även av organisationer och människor. Hur aktörerna samverkar påverkar därför även det fjärrvärmens och energianvändningens utveckling.

Den strategiska planeringen inom fjärrvärmebolagen har traditionellt omfattat både värmeproduktionssystemet och värmelastens utveckling. Analysen av värmeanvändningens utveckling har dock i första hand varit kopplad till utbyggnadsplaner och möjligheter till utvidgning och sammankoppling av fjärrvärmenätet. I och med att man nu ser framför sig att utbyggnaden i viss mån stagnerar samtidigt som fokus på energieffektivisering ökar, kommer fjärrvärmebolagens behov av kunskap om anknutna fastigheter och strategisk planering inom fastighets- och bygnadssektorerna att öka. Därmed ökar också behovet av samverkan och dialog mellan dessa organisationer.

Bygga-Bo-dialogen är ett exempel på ett samverkansprojekt mellan främst företag inom bygg- och fastighetssektorn, kommuner och regeringen, som nu utvecklats under 10 år och som ska främja utvecklingen mot en hållbar bygg- och fastighetssektor. Dialogens nu 44 aktörer har samtliga åtagit sig att genomföra konkreta insatser för att bidra till den utvecklingen. Samverkan har också lett till utveckling av kompetensutvecklingsmaterial inom området, utveckling av miljöklassningssystem för byggnader och utarbete av goda exempel.

För att på längre sikt uppnå en hållbar utveckling för det lokala energisystemet finns det behov av att ta ett bredare grepp för samverkan, bland annat genom att fjärrvärmebranschen närmar sig bygg- och fastighetssektorn genom konkreta samverkansprojekt. Ett än bredare perspektiv ligger bakom den nya regeringssatsningen Hållbara städer, vilken under de närmaste två åren (2009-2010) ska stödja demonstrationsprojekt för

miljömässigt och socialt hållbara stadsmiljöer. I uppdraget finns särskilt uttalat att man ska arbeta för att främja samverkan mellan näringsliv, kommuner och andra aktörer.¹⁶ Motsvarande angreppssätt, fast i betydligt mindre skala, ingår också i Fjärrsynsprojektet ”Hållbara städers energiförsörjning”, där fjärrvärmens och fjärrkylans roll i den framtida hållbara staden studeras, i ett internationellt jämförelseperspektiv.¹⁷

3.3.2 Samverkan ur delprojektens perspektiv

En del av projektets syfte har varit att bidra till att, via forskning och kunskapsutveckling, bygga upp en starkare samverkan mellan fjärrvärmebranschen och bygg- och fastighetssektorn. Detta har påbörjats genom referensgruppsmöten och workshops, med deltagare från både fjärrvärme- och fastighetssektorn, samt genom att vi särskilt strävat efter att presentera byggnadsperspektivet i fjärrvärmesammanhang och vice versa.¹⁸

I projektets workshops fokuserades framförallt på behovet av utökad samverkan mellan samhällsplanering, fjärrvärme- och byggbransch för att uppnå ändamålsenlig stadsplanering och regelverk för byggnader samt öka det ömsesidiga förtroendet. Brister i förtroendet mellan olika aktörer visar sig till exempel i att potentiella kunder ofta känner osäkerhet inför en eventuell fjärrvärmeanslutning och att fjärrvärmebolagen är osäkra på om spillvärmetillgångars stabilitet på längre sikt. Utökad samverkan samt en tydligare miljövärdering av fjärrvärme sågs som möjligheter att stärka sådant förtroende.

Inom delprojektet ”Analys av energianvändning i miljonprogramsområde” (se Delrapport C) ingår en analys av hur samverkan mellan fjärrvärmebolag och byggföretag kan bidra till att utveckla fjärrvärmebolagens strategiska planering. Flera fjärrvärmeleverantörer planerar för minskade fjärrvärmebehov men har i regel dåliga underlag med avseende på förväntad energieffektivisering. För att kunna ge en någorlunda tillförlitlig bild av hur energianvändningen i befintliga byggnader kan förändras (minska) över tid måste man förutom den aktuella fjärrvärmeanvändningen också ha tillgång till byggnadernas aktuella status och bostadsbolagens åtgärdsplaner.

Genom utökad samverkan, vilket kan leda till utbyte av grunddata och gemensam utveckling av omvärldsantaganden och planeringsmetodik, ökar kunskapen inom såväl fjärrvärmebolag som bygg- och fastighetsbolag om förutsättningarna inför framtiden.

¹⁶ Se även Förordning om statligt stöd för hållbara städer (SFS 2008:1407).

¹⁷ Se även Fjärrsynsprojektet ”Hållbara städers energiförsörjning” med Anna Jarnehammar, IVL, som projektledare.

¹⁸ Projektet har presenterats vid ByggaBoTräffen i Göteborg den 27 augusti, 2008 och kommer under våren 2009 att presenteras vid Passivhuskonferensen, 27-29 april i Göteborg och Energitinget, 11-12 mars i Stockholm. Internationellt har arbetet presenterats på 11th International symposium on District heating and Cooling, 31 August -2 September 2008, Reykjavik, Iceland och Alliance for Global Sustainability Annual Meeting 2009 - Urban Futures: the challenge of sustainability, 26 - 29 January 2009, ETH Zürich, Switzerland.

4. SLUTSATSER

Metoder för strategisk framtidsinriktade analyser inom fjärrvärmeområdet finns utvecklade och har under lång tid tillämpats lokalt, till exempel som en del av kommunal energiplanering och i det ”dagliga” strategiska arbetet i enskilda fjärrvärmebolag. I och med att vi ser kraftigt ändrade förutsättningar framför oss, både vad gäller värmeanvändningens utveckling och på tillförselssidan, finns det dock starka skäl för att vidareutveckla dessa metoder och genomföra aktuella analyser, både lokalt och nationellt.

För att genomföra sådan analys krävs särskilt utveckling av data, datahantering och systemanalytiska metoder avseende utvecklingen av värmeefterfrågan i byggnader och industri. Fokus på energieffektivisering i befintliga och nya byggnader ökar och incitamenten för förvaltare av till exempel miljonprogramsområden att minska energianvändningen kan förväntas bli betydligt större om de politiska mål som presenterats också ska uppnås. Detta sammantaget kan leda till minskade fjärrvärmeunderlag under de närmaste 5-15 åren.

Även på tillförselssidan står fjärrvärme inför särskilda utmaningar genom att konkurrensen om biomassa kommer att öka, bland annat som en följd av ökad efterfrågan av alternativa drivmedel för transporter och utveckling av mer avancerade lösningar som förgasning av biomassa och bioraffinaderier. En utveckling mot en avreglerad europeisk elmarknad kommer att påverka den framtida kvoten av värdering av el och värme, vilket också påverkar fjärrvärmens produktionssystem.

För att även framåt säkerställa fjärrvärmens roll i ett uthålligt energisystem kommer det också att bli viktigare med en transparent och heltäckande miljövärdering av olika typer av fjärrvärmesystem. Miljövärderingen behöver genomföras med hänsyn tagen till det lokala fjärrvärmesystemet, men utifrån generellt tillämpliga, gemensamma, principer. I dessa principer behöver man göra en åtskillnad mellan effekterna av förändringar som görs nu eller i framtiden och även mellan större och mindre förändringar.

En viktig övergripande slutsats är också att från miljösynpunkt står inte *fjärrvärme* och *energieffektiv bebyggelse* (”passivhus”) i något motsatsförhållande. Energieffektiva delar som kopplas samman med ett effektivt energisystem ger optimalt utfall. För att fjärrvärme i framtiden ska kunna vara ett miljömässigt bra alternativ måste fjärrvärmebranschen utvecklas tillsammans med resten av samhället i riktning mot mer hållbara energisystem, det gäller både med och utan mer energieffektiv bebyggelse.

För att utveckla långsiktigt hållbara fjärrvärme- och byggsektorer krävs fortsatt utveckling av samverkan mellan bland andra fjärrvärmebransch, fastighetsbransch och samhällsplanering. Fjärrvärmebranschen behöver kunskap om sina kunder, ner till aktuell byggnadsstatus och bostadsbolagens åtgärdsplaner, och bygg- och fastighetssektorn behöver kunskap om fjärrvärmens förutsättningar och möjligheter att på lång sikt fortsätta att leverera tillförlitlig värme med minsta möjliga miljöpåverkan.

För mer detaljerade slutsatser från de olika delprojekten, se sammanställningen ovan samt respektive delrapport.

DELRAPPORT A

KLASSNINGSSYSTEM FÖR FASTIGHETER OCH DESS INVERKAN PÅ FJÄRRVÄRME

MARTIN ERLANDSSON, IVL SVENSKA MILJÖINSTITUTET
TORBJÖRN LINDHOLM, INSTALLATIONSTEKNIK, CHALMERS

SAMMANFATTNING

För att få en solid grund att bedöma utfallet för energieffektiviseringar och klassa en byggnads energiprestanda klargörs grundläggande definitioner och systemgränser. Visionen är att finna långsiktigt hållbara definitioner för byggnaders energiprestanda som tar hänsyn till ”kvalitén” hos olika energibärare och där prestandakraven sätts utifrån ett systemperspektiv som tar hänsyn till inte bara byggnaden utan även det externa energisystemet. För att göra detta måste grunderna klargöras och olika begrepp tydligt definieras. För att styra upp grunder för en energiklassning så föreslås inledningsvis att klassningen bestäms av vem den riktar in sig på och vad dessa kan påverka, dvs.:

- Byggare eller
- Brukare.

Vidare kan energianvändningen i en byggnad klassas utifrån:

- Byggnadsprestanda eller
- Energisystemprestanda (byggnaden i ett globalt energisystemperspektiv)

I ett energieffektiviseringsperspektiv är följande turordning att rekommendera för en byggare:

- 1) Optimera själva byggnadens prestanda
- 2) Optimera byggnaden i ett energisystemperspektiv

Därefter kan brukaren (dvs om klassningen har denna målgrupp):

- 3) Optimera driften av installerade system i byggnaden och påverka/ändra önskat brukarbeteende
- 4) I vissa fall välja den energileverantör som erbjuder den ur miljösynpunkt bästa energivarorna, exempelvis miljömärkta eller ursprungsmärkta energikällor från förnybara och flödande resurser eller spillvärme eller avfall.

I en analys beskrivs hur några olika lågenergikoncept och klassningssystem betraktar/värderar fjärrvärme och som därmed kan påverka fjärrvärmemarknaden. Syftet med analysen är att se vilka konsekvenserna blir för fjärrvärme vid tillämpning av de olika lågenergikoncepten och energiklassningssystemen såsom passivhus, minienergihus, Svanenhus och ByggaBo-klassning utifrån ett systemperspektiv. Viktiga aspekter som har belyst och som gör att fjärrvärme faller bättre eller sämre ut än andra alternativ har identifieras enligt nedan

1. **Marginal eller medel** dvs val av systemperspektiv.
2. **Resurshushållningsindikator** dvs hur olika energislag värderas analytiskt beräknad eller bara satt som en primärenergifaktor.

3. **Framtidsscenario** dvs att framtida utveckling beaktas
4. **Miljöpåverkan (på något sätt)** dvs potentiella miljökonsekvenser från de utsläpp som kommer från energiproduktionen.
5. **Krav ställs som byggnadsprestanda eller köpt energi**
6. **Produktionsspecifik energi** dvs istället för en generell leverantör (generella data) används uppgifter från den specifika leverantören (jmf kontrakterad energileverans, ursprungsmärkning miljödeklarerad och miljömärkt el).

I rapporten görs en generalisering av vilket val för de olika aspekterna (punk 1-6 ovan) som har en tendens att vara ett val som gynnar fjärrvärme. Utifrån denna generalisering kan man konstatera att rangordningen bland de system som inventerats utifrån detta perspektiv bedöms vara relativt sett gynnsamt för fjärrvärme är; Hållbara byggnader, Minienergi, ByggaBo:s klassningssystem och på delad sista plats Passivhusdefinitionen samt Svanens kriterier för småhus (se tabell A.5). Vidare kan vi konstatera att inget system täcker in alla de aspekter som bedöms gynna fjärrvärme vid en klassning. Systemet Hållbara byggnader har dock flest sådana aspekter (av de som tas upp i tabell A.5).

1. PROJEKTFÖRUTSÄTTNINGAR

1.1 Problemställning

För att minska energianvändningen och dess miljömässiga konsekvenser i samhället vidtas olika åtgärder. En sådan åtgärd inom byggsektorn är att främja byggandet av byggnader med litet energibehov, här kallat lågenergikoncept. En drivkraft för detta är att erhålla olika fördelar via energiklassningssystem, exempelvis i form av ekonomiska incitament eller indirekt via marknadsföring/PR. De lågenergikoncept som tagits fram idag bygger dock mer på byggnadstekniska förutsättningar än att byggnaden är en del av samhällets infrastruktur och därmed att hänsyn även måste tas till andra aspekter såsom resurshushållning, avfallshantering och ökad användning av energi baserad på förnybara bränslen mm.

1.2 Syfte

Syftet med detta projekt är att analysera konsekvenserna för fjärrvärme vid tillämpning av olika lågenergikoncept och energiklassningssystem såsom passivhus, minienergihus, Svanenhus och ByggaBo-klassning utifrån ett systemperspektiv i sådana områden där fjärrvärme finns idag eller skulle kunna finnas i en framtid.

1.3 Mål

Målet är att klargöra definitioner och systemgränser gällande energiprestanda och analysera hur några olika lågenergikoncept och klassningssystem betraktar/värderar fjärrvärme och därmed påverkar fjärrvärmemarknaden.

1.4 Vision

Visionen är att finna långsiktigt hållbara definitioner av byggnaders energiprestanda som tar hänsyn till "kvalitén" hos olika energibärare och där prestandakraven sätts utifrån ett systemperspektiv som tar hänsyn till inte bara byggnaden utan även det externa energisystemet. För att göra detta måste grunderna klargöras och olika begrepp tydligt definieras. Arbetet bör på längre sikt även omfatta konkreta nivåer på energi- och miljömässigt långsiktigt hållbara prestandanivåer som leder till en byggnadsstock där den fulla potentialen från fjärrkyla och fjärrvärme kommer till sin rätt.

2. GRUND OCH MÅLGRUPP FÖR KLASSNING

Energiklassning av en byggnad bör avspegla sådana faktorer som den som klassningen riktar sig till har rådighet över, dvs kan påverka direkt eller indirekt och utgör en integrerad del av byggnadens funktion. Är man en entreprenör så säljer man en byggnad och normalt sett inte driften av den¹⁹, vilket också utgör en av grundorsakerna till att en byggnads energiklassning nedan föreslås delas in i två delar. Det är exempelvis driftsorganisationen av byggnaden som har möjlighet att bestämma vem som skall leverera energin och därför är det bara vid en klassning av driften som det är relevant att tala om exempelvis miljömärkt el eller fjärrvärme eller någon annan kontrakterad och ursprungsmärkt energivara (dvs. pellets, fjärrvärme, el osv)²⁰. Å andra sidan kan man som entreprenör därmed inte helt friskriva sig från olika byggnads- och systemutformningars konsekvenser under driften. Att enbart basera en energiklassning av en byggnad på den fysiska byggnaden utan någon som helst koppling till dess brukande och externa energisystem som den är ansluten till är därmed inte heller lämpligt.

Energiklassningen av en byggnad kommer här diskuteras utifrån systemgränser och rådighet, dvs. vad skall energiklassningen omfatta, respektive vem har möjlighet att påverka ett beslut och därmed byggnadens energiprestanda. Följande två huvudkategorier med tanke på rådighet, dvs. möjlighet att påverka, kommer att belysas:

- **Byggare:** Entreprenör, beställare eller byggherre, med möjlighet att påverka byggnadsutformning, installationer och därmed möjliga energikällor
- **Brukare:** Fastighetsägare, hyresgäst eller förvaltare, med möjlighet att påverka vem som levererar energivaror och därmed specifika utsläpp etc.

För att energiklassa en byggnad är det också lämpligt att renodla systemgränsen för en byggnad på så sätt att den byggnadsprestanda som omfattas av de mest långlivade delarna, dvs. delar av byggnadsutformningen och installationerna, hanteras skilt från byggnadens externa energisystem. Vi skiljer således på energiklassning utifrån,

- Byggnadsprestanda
- Energisystemprestanda

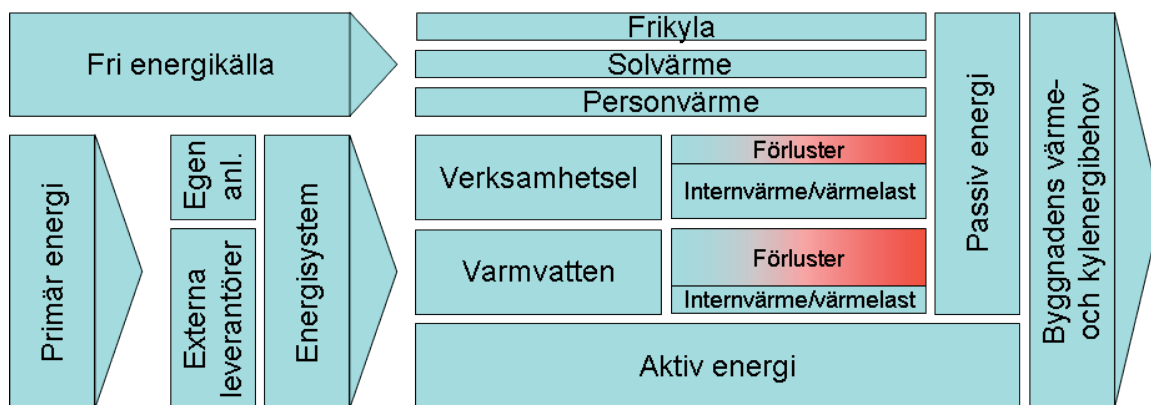
Byggnadens primära och mest basala funktioner kan förenklat sagt utgöras av en god inomhusmiljö och skydd från utemiljön. För att erhålla ändamålsenlig termisk komfort och luftkvalitet så finns olika installationstekniska system såsom uppvärmnings- och ventilationssystem. Utöver dessa basala funktioner skall byggnaden även uppfylla andra självklara saker såsom en god gestaltning och vara beständig. Själva verksamheten i byggnaden kräver driftsenergi för exempelvis varmvattenberedning eller komfortkyla för att hantera övertemperaturer. Sådan verksamhetsrelaterad energianvändning är därför också relevant att införliva i klassningen av en byggnad. Däremot, sådan energianvändning som enbart är orsakad av brukandet av byggnaden, som inte direkt kan

¹⁹ Performance contracting är ett exempel på ett sådant undantag.

²⁰ Jmf. även med möjligheten att "köpa sig fri" genom att köpa utsläppsätter.

kopplas till byggnadens utformning, är inte en lika självklar del i en energiklassning av en byggnad utan är mer kopplad till dess förvaltning (exempelvis processkyla).

Exakt vilken energianvändning som bör ingå i klassningen av en byggnad är dock svårt att ge ett allmängiltigt svar på. Önskar man som byggare ha med verksamhetsrelaterad energianvändning för att få en helhet så krävs att denna energi normaliseras (per kontorsplats, per vårdryggn etc.). Om den verksamhetsrelaterade energianvändningen hanteras med sådana schabloner i projekteringsskedet så bör man under brukarskedet beakta den faktiska användningen och försöka minimera denna.



Figur A.1 Förenklad bild av energiklassning av en byggnad där energiprestanda dels utgörs av byggnadens värme- och kylbehov, dels bedömning av primärenergien i ett resurshushållningsperspektiv. Förluster är endast exemplifierade i form av verksamhetsel och varmvatten för att belysa varifrån den passiva energin härrör.

Oavsett om energianvändningen i byggnaden är verksamhetsrelaterad eller inte så bidrar den med spillvärme från apparater, som man i en energibalans tillgodoräknar för att värma upp en byggnad eller hanterar som ett bidrag till övertemperatur. Utgångspunkten för att strukturera olika klassningsgrunder är därför här uppdelat efter hur värmen eller kylan tillförs byggnaden. Sådan internvärme samt solinstrålning som bidrar till uppvärmningen kan kallas *passiv värme*, till skillnad från den värme som tillförs byggnadens installationer som vi kan kalla *aktiv värme*. Aktiv och passiv värme täcker byggnadens *uppvärmningsbehov* och är därmed den grundläggande utgångspunkten för energiklassning av en byggnad. På samma sätt som för värme kan vi tala om *aktiv* och *passiv kyla* eller ett *kylbehov*.

Det är allmänt vedertaget att byggnadens *uppvärmningsbehov* och *kylbehov* bör minskas oberoende av vilka tekniska system som valts. Därefter kommer möjligheter att välja alternativa eller förbättra de tekniska installationer som krävs för att tillgodose byggnadens värme- och kylbehov. I driften är det sedan möjligt att välja den energileverantör som erbjuder det miljömässigt bästa valet. I driften är det även relevant att följa upp den verksamhetsrelaterade faktiska användningen för att vidta åtgärder. Att byggreglerna inte hanterar verksamhetsrelaterad energianvändning är inget motiv för att den ur ett energieffektiviseringsperspektiv inte skall vara en given måltavla.

Byggnadens energiprestanda kan delas in efter vem som klassningen riktar sig till, dvs.:

- Byggare eller
- Brukare.

Vidare kan energianvändningen i en byggnad klassas utifrån:

- Byggnadsprestanda eller
- Energisystemprestanda (byggnaden i ett globalt energisystemperspektiv)

I ett energieffektiviseringsperspektiv är följande turordning att rekommendera för en byggare:

- 1) Optimera själva byggnadens prestanda
- 2) Optimera byggnaden i ett energisystemperspektiv

Därefter kan brukaren:

- 3) Optimera driften av installerade system i byggnaden och påverka/ändra önskat brukarbeteende
- 4) I vissa fall välja den energileverantör som erbjuder den ur miljösynpunkt bästa energivarorna, exempelvis miljömärkt eller ursprungsmärkt energikällor från förnybara och flödande resurser eller spillvärme eller avfall.

3. KLASSNING AV BYGGNADSPRESTANDA ELLER ENERGISYSTEMPRESTANDA

3.1 Byggnadsprestanda

Jämför man med en bil så anger biltillverkarna inte den faktiska energianvändningen för att köra bilen utan en reproducerbar energianvändning baserad på ett standardiserat provningsförfarande. Detta ger således bilens miljöpåverkan och energianvändning för ett normerat/standardiserat brukande. Om man jämför med byggnormen så ställs krav på uppföljning av, inte en normerad användning, utan brukarens faktiska användning. Återanknyter vi till bilexemplet motsvarar detta att den aktuella biltillverkaren skulle ta in uppgifter från bilens färrdator och använda denna för att verifiera bilens drivmedelsförbrukning och utsläpp. Sedan måste biltillverkaren göra en bedömning av om man i det aktuella fallet kört normalt eller om drivmedelsförbrukningen skall justeras för att erhålla ett normalvärde. Återgår vi till byggnader så kan vi konstatera att byggnader inte är en serietillverkad produkt, även om det för kataloghus samt industriellt byggande finns likheter och förutsättningar att uppskatta byggnadens energiprestanda redan innan huset är byggt eller tagits i bruk.

Ett sätt att bedöma en byggnads energiprestanda med avseende på klimatskal och ventilation är att mäta upp effektsignaturen, vilket föreslås i ISO 13790. Utgår man ifrån att effektsignaturen kan betraktas som en rät linje mellan dimensionerande vinterutetemperatur (DVUT) och balanspunkten (då aktiv värme inte längre behövs), så kan man klassa bygganden med hjälp av kurvans lutning dvs. *förlustfaktorn* [W/K]. Ett annat alternativt sätt att utifrån effektsignaturen beskriva en byggnads energiprestanda är dess *effektbehov vid DVUT* [W].

En pedagogisk fördel med att använda effektbehovet vid DVUT och inte förlustfaktorn är att detta är ett mer begripligt mått för de flesta. Då vissa studier pekar på att effektsignaturen inte generellt kan approximeras vara linjär, så undviks detta fenomen om man använder effektbehovet vid DVUT. Integreras det passiva och aktiva värmeeffektbehovet över tiden så erhålls byggnadens *värmebehov* [kWh], som är ytterligare ett mått som beskriver byggnadens energiprestanda.

Genom att utgå ifrån effektsignaturen så erhålls ett energiprestandamått som inte behöver normalårskorrigeras, då dessa mått direkt avspeglar byggnadens behov av värme som funktion av rådande uteklimat. Mäts däremot energianvändningen under ett enskilt år krävs att detta värde först normalårskorrigeras om det skall användas för att verifiera ett projekterat värde eller för att följa upp driften. Uppvärmningsbehovet beror inte bara på utetemperaturen utan även på innetemperatur, vilken därför också måste kunna mätas som en del av verifieringen, vilket gäller oavsett vilken indikator på energiprestanda som väljs.

Värmebehovet, effektbehovet vid DVUT eller förlustfaktorn enligt ovan, beskriver alla byggnadens energiprestanda med avseende på klimatskalet och ventilationssystemet och därmed utgör varmvattenanvändningen en tillkommande post. Denna post kan normeras mot en förutbestämd varmvattenanvändning. Spillvärme från brukarnas elanvändning kan också hanteras med hjälp av schabloner för nyttjandegrad. Däremot är det svårare att korrekt uppskatta andra brukarrelaterade aspekter såsom fönstervädring, personvärme, användning av persienner och solskydd osv. Byggnormen anger inga uppgifter för vad som är normalt brukande för normering av energianvändningen.

Om byggnadens energiprestanda omfattas av byggnadsutformningen inklusive ventilationen samt normerad användning av varmvatten, så kan följande indikatorer användas som prestandamått för uppvärmning av byggnaden,

- Förlustfaktorn
- Effektbehovet vid DVUT
- Värmebehovet (det integrerade värdet av det passiva och det aktiva värmeeffektbehovet)

Byggnadens energiprestanda är det som de flesta är överens om skall prioriteras för en god energihushållning då denna till stora delar styr byggnadens ”yttre påverkan” oavsett vilket energisystem som i en framtid kommer att vara ansluten till eller installerad i byggnaden. Hur mycket av och på vilket sätt verksamhetsrelaterad energianvändning skall ingå behöver analyseras vidare.

På liknande sätt som indikatorerna för uppvärmning så skulle också en energiindikator för komfortkylbehov kunna anges vid ett dimensionerande (sommart) utelufttillstånd, eller ett kylbehov förutsatt ett givet innetillstånd eller eventuellt som en förlustfaktor. Problemet med komfortkyla är att det i många byggnader inte finns komfortkyla installerad, vilket i vissa fall leder till ett oönskat termiskt inneklimat i form av övertemperaturer, varför installerad kyla alltid måste ställas i relation till resulterande övertemperaturer. Detta är en problemställning som också behöver analyseras vidare.

3.2 Energisystemprestanda (byggnaden i ett globalt energisystemperspektiv)

Den aktiva energin som behöver tillföras byggnaden för uppvärmning är alltid lägre än dess värmebehov (summan av aktivt och passivt värmebehov). Den aktiva energin som måste tillföras byggnaden benämns ofta *köpt energi*. Den köpta energin omfattar således inte hela uppvärmningsbehovet. Vidare tillkommer systemgränsproblemet med var energiomvandlingen sker. Om exempelvis värmepannan finns i fastigheten och man köper bränslet så ingår omvandlingsförlusterna i byggnaden, medan om pannan sitter i ett närvärme- eller fjärrvärmesystem så sker dessa omvandlingsförluster någon annanstans i systemet. Köpt energi kan således utgöra en suboptimering om denna utgör grunden för energiklassning²¹. Skall uppvärmningssystemet inkluderas i klassningen, så kräver detta ett livscykelperspektiv där såväl hela det externt anslutna och internt i byggnaden installerade energisystemet beaktas. För att analysera energianvändningen i ett livscykelperspektiv måste:

²¹ Köpt energi är visserligen den som används i byggreglerna med de syften som denna indikator fyller där, men betraktas här som grund för klassning så är den inte en ideal grund för energiklassning utan snarare en kompromiss. Se vidare i (Persson A, et al, 2005)

- En *systemgräns* mot naturen och energikällan definieras
- Energianvändning för att producera energivaror beaktas
- *Omvandlingsförluster* när energivarorna konsumeras (omvandlas till emissioner och värme) ingå
- *Förluster* i byggnaden och i distributionssystemen beaktas
- I vissa fall kan det även vara befogat att ta med energianvändningen för att tillverka den utrustning och infrastruktur som behövs för energiomvandling.

Utöver att bedöma energihushållning i ett livscykelperspektiv kan man dessutom ställa upp några grundläggande hållbarhetsaspekter som bör hanteras vid en energiklassning av byggnaden i ett globalt energisystemperspektiv, såsom:

- Energikällans *knapphet*, dvs. faktorer såsom tillgänglighet, förnybarhet och möjlighet att lagra en energikällan (som annars skulle gå förlorad såsom spillvärme, sol eller vind)
- *Energikvaliteten* på valt uppvärmningsmedia i byggnaden dvs. beroende på om det installerade systemet är baserat på varmvatten, luftburet eller direktverkande el. Olika media såsom värme har en lägre inherent kvalitet/användbarhet än el-energi som direkt kan omvandlas till arbete (jmf med exergi och exergi-kvalitetsfaktorer).

Baserat på en livscykelinventering och beaktande av övriga aspekter i listan ovan kan ses som en önskelista för en *energihushållningsindikator* som skulle kunna användas för att bedöma en byggnads energiprestanda i ett hållbarhetsperspektiv. En sådan energihushållningsindikator finns inte idag. Ett tydligt exempel på detta är att en förnybar resurs som biobränsle med primärenergi eller primärenergifaktorer kan få samma värde²²!

Samtidigt har vi välgrundande hållbarhetsmål (dvs. EU:s 20% mål till 2020) att andelen förnybara bränslen skall öka. Olika indikatorer som idag finns som används för att mäta ekologisk hållbarhet (miljöpåverkan och resurshushållning) kopplat till energiprestanda är:

- **Primärenergi** eller tydligare **total** primär energi, dvs. en naturvetenskaplig beräkning av hur mycket energi som gått åt i förhållande till den energipotential som finns i energikällan. Primärenergin kännetecknas av att den baseras på en livscykelinventering och där användningen av 1 kWh i en byggnad alltid ger en primärenergianvändning som är större än (eller i extremfallet lika med) 1 kWh. Primärenergi som används i statistik för länders energianvändning är relativt homogen, medan primärenergi för produkter (material och energivaror) beror på

²² | Ett energieffektivare Sverige (SOU 2008:25) föreslår samma primärenergifaktorer på fossilt bränsle och förnybart bränsle exempelvis träpellets, dvs 1,2=Fossilt bränsle=Biobränsle, vilket indikerar att detta inte ensamt kan användas som indikator för en mer hållbart energiförsörjningssystem och bas för energieffektiviseringar.

valda allokeringar metoder främst för kraft-/värmeproduktion samt systemgräns mellan energisystemet och det övriga samhället, dvs. hanteringen av spillvärme.

- **Ej förnybar primärenergi** (alternativt primär resursförbrukning), dvs. den delen av de primära energikällorna som inte är förnybara eller flödande. Till skillnad från total primärenergi kan ej förnybar energi ge ett tal mindre än 1 kWh även om användningen i byggnaden är 1 kWh förutsatt att denna del utgörs av förnybar energi. I systemanalytiska metoder såsom i LCA-sammanhang är detta internationellt sett ett vanligt sätt att räkna ”primärenergi”. För att undvika begreppsförvirring och missförstånd har begreppet ”**ej förnybar primärenergi**” införts i CEN-standarderna prEN 15603 för att undvika förväxling med primärenergi, såsom det beskrivs ovan eller med viktad primärenergi (se nedan). I TC 228 WI 0028 02 förekommer även begreppet primärresurs.
- **Viktad primärenergi**, dvs. subjektivt satta faktorer som bygger på primärenergi (enligt ovan), men där inventering uppströms inte behövs utan en faktor läggs till den köpta energin. Normalt sett bygger dock primärenergifaktorerna på någorlunda väldefinierade systemgränser och metodantagande samt en gedigen inventering, men kan även vara helt ansatta värden. Primärenergifaktorerna betraktas som allmängiltiga vilket underlättar användningen av dem. På så sätt förenklas användningen av viktade primärenergifaktorer i förhållande till primärenergi som baseras på en specifik inventering. Primärenergifaktorer kan dessutom lägga olika vikter på olika energivaror såsom spillvärme och avfall. På samma sätt som ovan så ligger ofta olika allokeringssätt och systemgränser dolt i de viktade primärenergifaktorerna. En viktad primärenergi kan mycket väl bygga på primär resursanvändning. Saknas metodanvisning för hur viktad primärenergi är beräknad så går det inte att veta om värden för olika resurser från olika system är jämförbara eller bygger på helt olika metodansatser!
- **Exergi och exergikvalitetsfaktorer**, avser antingen en analytisk beräkning av exergin eller en förenklad generisk kvalitetsfaktor (precis som för viktad primärenergi). Exergi kan förenklat sett utgöra den nyttiga energin eller med andra ord den totala mängden potentiellt *arbete* som energin i ett system kan utföra, dvs. exergi är lika med en energimängd multiplicerat med dess kvalitetsfaktor. Exempel på exergikvalitetsfaktorer är 1 för mekaniskt arbete och elektricitet och 0,2 för fjärrvärme (90°C). Notera att exergi förbrukas vid irreversibla processer. Vidare är exergin noll när ett system är i jämvikt med dess omgivning, vilket gör att resultatet beror på ansatta parametrar såsom referenstemperatur.
- **Klimatpåverkan**, dvs. olika växthusgasers bidrag till klimatpåverkan som ofta räknas samman till koldioxidekvivalenter. I prEN 15603 som är en stödjande standard för de i Europa nu införda energideklarationerna för byggnader, så föreslås även koldioxid-ekvivalenter som ett mått för att klassa en byggnads en-

ergiprestanda. I Norden beror detta prestandamått på metodval, dvs. medel eller marginal samt vilken systemgräns som väljs, dvs. Sverige, Norden, Norra Europa osv. Klimatpåverkan beräknas normalt sett med olika systemanalytiska verktyg såsom LCA och tillämpas även som faktorer på köpt energi till byggnaden för att underlätta beräkningsarbetet.

- **Andra systemanalytiska bedömningsmetoder** med liten tillämpning i energiklassningssammanhang för byggnader är exempelvis; Emergi (Odum, 1980), eller viktningfaktorer för alla slags resurser (inte bara energi) i LCA såsom EPS (Steen, 1999) och EcoIndicator (Goedkoop et. al, 1999).

Vi kan konstatera att det idag saknas ett bra mått för att bedöma energiprestanda. Ett förslag som ges här är att en "energihushållningsindikator" skulle behöva tas fram som utöver livscykelperspektiv även hanterar olika hållbarhetsaspekter, dvs. minst:

- Energikällans knapphet
- Energikvaliteten på valt uppvärmningsmedia i byggnaden (ex el- eller vattenburet värmesystem)

En sådan indikator kan mycket väl bestå av flera av de indikatorer som idag används, vilka vägs ihop till en sammanvägd indikator. Exempel på sådana indikatorer som idag används för energiklassning och därmed sammantaget skulle kunna användas för att få ett brett beslutsunderlag (som alternativ till en sammanvägd indikator) för att styra mot en bättre energiprestanda i ett ekologiskt hållbarhetsperspektiv är:

- (Total) viktad primärenergi, Ej förnybar primärenergi, Viktad primärenergi
- Exergi
- Klimatpåverkan
- Andra systemanalytiska bedömningsmetoder

I dagsläget kan vi också konstatera att det i befintliga energiklassningssystem inte förekommer många kriterier/klassningsgrunder som riktar sig till förvaltningsskedet och byggnadens brukande. En orsak till detta är att verksamhetens energianvändning juridiskt sett inte är åtkomlig för en fastighetsägare som samtidigt inte är brukare i byggnaden (dvs. ägaren inte är hyresgäst såsom för friköpta småhus).

Exempel på kriterier/klassningsgrunder som trots allt förekommer är premiering av miljömärkt eller ursprungsmärkt energi.

4. VAL AV SYSTEMSYN – EN FÖRUTSÄTTNING FÖR BEDÖMNINGEN

4.1 Marginal eller medel?

För att göra bedömningar över miljöpåverkan från olika alternativ så används så kallade systemanalytiska verktyg. Livscykelanalysmetodik är det verktyg som vunnit stort genomslag och finns definierat i de internationella standarderna ISO 14040, -44. Systemanalytiska verktyg används för att studera dagens miljöpåverkan, prognoser eller back-casting kopplat till framtidsscenarion.

En viktig förutsättning när man jobbar med systemanalytiska verktyg är vilket systemperspektiv som skall tillämpas. Följande två alternativa systemperspektiv förekommer:

- Konsekvensen av vad som faktiskt belastar miljön (släpps ut eller konsumeras), kan jämföras med ett bokslut, benämns här **bokföringsanalys**.
- Marginaleffekten av vad som släpps ut vid en förändring – vilket här benämns marginalförändringen(/-effekten) eller kortare **marginalanalys**.

Dessa perspektiv kan studeras i följande tre tidsperspektiv:

Historiskt

Just nu

Framtiden

Val av olika systemperspektiv ger olika svar varför det är viktigt att välja rätt ansats för den specifika fråga som skall besvaras. Energimyndigheten har i en policyinriktad rapport slagit fast att det inte finns något rätt eller fel val av systemperspektiv, utan att detta beror på mål och syfte (Persson 2008). Visst kan man tycka så, men faktum är att om frågan är tydligt definierad så är valet av systemperspektiv ofta givet.

Med tanke på att energisystem förändras relativt långsamt används ofta historisk information för att bedöma den faktiska belastningen eller marginalförändringen ”just nu” (dvs. något eller några år gamla uppgifter). Typisk användning av en marginalförändring ”just nu” är frågan: vad händer om jag släcker glödlampan? Däremot om man skall göra en analys och bedömning av framtida investeringar för en byggnad med en lång livslängd så krävs det att någon form av scenario ställs upp. I praktiken betyder detta att det aldrig kan bli exakta svar då ingen vet säkert hur framtiden kommer att gestalta sig, utan man får svar som beror på de förutsättningar och randvillkor som tagits fram för scenariot.

4.2 Framtidsbilder som utgångspunkt

Idealt sett borde några framtida scenarion tas fram som alla kan använda i bygg- och fastighetssektorn för att kunna göra bedömningar av investeringar som har konsekvenser över flera decennier. Exempel på sådana framtidsscenarion finns framtagna på uppdrag av Elforsk (Sköldberg & Unger 2008). Fördelen med den metodik som tillämpas i denna rapport är att randvillkoren är tydligt definierade och att båda systemperspektiven (marginalanalys eller konsekvensanalys) erhålls från samma scenario. Motsvarande framtidsscenario för fjärrvärmens utveckling saknas för såväl enskilda nät som i form av en nationell sammanställning.

5. BEFINTLIGA KLASSNINGSSYSTEM

5.1 Bedömningsgrunder för klassningsgränser i befintliga system

En energiklassning skall till skillnad från en energideklaration ge information om den prestanda som byggnaden uppvisar är bättre eller sämre utan att det finns något konkret alternativ att jämföra med. På så sätt har energiklassning mer samma funktion som miljömärkning dvs. att tala om för köparen att den produkt som erbjuds är ett bra val. I praktiken betyder detta att energiklassning gynnar de som i sin marknadsföring vill påvisa att man har marknadsledande energiprestanda. Detta uppnås lättast för nybyggnad.

Tabell A.1 Exempel på svenska system för energiklassning och bedömningsgrunder

Exempel på system	Huvudsaklig bedömningsgrund
Hållbara byggnader	Vad naturen tål/Miljömål
Bygga Bo:s klassningssystem 2008:1 – Område energi	Statistik
Svanen -miljömärkning av småhus	Bättre än normkrav
Passivhus	Byggnadsfysikalisk förutsättning, där värmd tilluft skall räcka som värmekälla
Minienergihus	Lika resurseffektiv som ett Passivhus, vilket bl.a. medför att relativt sett mer fjärrvärme än t.ex. el får användas ²³

Inom SIS/TK189 pågår också ett arbete med en svensk bilaga till SS-EN 15217:2007 där tanken är att klassa energiprestanda i en 7-gradig skala som är relaterad till nybyggnadskraven i BBR och energideklarationens intentioner. Ambitionen är också att försöka koppla samman detta med Bygga Bo:s klassningssystem. Även kraven för Passivhus och Minienergihus är under revidering.

Andra system som är närliggande men som vi här inte betraktar som ett klassningssystem:

- Energideklarationens referensbyggnad
- P-märkningen, då det snarare i sin utformning utgör ett ledningssystem
- Krav vid offentlig upphandling, då dessa ofta bara hänvisar till redan befintliga krav
- Energikrav vid olika markanvisningar, då de inte är generellt använda utan ofta beaktar lokala förutsättningar

²³ Bedömningsgrundens antagande innebär att elanvändningen i ett passivhus är det samma som för ett minienergihus. Däremot (till skillnad från passivhus) så accepteras en högre energianvändning av ex fjärrvärme genom att primärenergifaktorer används, dvs ett fjärrvärmeuppvärmt minienergihus är med detta tänkande lika resurseffektivt som ett eluppvärmt passivhus

5.2 Karakterisering av olika energiklassningssystem

Olika klassningssystem är utvecklade för olika tillämpningar och därmed är det svårt att karakterisera dessa i förhållande till varandra. I tabell A.2 nedan har ändå ett försök gjorts med en sådan karakterisering utifrån i sammanhanget mer eller mindre viktiga aspekter.

Tabell A.2 Några jämförelsegrunder

Klassningssystem	Målgrupp	Funktionell enhet	Byggnadstyp (antal)	System-perspektiv	Åldershandikapp	Klasser
ByggaBo:s klassningssystem	Brukare ¹⁾	Atemp	Bostäder (2) Lokaler (5)	Medel	Nej	4
Passivhus kravspecifikation	Byggare	Atemp	Bostäder (2)	Medel	Nej	on/off
Minienergihus kravspecifikation	Byggare.	Atemp	Bostäder (2)	Medel	Nej	on/off
Hållbara Byggnader	Brukare/ Byggare	BRA	Bostäder (2) Lokaler (5)	Marginal ²⁾	Nej	4
Svanen, miljömärkning av småhus	Byggare	BOA ³⁾	Bostäder (1)	Saknas		on/off

¹⁾ Systemet tillämpas även för projekterade byggnader men är inte utvecklat för detta.

²⁾ Klassningen görs med marginaldata. Nivåerna på klassningsgränserna är verifierade mot miljömålen med medelvärde, dvs. bokföringsanalys.

³⁾ Även krav i form av värmeförlustskoefficient ($W/K/m^2$) baserad på omslutningsyta

6. UTFALL FÖR FJÄRRVÄRME-ANSLUTNA BYGGNADER

Generellt gällande för alla system för energiklassning premieras en minskad energianvändning oberoende energislag. Vad gäller utfall för fjärrvärme i detta avseende då bedömningsgrunden och systemgränsen är köpt energi så gynnas fjärrvärme jämfört med egna förbränningsanläggningar till följd av dessas verkningsgrad men missgynnas jämfört med värmepumpar till följd av dessas värmefaktorer. Det vill säga relativt mer bränsle (i kWh) måste köpas till den egna pannan än den mängd fjärrvärme som behöver köpas för att täcka värmebehov respektive relativt sett mindre el (i kWh) erfordras för att driva värmepumpen för att täcka värmebehovet.

Den generella slutsatsen av att en minskad energianvändning premieras i energi/miljö-klassningssystem tillsammans med andra drivkrafter såsom ökande energipriser är att behovet av köpt energi för uppvärmning i den befintliga bebyggelsen framöver sannolikt kommer att minska per funktionell enhet, dvs. per kvadratmeter. Samtidigt förväntas att den totala byggnadsarean kommer att öka.

Frågan är därmed om den långsiktiga effekten av energieffektiviseringsåtgärder på hela beståndet är större eller mindre än tillkommande energibehov knutet till nyproduktion då detta direkt påverkar den framtida fjärrvärmemarknaden. Här har då naturligtvis helt bortsetts från alla lokala förutsättningar.

En sammanfattning av ett antal olika sådana framtidsprognoser finns i den inledande syntesdelen av denna rapport.

Mer intressant här är att se på om och i så fall hur olika klassningssystem beaktar olika energislag. Det vill säga i detta fall om fjärrvärme klassas som ett bättre eller sämre energislag i förhållande till andra alternativ. Olika alternativa sätt att värdera energislag har tidigare generellt diskuterats ingående i avsnittet ”Klassning av energisystemprestanda (byggnaden i ett globalt energisystemperspektiv)”.

Nedan kommer kort att redogöras för hur olika energislag värderas i några aktuella svenska klassningssystem med speciellt fokus på fjärrvärme. Här utgås från hur energislagen värderas i de i dagsläget gällande versioner. Eventuella pågående revideringar beaktas inte utom i de fall som detta tydligt beskrivs i officiella (gällande och allmänt tillgängliga) dokument. De klassningssystem som här kommer att kort redogöras för är:

- ByggaBo:s klassningssystem
- Kravspecifikation för Passivhus och Minienergihus
- Systemet hållbara byggnader
- Svanen, miljömärkning av småhus

6.1 ByggaBo:s klassningssystem

I ByggaBo:s klassningssystem version 2008:1 (Glaumann et al 2008) avses att klassa och därmed bedöma byggnaden i flera olika avseenden som i systemet grupperats inom tre områden:

- Energi
- Innemiljö
- Kemiska ämnen

Klassningen görs på en 4-gradig skala, A-D, där A representeras högsta klass, C en grundnivå och D sämre än grundkrav. Någon inbördes viktning av de tre områdena görs ej utan systemet förespråkar att klassningsresultatet alltid skall redovisas för respektive område. Ifall man ändå vill sammanväga klassningsresultaten för de tre områdena så skall klassningsresultatet för det sämsta området ge det sammanvägda klassningsresultatet.

Utgångspunkten för klassning inom området energi är att följande skall premieras:

- Minskning av energianvändningen
- Minskning av miljöbelastningen från energianvändningen
- Minskning av uttaget av ändliga resurser

Inom området energi finns därför ett antal indikatorer som utgör klassningsgrund. Dessa aspekter är:

- Energianvändning
- Energinbehov
- Energislag

Den första indikatorn, energianvändning, utgår från mängd köpt energi. Klasserna A, B, C definieras utifrån en statistisk fördelning av byggnadsstocken och detta statistiska underlag kan uppdateras i framtiden via den databas som nu byggs upp inom energideklarationssystemet. Då klassningskriterierna (gränserna) utgår från ett statistiskt underlag är därmed tanken att kraven för att nå viss klass för denna indikator successivt skall öka.

Den andra indikatorn, energibehov, utgår från byggnadens beräknade eller mätta utförande i form av byggnadens ”värmeförlusttal” (W/m^2) och ifall komfortkyla finns installerad även byggnadens ”solvärmelasttal” (W/m^2). Värmeförlusttalet är ett mått på byggnadens värmeförluster och solvärmelasttalet ett mått på byggnadens största solvärmelast per fasad.

Någon värdering av olika energislag görs inte för dessa två indikatorer och därmed påverkas inte utfallet för fjärrvärme annorlunda än för andra energislag.

Däremot den tredje indikatorn, energislag, premierar användning av förnybara energikällor och låga utsläpp. Här klassas varje använt energislag i någon av följande miljövalskategorier (där 1 är det bästa alternativet och 4 det sämsta alternativet):

1. Solenergi (från solfångare och solceller) samt vind- och vattenkraft som uppfyller Naturskyddsföreningens krav för ”Bra Miljöval”
2. Biobränsleeldning i värme- och kraftvärmeverk samt i mindre pannor som uppfyller kraven enligt Nordisk Miljömärkning.
samt
Övrig flödande energi, t.ex. vattenkraft som inte klarar kraven för ”Bra Miljöval”

3. Övrig bibränsleeldning

4. Ej förnybar energi

”Värmeenergi” hamnar enligt ovan automatiskt i miljövalskategori 2, men kan komma upp till miljövalskategori 1 t.ex. om spillvärme ingår. För fjärrvärme baserad på avfallsförbränning med 55 procent fossilt ursprung och 45 procent organiskt ursprung hänförs 55 procent av den använda fjärrvärmens till kategori 4 och 45 procent till kategori 2.

Här är viktigt att notera att all energianvändning i byggnaden skall värderas, dvs. även hushålls- och verksamhetsel. I de fall man inte har tillgång till dessa uppgifter får numeriskt givna och förhållandevis höga schablonvärden användas.

Byggnadens totala energianvändning skall därmed analyseras och utgående från informationen nedanstående tabell med andelen av olika energislag inom respektive miljövalskategori:

<i>Klassningskriterier</i>		Miljöklasser			
Miljövalskategori		D	C	B	A
1. Sol, miljömärkt vatten- & vindkraft	mer än			10%	20%
2. Miljögodkänd bibränsleeldning*	eller mer än			50%	50%
3. Övrig bibränsleeldning	mindre än				20 %
4. Ej förnybart	mindre än		50%	25%	20%

* se föregående sida

Observera att för klass A och B är det två villkor som ska uppfyllas samtidigt.

Då fjärrvärme normalt sett består av olika bränslemixer så skall det aktuella fjärrvärmenätet värderas och dess bränslemix procentuellt hänföras till någon eller några av de ovan angivna miljövalskategorierna. Utgående från dessa kriterier och definitioner så kan konstateras att många fjärrvärmenäts bränslemix ger A-klass men att det samtidigt förekommer ett flertal nät som levererar värme som värderas tillhöra miljöklass D. Därmed finns också ett antal nät som värderas vara B- eller C-klass.

6.2 Passivhus och Minienergihus

De nationella definitionerna för Passivhus och Minienergihus är utarbetade av Forum för energieffektiva byggnader (FEBY) med stöd av STEM m.fl. Båda dessa definitioner (Erlandsson m fl 2007, Erlandsson m fl 2008) är under revidering och där ambitionen bland annat är att introducera nya primärenergifaktorer eller motsvarande indikatorer på resurshushållning i kombination med ett energikrav.

Den nationella definitionen av Passivhus innehåller energiprestandakrav på effektbehov motsvarande 10 W/m² vid dimensionerande vinterutetemperatur (för den södra klimatzonen). Den rationella bakgrunden till det normgivande effektkravet på 10 W/m²

är baserat på att värmd tilluft skall räcka som värmekälla vid en luftomsättning på 0,5. För småhus mindre än 200 m² tillåts ytterligare 2 W/m². Detta krav följs upp med ett rekommenderat krav på köpt energi. Jämför man hur Passivhus definieras i exempelvis Tyskland så ställs dessutom ett krav på primärenergi, vilket saknas för närvarande i den svenska definitionen.

Ett sätt att se till att den passiva (spill-)värmens från verksamhetens elanvändning begränsas är att man maximalt får tillgodoräkna byggnaden 4 W/m² av denna vid effektbehovsberäkningen.

Minienergidefinition är formulerad på samma sätt som för Passivhus men med hänsyn till primärenergifaktorer och ett motsvarande effektkrav på 15 W/m² i den södra zonen. Dessa primärenergifaktorer som utgår ifrån köpt energi beräknat enligt BBR gynnar fjärrvärme, närvärme eller en egen biopanna i förhållande till el. Kravet som innehåller primärenergifaktorer skall användas i kombination med effektkravet. Detta innebär att det normalt sett blir effektkravet som blir den dimensionerande faktorn för fjärrvärmda Minienergihus.

Kravet på maximal elanvändning i Minienergistandarden (dvs. 45 kWh/m²) är detsamma som rekommendationen för Passivhus vilket innebär att (Erlandsson et al 2007):

”Ett minienergihus kan vara lika resurseffektivt som ett passivhus. Med resurseffektiv förstås här att hänsyn tagits till kvalitén på de erforderliga energivarorna inklusive omvandlingsförluster, vilket möjliggör att olika uppvärmningssystem och energivaror kan användas för att uppfylla kraven.”

I sammanhanget bör nämnas att det pågår utredningsarbete på att eventuellt introducera det Schweiziska Minergie²⁴ i Sverige (Olsson m fl 2009), vilket då skulle ha krav som ligger på samma ambitionsnivå som Minienergihus. Till skillnad från de nationella lågenergidefinitionerna från FEBY så är Minergie ett certifieringssystem.

6.3 Systemet Hållbara byggnader

Systemet Hållbara Byggnader som helhet finns beskrivet i följande skrifter:

- Lathund till systemet Hållbara Byggnader – funktionskrav och klassificering (Erlandsson m fl 2005)
- Bedömningsgrunder för innemiljön (Carlson m fl 2004)
- Bedömningsgrunder för energianvändning och miljöpåverkan (Erlandsson 2005),

med följande underliggande dokument:

- Product category rules (PCR) for building products on an international market (Erlandsson m fl 2006)
- Specifika regler för bedömning av byggnader i ett livscykelperspektiv (Erlandsson 2003).

²⁴ <http://www.minergie.com>

Utöver inomhusmiljö finns i systemet Hållbara Byggnader krav för att hantera byggnadens miljöpåverkan och energianvändning. Dessa krav används som bedömningsgrunder för att ställa funktionskrav och för att klassificera byggnaden. Ett viktigt syfte med systemet är att precisera krav och därmed underlätta byggherrens roll som kravställare.

Prestandakraven kan ställas som ett *resursbehovs*krav (behov av primär energi), *egenskaps*krav (byggnadens egenskaper, t ex inomhusmiljö och värmebehov) eller *påverkans*krav (miljöpåverkan i form av emissioner eller självskattad ohälsa eller komfort). Påverkanskrav är det sätt som bäst beskriver miljöpåverkans och energianvändningens konsekvenser i ett livscykelperspektiv.

Prestandakrav har tagits fram för tre olika ambitionsnivåer – så kallade miljö- eller energiklasser – vilka ansluter till dialogprojektet Bygga Bo (Miljövårdsberedningen) och byggsektorns miljömålsarbete som samordnas av Byggsektorns Kretsloppsrad (BYKR). Miljöklasserna är indelade i klass A, B och C, där A – *Hållbart* motsvarar mycket bra miljöval, B – *Bra val* och C – *Acceptabelt* enligt dagens praxis, norm- eller lagkrav. Klass D – *Dålig* tillkommer vid utvärdering och klassificering.

Begreppet hållbart används i systemet för att beskriva en situation där de aktuella nationella miljö kvalitetsmålen och sektorns miljömål är uppfyllda med hjälp av socialt och ekonomiskt realiserbara lösningar. Nivån A – hållbart bygger på ett framtidsscenario där LCA-metodik med systemperspektivet bokföringsanalys används, dvs. de totala utsläppen från byggsektorn beräknas och skall motsvara eller understiga de långsiktiga nivåer på hållbarhet som miljömålen beskriver. Den byggnadsprestanda (värmebehov etc.) som byggnaderna har i detta hållbara framtidsscenario har sedan använts för att hitta klassningsgrunder för resursbehov/primärenergi och miljöpåverkan/klimatpåverkan osv. Dessa senare beräkningar bygger på en marginalanalys då syftet är att ligga till grund för ett klassningssystem. I systemet anges hur marginalproduktionen för egen panna, närvärme, fjärrvärme och el skall beräknas, se tabell A.3.

Tabell A.3 Beskrivning av normativt val av marginalteknologin för energimarknader (Erlandsson 2003)

Inflöde till byggnaden	Geografiskt beroende	Beskrivning av marginalteknologin
Värme – alternativ A: ”En leverantör”	lokalt varierande	Antar att inget val kan göras varför fjärrvärme inte antas utgöra en marginalmarknad enligt de krav som anges ovan. I detta fall används således årsbaserade data från aktuell producent.
Värme – alternativ B: ”flera leverantörer fysiskt anslutna”	lokalt varierande	För fastigheter som är anslutna till större sammankopplade system eller med en fysisk kontinuerlig valmöjlighet av mer än en värmeleverantör bedöms en marginalmarknad föreligga. I detta fall antas olja vara det bränsle som återfinns på marginalen, med undantaget om olja inte finns i det specifika systemet, då särskild utredning måste göras. Specifika korrigeringar skall göras så att emissionsdata återspeglar aktuell verkningsgrad, rening mm som återfinns hos den aktuella producenten.
Elektricitet	generellt nordeuropeiskt system	Kolkondens, 40% verkningsgrad.

Som en indikator på resurshushållning används i systemet primärenergi. Primärenergi beräknas i systemet enligt naturvetenskapliga grunder och analytiskt som en del av LCA:n som görs för att klassa byggnaden, se tabell A.4. Det ställs inte bara krav på miljöpåverkan från energianvändningen, utan det finns även kompletterande krav som beskriver miljöpåverkan för att uppföra byggnaden och dess installationer.

Tabell A.4 Generella anvisningar för beräkning av primärenergi utöver för alla bränsle där kalorimetriskt värmevärde används

	Anvisning
Vattenkraft	Levererad energi från vattenkraftverket
Kärnkraft	För kärnkraft används den termiska verkningsgraden för gasturbinens med en generell verkningsgrad på 33% för att beräkna primärenergi, om inte specifika data finns. Denna siffra är vanlig i statistik från exempelvis OECD.
Solenergi	Levererad energi från solcellen eller solpanelen
Vindenergi	Levererad energi från vindkraftverket

6.4 Svanen, miljömärkning av småhus

Svanens miljökriterier för småhus gäller bara nyproduktion. I gällande version ställs endast indirekta energikrav i form av byggnadsprestanda. Krav ställs på byggnadens ytelaterade värmeförlustskoefficient ($W/K/m^2$) baserad på omslutningsyta samt relativ effektförlustfaktor ($W/K/m^2$) baserad på boyta. Aktuella energislag värderas för närvarande inte men man avser att ”undersöka möjligheten att ställa krav på CO₂-neutrala energikällor”.

Om man räknar om kravet på värmeförlustskoefficient till ett energibehov så kan man konstatera att kravnivå är strax under nybyggnadskraven och i paritet med den säkerhetsmarginal på ca 20 kWh/m² som idag tillämpas vid nybyggnad för att inte överstiga kraven enligt BBR.

6.5 Sammanvägd bedömning av de olika klassningssystemen

Ett försök att identifiera för fjärrvärme viktiga aspekter som gör att fjärrvärme faller bättre eller sämre ut än andra alternativ görs nedan. Detta betyder inte att dessa aspekter är mer rätt än några andra utan är valda för att de bedöms starkt påverka utfallet av en miljö- och energirelaterad byggnadsklassning. Sådana betydande aspekter som identifierats som kan påverka utfallet för fjärrvärme kopplat till en klassning är:

1. Marginal eller medel (med koppling till punkt 2, 3 och 4)

Görs en bokföringsanalys, dvs. med data för det totala utsläppet som faktiskt belastar miljön, så har detta en tendens att missgynna fjärrvärme i förhållande till elbaserad marginalproduktion.

2. Resurshushållningsindikator (på något sätt)

En sådan indikator kan vara analytiskt beräknad eller bara satt som en primärenergifaktor. Hur en sådan resurshushållningsindikator påverkar fjärrvärme beror mycket på hur det utformas, men de flesta som bygger på primärenergi gynnar fjärrvärme oavsett systemsyn (se punkt 1 ovan). För fjärrvärme är det särskilt intressant att studera hur avfall respektive spillvärme bedöms.

3. Framtidsscenario

Används ett framtidsscenario så bör detta gynna fjärrvärme i förhållande till el, då det är troligt att fossil energi kommer att fasas ut från fjärrvärmerna, medan fossila energikällor och kärnkraft lär finnas kvar länge i elsystemet.

4. Miljöpåverkan (på något sätt)

Om miljöpåverkan bedöms eller inte är inte den kritiska frågan utan vilket systemperspektiv som har tillämpats för att komma fram till miljöpåverkan. Vidare är det skillnad på systemgränsen mot naturen, där de som följer ISO 13600 normalt gynnar fjärrvärme mer jämfört med ISO 14040, -44.

5. Krav ställs som byggnadsprestanda eller köpt energi

Krav ställda som byggnadsprestanda missgynnar inte fjärrvärme gentemot andra energisystem. Däremot om man ställer hårda krav så resulterar detta i ett minskat värmeunderlag vilket kan missgynna de ekonomiska förutsättningarna för utbyggnad/nyinstallation av fjärrvärme. Används köpt energi som klassningsgrund kan detta gynna fjärrvärme gentemot en egen panna och missgynnas gentemot el beroende på att omvandlingsförlusterna hamnar inom respektive utanför den till fastigheten levererade energin.

6. Produktionsspecifik energi

Val av specifika leverantörer eller rättare sagt produktionsspecifik energi är idag möjligt på elmarknaden, även om ett robust verifieringssystem saknas. Produktionsspecifik el bör gynna stora delar av elproduktionen som sker nationellt, dvs. exempelvis den el som kommer från vattenkraft.

En sammanställning av de olika klassningssystemen och de fyra första aspekterna som starkt påverkar utfallet för fjärrvärme sammanställs i tabell A.5 nedan.

Tabell A.5 Sammanställning av sådana energirelaterade aspekter som bedöms påverka utfallet för fjärrvärme vid en klassning. Ideal-fallet för fjärrvärme indikeras med Pro FV och därpå följer en kort beskrivning av hur dessa aspekter hanteras i de klassningssystem som här analyserats.

	Marginal eller medel	Resurshushållnings-indikator	Framtidsscenario	Miljöpåverkan
Pro FV ⁽¹⁾	Marginal	Ingår	Ingår	Beror på
ByggaBo:s klassningssystem	Medel	Ingår, men gynnar inte avfallsbaserad FV	Saknas	Saknas
Passivhus kravspecifikation	Saknas	Saknas	Saknas	Saknas
Minienergihus kravspecifikation	Marginal	Ingår och gynnar generellt sett FV	Saknas	Saknas
Hållbara Byggnader	Marginal	Ingår, gynnar särskilt FV utan fossila bränslen	Saknas ⁽²⁾	Ingår, gynnar FV
Svanen, miljömärkning av småhus	Saknas	Saknas	Saknas	Saknas

⁽¹⁾ Aspekt med det utfall som bedöms gynna Fjärrvärme (främst i förhållande till elanvändning enligt diskussionen ovan)

⁽²⁾ Framtidsscenario ingår i metoden att definiera ett hållbart energibehov, men inte i själva klassningen

Av bedömningsresultatet ovan kan man konstatera att inget system täcker in alla de aspekter som bedöms gynna fjärrvärme vid en klassning. Systemet Hållbara byggnader har dock flest sådana aspekter (av de som tas upp i tabell A.5). Energislagsindikatorn i ByggaBo:s system är specifik för det enskilda fjärrvärmenätet och de olika näten återfinns i alla klasser från bästa till sämsta, vilket gör att det inte entydigt ger fjärrvärme ett bra utfall. Möjligheten att tillgodoräkna sig köpa produktionsspecifik el i ByggaBo:s klassningssystem gör att el på ett enkelt sätt kan få bättre miljöprestanda än de flesta fjärrvärmeverk. I Minienergihus används en primärenergifaktor för all fjärrvärme vilket då gynnar fjärrvärme i förhållande till el, men där biobränslen i egen panna eller i närvärme får liknande eller något bättre utfall än det generella värdet för fjärrvärme.

Referenser

Carlson P-O, Erlandsson M, Holmgren A, Öberg M (2004): Systemet Hållbara Byggnader: Bedömningsgrunder för innemiljön. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport B1604, November 2004.

Erlandsson M (2003): Miljöanpassade byggnader: Specifika regler för bedömning av byggnader i ett livscykelperspektiv”. IVL Swedish Environmental Research Institute, report No B 1508, Stockholm, April 2003.

Erlandsson M (2005): Systemet Hållbara Byggnader: Bedömningsgrunder för miljöpåverkan och energianvändning, IVL rapport nr B1605, Stockholm, mars 2005.

Erlandsson M, Carlson P-O (2005): Lathund till systemet Hållbara Byggnader – funktionskrav och klassificering. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport nr B1659, December 2005.

Erlandsson M, Lindfors L-G, Ryding S-O (2006): Product-Category Rules (PCR) for preparing an environmental product declarations (EPD) for Building products. PCR No 2006:02 Version 1.0. The Swedish Environmental Management Council 2006-02-22
Also available as: IVL report B 1617.

Erlandsson, M., Sandberg, E., Eek, H., Wall, M., Ruud, S., Wahlström, Å. (2008): Kravspecifikation för passivhus i Sverige -Energieffektiva byggnader. Forum för energieffektiva byggnader. Energimyndigheten och Västra Götalandsregionen.

Erlandsson, M., Sandberg, E., Wall, M., Ruud, S., Wahlström, Å. (2007): Definitioner av energieffektiva bostäder -Minienergihus. Standarddokument, Forum för Energieffektiva byggnader (FEBY), Mars 2007.

Glaumann, M., Malmqvist, T., Svenfelt, Å., Carlson, P.-O., Erlandsson, M., Andersson, J., Wintzell, H., Finnveden, G., Lindholm T., Malmström, T.-G (2008); Bygga-bo-dialogen, Miljöklassning av byggnader. Boverket, ISBN: 978-91-85751-xx-x, 2008.

Odum, E.C. and H.T. Odum. 1980. Energy systems and environmental education. In, T.S. Bakshi and Z. Naveh (eds.) Environmental Education – Principles, Methods and Applications. New York: Plenum Press. 285 pp.

Olsson, D. and Jagemar, L. (2008) Minergie. En förstudie om förutsättningarna att införa Minergie i Sverige. Framtaget på uppdrag av Byggherrarna, CIT Energy Management AB, Göteborg april 2008

Persson A, et. al, 2005. "Allt eller inget – Systemgränser för byggnaders uppvärmning", ÅF-Energi & Miljö AB, 2005.

Persson T (2008): Koldioxidvärdering av energianvändning. Vad kan vi göra för klimatet? Underlagsrapport Statens Energimyndighet 2008.

Sköldbberg & Unger (2008): Effekter av förändrad elanvändning/elproduktion, Modellberäkningar. Elforsk rapport 08:30, 2008

Steen, 1999. "A systematic approach to environmental priority strategies in product development", Göteborg 1999

Goedkoop et. al, 1999. "The Eco-indicator 99, methodology report. A damage oriented LCIA method", 1999

DELRAPPORT B

MILJÖPÅVERKAN FRÅN ENERGIEFFEKTIVA HUS OCH ALTERNATIV VÄRME- ELLER ELANVÄNDNING

MORGAN FRÖLING, KEMISK MILJÖVETENSKAP, CHALMERS
INGRID NYSTRÖM, CIT INDUSTRIELL ENERGIANALYS AB

1. BAKGRUND OCH PROBLEMSTÄLLNING

1.1 El- och värmeanvändning i energieffektiva byggnader

Energianvändningen för uppvärmning av byggnader, varmvattenanvändning och annan värmeanvändning vid relativt låg temperaturnivå svarar för en betydande del av Sveriges totala energianvändning. Det är därför av stor betydelse hur vi kan tillgodose detta värmebehov med minsta möjliga miljöpåverkan, genom att i ökad utsträckning effektivisera användningen och uppvärmningssystemet samt genom att välja uppvärmningsformer med minimala miljöeffekter.

Målsättningen att effektivisera energianvändningen med 20 % till år 2020 har lett till förslag till olika styrmedel för hur man kan uppnå detta [SOU 2008:110]. Parallellt har under senare år fokus på mycket energieffektiva byggnader ökat och det finns ett flertal exempel där små- och flerbostadshus uppförts utifrån olika typer av s k lågenergikoncept. I dessa byggnader är värmen från solinstrålning och vad som avges från människor och installationer i huset tillräckligt för att täcka uppvärmningsbehovet under större delen av året, och uppvärmningssystemen används för en del av dessa hus bara under den allra kallaste tiden. Varmvattenförbrukning kräver fortfarande värme, under en del av året kan detta täckas med solfångare, men det krävs tillskott under vinterhalvåret. Detta kan innebära att värmebehovet tillgodoses med el – direkt och indirekt.

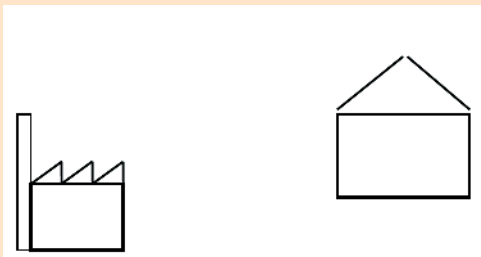
Energieffektivisering kan utan tvekan ses som eftersträfvansvärt i sig – effektivare energianvändning ökar robustheten för energisystemet i stort och förbättrar förutsättningarna för minskad resursanvändning i det långa loppet och utveckling av ett långsiktigt hållbarare energisystem. Principiellt är det dock möjligt att mycket energieffektiva hus leder till större miljöpåverkan än måttligt energieffektiva alternativ, till exempel genom sämre val av energibärare (se exempelruta). Det räcker inte med att systemets delar är bra, delarna måste också sammanfogas på ett bra sätt till ett system. Det är därför viktigt att identifiera sådana systemlösningar som undviker suboptimering och styr mot energieffektiva byggnader och effektiva och miljövänliga energisystem.

Uppvärmning med fjärrvärme har till stor del motiverats av miljöskäl. Med fjärrvärme finns möjligheter att använda bra reningsteknik, tillvarata spillvärme från annan verksamhet och att uppnå synergieffekter genom t ex kraftvärmeproduktion. Fjärrvärmesektorn i Sverige har ett gott miljörykte baserat på faktiska prestanda, genom till exempel undanröjandet av de många lokala utsläppspunkterna i våra städer och senare genom övergång från olja till biobränslen. Det goda miljöryktet är värt att bevara och helst genom fortsatt arbete förbättra.

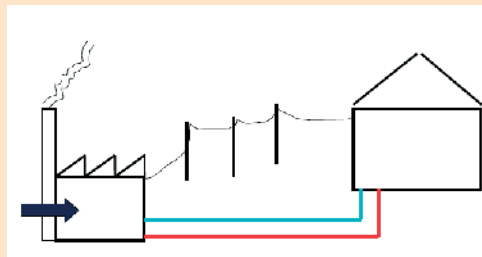
Frågan är nu under vilka förutsättningar fjärrvärmen även fortsättningsvis kan bidra till minskad miljöpåverkan. Detta beror naturligtvis av utvecklingen av fjärrvärmens produktionssystem, men också av tillgängliga alternativ för uppvärmning, elproduktionssystemet samt av utvecklingen av byggnader och värmeefterfrågan. Det är bakgrunden till den här delstudien där konsekvenser av värmeanvändning i stället för elanvändning i hushållsmaskiner studeras, med installationerna i Fjärrvärmehuset i Göteborg som fallstudie.

Energisystem, fjärrvärme och energieffektiva hus - Exempel

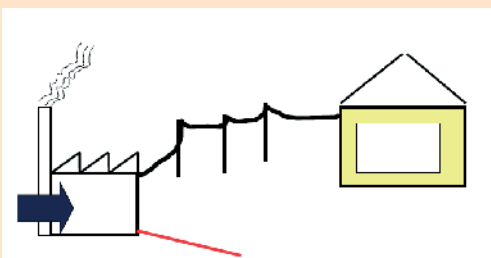
i)



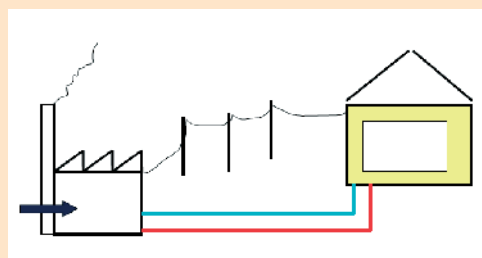
ii)



iii)



iv)



Antag att vi har ett bostadshus (figur i.) som försörjs med el från ett kraftvärmeverk och värmen från verket används för bostadsuppvärmning via fjärrvärme (figur ii.). Om vi i stället har ett motsvarande, men mycket bättre isolerat hus (figur iii), behövs kanske inte bostadsuppvärmning, utan endast värme till varmvatten och spetsvärme de kallaste dagarna. Om denna värmelast täcks via elvärme (varmvattenberedare etc) kommer elförbrukningen bli något högre för detta fall jämfört med det förra fallet (figur ii). Om samtidigt inte värmen från kraftverket kan användas kan vi alltså komma i situationen att både primär bränsleförbrukning och utsläpp blir större än i det tidigare fallet med ett sämre isolerat hus. Bäst blir det i detta exempel om vi kan använda värmen från kraftvärmeverket för varmvatten och spetsvärme, samtidigt som vi har ett välisolerat hus (figur iv). Det här är naturligtvis ett mycket förenklat exempel, i verkligheten är samhällets energisystem betydligt mer komplext. Men exemplet illustrerar behovet av systemperspektiv för både energisystem och miljöpåverkan. För en optimal helhet behöver vi bra delar (tex välisolerade hus) som är sammanfogade i ett optimalt energisystem. Det räcker inte att de enskilda delarna i systemet är bra.

1.2 Fjärrvärmehuset i Göteborg

Det så kallade "Fjärrvärmehuset" i Göteborg är ett demonstrationsprojekt av Göteborg Energi och Svensk fjärrvärme som finns utförligt beskrivet i två rapporter från forskningsprogrammet Värmegles fjärrvärme: Det fjärrvärmeanpassade småhuset, del 1 [Wallentun och Zinko 2004] och del 2 [Zinko 2006]. Huset är en befintlig arkitekttriktad villa i stadsdelen Johanneberg, som sedan den uppfördes har haft elvärme. I projektet ville man visa att det gick att bygga om värmesystemet till ett vattenburet värme-



Figur B.1 Fjärrvärmehuset i Göteborg. Källa: Göteborg Energi.

system, kopplat till fjärrvärmenätet, utan att göra ingrepp som förändrade byggnadens karaktär. Samtidigt med denna konvertering av värmesystemet installerades också flera nya enheter där en del hade som syfte att demonstrera att man kan växla elanvändning till värmeanvändning (diskmaskin, tvättmaskin, torktumlare) medan andra demonstrerar komfortökning som kan vara värmedriven i stället för eldriven (växthus/vinterträdgård, badtunna i trädgården, snösmältning av garageuppfarten).

I detta projekt har vi studerat miljöeffekterna av dessa två, principiellt något olika, fall. Värmeanvändning istället för elanvändning i vanliga hushållsapparater kräver vissa förändringar jämfört med dagens maskiner, under vilka förutsättningar blir värmeanvändning bättre respektive sämre jämfört med mer traditionell eldrift? Därför har vi här tittat närmare på Fjärrvärmehusets diskmaskin, tvättmaskin och torktumlare (avsnitt 3.1). Värmeanvändning för att öka komfortnivån är även de kopplade till intressanta systemeffekter, vilket diskuteras vidare i avsnitt 3.2.

är kanske att potentiell klimatpåverkan av olika gaser (som koldioxid, lustgas, metan osv) räknas om till koldioxidekvivalenter (Global Warming Potential, CO_{2eq}). Utsläpp av försurande ämnen kan räknas om till en motsvarande mängd svaveldioxid eller till vätejoner som ett mått på den totala försurningspåverkan (Acidification Potential, SO_{2eq}).

Svensk fjärrvärme har publicerat flera studier med livscykelperspektiv på distributionssystem för fjärrvärme^{25, 26, 27, 28, 29}. Vill man fördjupa sig i metodiken ytterligare kan dessa studier läsas som fallbeskrivningar. Data för denna studie har till viss del hämtats från dessa studier.

2.1 Beskrivning av inventeringsdata

De tre värmedrivna hushållsmaskiner som studerats närmare i livscykelperspektiv i denna undersökning är diskmaskin, tvättmaskin och torktumlare. Fokus i studien ligger på *skillnader* mellan de traditionellt eldrivna varianterna och de värmedrivna varianterna. Här beskrivs vilka data som använts. Tekniskt beskrivs maskinerna mer i detalj i de av Svensk fjärrvärme publicerade rapporterna om "Fjärrvärmehuset" [Wallentun och Zinko 2004, Zinko 2006]. Användningsscenario och energianvändning för respektive maskin är hämtade från denna studie. De värmedrivna maskinerna fungerar inte helt utan el, men med mindre el jämfört med den eldrivna motsvarigheten. Material för produktion av maskinerna samt energianvändning vid drift är inkluderade i studien, avfallshantering när maskinerna är tagna ur drift antas vara samma för båda maskinerna och därför inte inkluderat (för någon av maskinerna).

Diskmaskin

Diskmaskinen antas i båda fallen ha en livslängd av 10 år och användas 220 gånger per år. Vid fjärrvärmedrift används 89 kWh el och 231 kWh fjärrvärme per år, vid eldrift 300 kWh el [Zinko 2006]. Själva maskinen väger drygt 50 kg (baseras på ett typfall bland produktdata angående diskmaskiner). Maskinens bas beskrivs som 55 kg stål. Den eldrivna maskinen har ytterligare två kg material i el-patron mm, detta består till hälften av koppar och till hälften av stål. Den fjärrvärmedrivna maskinen saknar el-patron, men har i stället värmeväxlare av koppar, magnetventiler för att reglera värmeflödet samt slangar, totalt 4,14 kg tillkommande material.

²⁵ Morgan Fröling och Camilla Holmgren, 2002. Miljöbelastning från produktion av fjärrvärmerör, Svensk Fjärrvärme FOU 2002:82

²⁶ Morgan Fröling och Magdalena Svanström, 2002. Miljöbelastning från läggning av fjärrvärmerör, Svensk Fjärrvärme FOU 2002:60

²⁷ Morgan Fröling, 2004. Hur värmegles kan den värmeglesa fjärrvärmerna vara? Svensk Fjärrvärme Värmegles 2004:9.

²⁸ Kristin Johansson, A Maria Olsson och Morgan Fröling, 2005. Miljöbelastning från EPSPEX-systemet del 1: Livscykelanalys av polystyrenisolerat fjärrvärmesystem med PEX-mediarör, Svensk Fjärrvärme Värmegles 2005:20.

²⁹ Kristin Johansson, A Maria Olsson och Morgan Fröling, 2005. Miljöbelastning från EPSPEX-systemet del 2: Konventionella twinrör eller EPSPEX för fjärrvärmedistribution – vad är bäst ur miljösynpunkt? Svensk Fjärrvärme Värmegles 2005:21.

Tvättmaskin

Tvättmaskinen antas i båda fallen ha en livslängd av 10 år och användas 200 gånger per år. Vid fjärrvärmedrift används 108 kWh el och 162 kWh fjärrvärme per år, vid eldrift 250 kWh el [Zinko 2006]. Själva maskinen väger knappt 80 kg (baseras på ett typfall bland produktdata angående tvättmaskiner). Maskinens bas beskrivs som 75 kg stål. Detta inkluderar den el-patron som finns både i den eldrivna maskinen och i den fjärrvärmedrivna (för att kunna tvätta i de högsta tvättemperaturerna har även den fjärrvärmedrivna maskinen el-patron). För den fjärrvärmedrivna maskinen tillkommer ett paket med kopplingsslangar, magnetventil, värmeväxlare mm om 8.94 kg. De huvudsakliga ingående materialen är stål, koppar, HDPE och gummi.

Torktumlare

Torktummlaren antas i båda fallen ha en livslängd av 10 år och användas 80 gånger per år. Vid fjärrvärmedrift används 122 kWh el och 336 kWh fjärrvärme per år, vid eldrift 438 kWh el [Zinko 2006]. Själva maskinen väger ungefär 40 kg (baseras på ett typfall bland produktdata angående tvättmaskiner). Maskinens bas beskrivs som 40 kg stål. För fjärrvärmedrift tillkommer ett värmeväxlarpaket om fem kg, huvudsakligen stål.

Miljöbelastningsdata för material

Miljöbelastning för framställning av stål bygger på Miljövarudeklaration för stål och data för produktion av rostfritt stål från SSAB. Miljöbelastning för framställning av HDPE är medelvärde för produktion i några europeiska anläggningar tillhandahållna av branschinstitutet Association of Plastic Manufacturers in Europe. Koppar bygger på branschdata från The International Copper Association.

Fjärrvärme och el

Inom livscykelanalys och andra metoder för miljövärdering finns en långvarig och pågående diskussion om hur man ska förhålla sig till hur förändringar i elanvändningen påverkar miljön. Mycket förenklat gäller frågan om minskad/ökad elanvändning ska antas leda till minskat/ökad utnyttjande av den elproduktionsteknik som för närvarande ligger på *marginalen* eller om man ska räkna med minskad/ökad miljöpåverkan relaterat till elproduktionens *genomsnittliga* sammansättning (medel). Samma principiella dilemma gäller för förändringar i fjärrvärmeanvändning, även om miljöpåverkan i detta fall är beroende av lokala förutsättningar och analysen egentligen måste göras för varje enskilt fjärrvärmesystem.

Vilka värden som är mest relevanta att använda för att uppnå en ”korrekt” värdering av miljöeffekterna av en viss förändring beror både på förändringens storlek och på när den sker, eftersom energisystemet kommer att förändras med tiden.³⁰ I den här analysen har vi valt att inte gå djupare in i den diskussionen, utan istället använda olika ytterlighetsfall – såväl för el- som för fjärrvärmesystemet - för att belysa vilka effekter

³⁰ För en djupare genomgång av begreppen och vad de kan innebära i olika perspektiv hänvisas till exempel till: Håkan Sköldberg, Thomas Unger, Mattias Olofsson (2006): Marginal och miljövärdering av el. Elforsk 06:52.

förändringar i fjärrvärmeanvändningen (och följdändringar i elanvändning) leder till under olika förutsättningar.

Två modeller för fjärrvärmeproduktion, svensk medelfjärrvärme samt biobaserad fjärrvärme, och två modeller för elproduktion, svensk medelel och europeisk medelel, har använts i studien. Dessa modeller används inte som exakta verklighetsbeskrivningar utan som exemplifieringar för att diskutera olika möjliga framtida situationer (se nedan samt avsnitt 3).

För elsystemet får data för EUs genomsnittliga elproduktion (Eu EL), vilken är till stor del fossilbaserad, representera ett fall där vi har stor miljöpåverkan från elproduktionssystemet. Ett absolut ytterlighetsfall, som ofta används, är elproduktion från kol-kondens, vilket då motiveras av att detta idag ligger på marginalen under största delen av året i det nordeuropeiska elsystemet. Vi har alltså valt ett något mer ”moderat” högutsläppsfall” för elsystemet. Fallet med låga utsläpp från elproduktion representeras här av data för genomsnittlig elproduktion i Sverige (Sw EL). Svensk medelel beskrivs som 47% vattenkraft, 47% kärnkraft och lite fossil, biobaserad och övrig elproduktion.

På motsvarande sätt använder vi olika fall för fjärrvärmeproduktionen, vilka representerar olika typer av fjärrvärmesystem, med hög eller låg påverkan på miljön. Miljöbelastningen för svensk medelfjärrvärme har beskrivits med bränslemix för år 2000 [Fröling 2004]. Det innebär mycket grovt en tredjedel biobränslen, en tredjedel spillvärmen, en femtedel fossila bränslen och en femtedel värmepumpar och el. Miljöbelastningen för biobaserad fjärrvärme har beskrivs enligt Miljöfaktabok för bränslen, IVL [Uppenberg et al 2001].

3 RESULTAT

Enligt ovan har analysens frågeställningar fokuserats på effekterna av att växla elanvändning mot ökad användning av fjärrvärme, med fjärrvärmehuset som exempel för att göra diskussionen mer konkret.

3.1 Byte av elanvändning mot fjärrvärme i hushållsmaskiner

Genom konvertering av diskmaskin, torktumlare och tvättmaskin från eldrift till fjärrvärmedrift, ökar fjärrvärmeanvändningen i det lokala fjärrvärmesystemet samtidigt som den totala elanvändningen, i det nationella/nordeuropeiska elsystemet minskar.

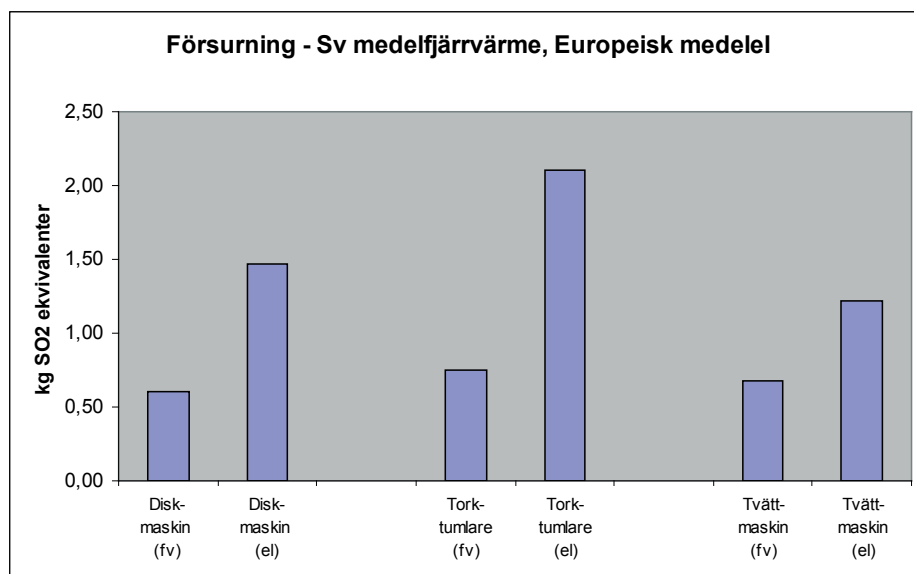
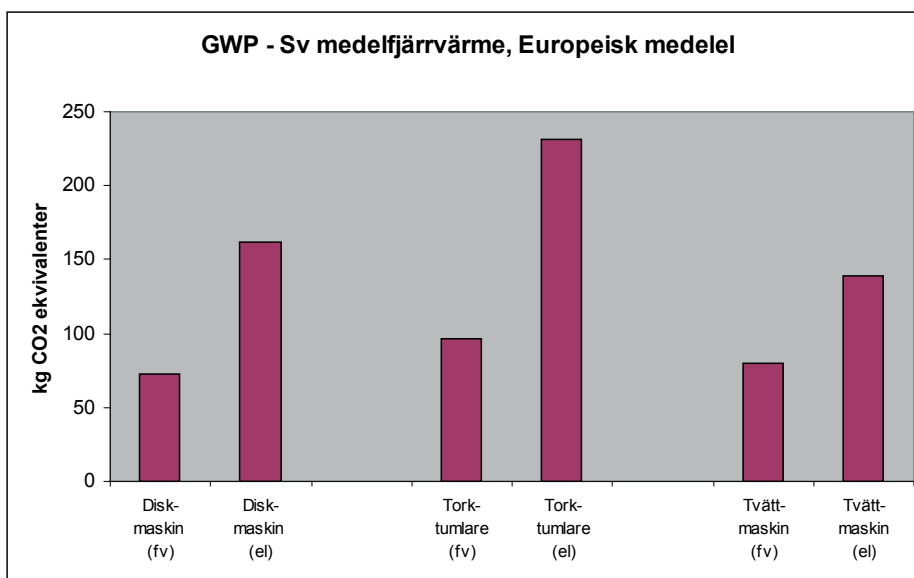
Om vi har ett elproduktionssystem där en minskad elanvändning leder till en betydande minskning av utsläpp från fossilbaserad elproduktion, visar analysen, inte förvånande, att fjärrvärme genomgående är ett bra val (se Figur B.3). Detta gäller alltså även då vi har ett mindre ”miljövänligt” fjärrvärmesystem, som visserligen till stor del baseras på biobaserad fjärrvärme och spillvärme, men som ändå har en betydande andel fossil produktion (Sw DH). För fjärrvärmesystem som kommit längre i sin utveckling mot hållbar värmeproduktion är naturligtvis jämförelsen ännu mer fördelaktig. Bilden är också densamma oavsett vilken av de två miljöeffekterna vi väljer att titta på. Fjärrvärmeanvändning innebär alltså både minskade utsläpp av växthusgaser och försurande utsläpp i båda fallen.

Resultaten i Figur B.3 är specifika för de tre hushållsmaskiner som studerats. I det här fallet är dock inverkan från själva installationerna (skillnader i t ex diskmaskinens utformning) liten, vilket gör att slutsatsen om fjärrvärmens fördelaktighet bör gälla även för andra möjliga fall av byten från el till fjärrvärme, till exempel användning av vattenburna handdukstorkar och golvvärme i badrum

Detta fall kan anses representera förändringar som utgår från dagens system, d v s ur systemsynpunkt mindre förändringar på relativt kort sikt. Vid sådana förändringar kan vi anta att det befintliga elsystemet (liksom fjärrvärmesystemet) är relativt intakt och att minskad elanvändning leder till mindre fossil elproduktion i systemet som helhet. På lite längre sikt kanske elproduktionssystemet går mot något lägre miljöpåverkan och att därmed den miljömässiga fördelen med att konvertera elanvändning till fjärrvärme kan i så fall förväntas minska i någon utsträckning.

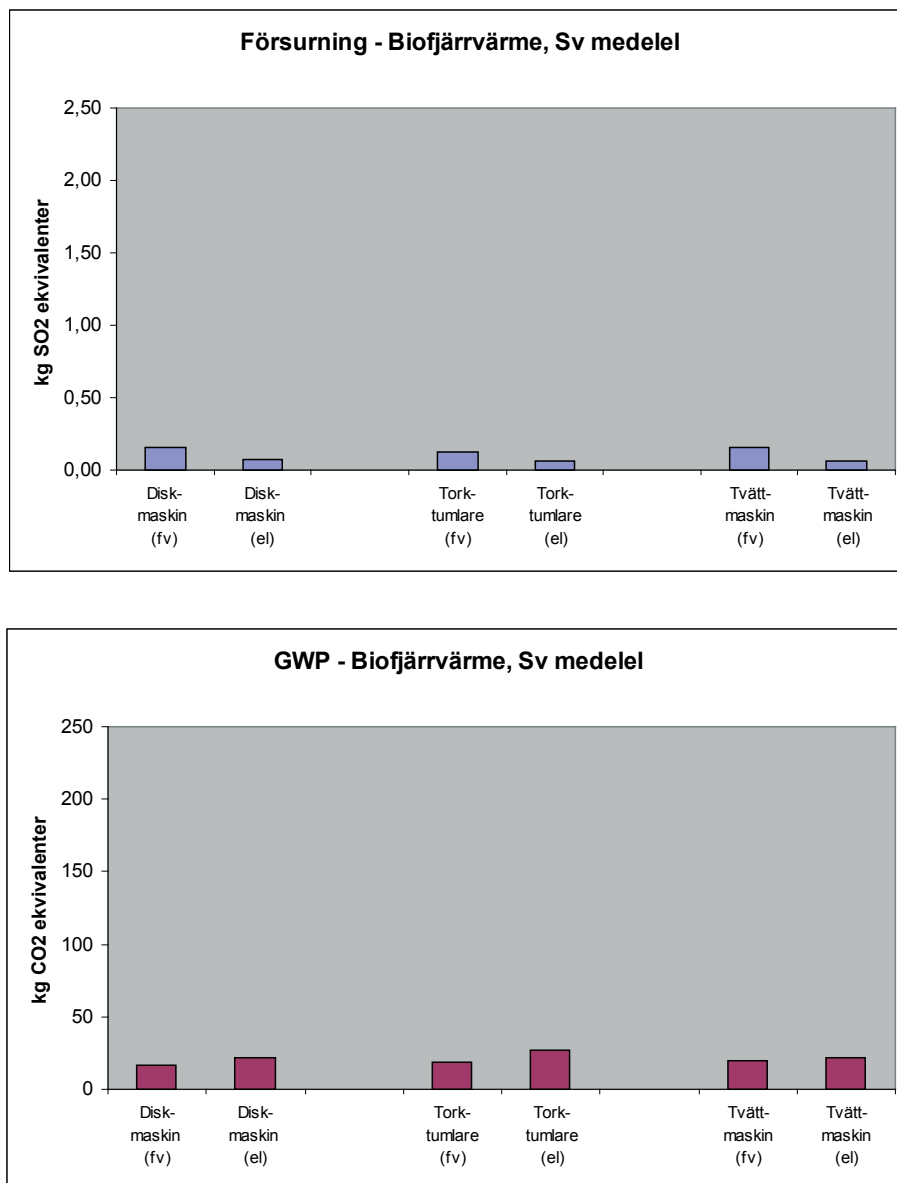
Om vi antar att de styrmedel och målsättningar som finns inom klimat- och miljöområdet kommer att fortsätta att vara aktuella, kan vi räkna med att elproduktionssystemet på **längre sikt** kommer att förändras mot ett system med betydligt lägre miljöpåverkan och utsläpp av t ex koldioxid. Detta kan förväntas ske genom en kombination av minskad elanvändning (bl a genom effektivisering) och utbyggnad av ny teknik i produktionssystemet. På samma sätt bör fjärrvärmesystemen utvecklas mot mer hållbar produktionssammansättning.

Under sådana förutsättningar blir resultaten för konvertering av el till fjärrvärme mer känsliga för vilka antaganden som används för de olika systemen. I Figur B.4 visas resultaten för fallet med ett biobaserat fjärrvärmesystem och ett elproduktionssystem med låga utsläpp. I detta fall är växthuseffekten från fjärrvärme fortfarande mindre än motsvarande för el-användande installationer. Däremot blir försurningspåverkan från fjärrvärmedrivna hushållsmaskiner större än för de eldrivna. Detta beror på framförallt på de NO_x-utsläpp som biobränsleförbränningen leder till. Detta visar på det faktum



Figur B.3 Miljöpåverkan från fjärrvärmeanvändning i diskmaskiner, torktumlare och tvättmaskiner i fjärrvärmehuset för fallet svensk medelfjärrvärme (Sv DH) och europeisk medelel (Eu EL), vilket alltså representerar relativt stor miljöpåverkan från båda systemen.

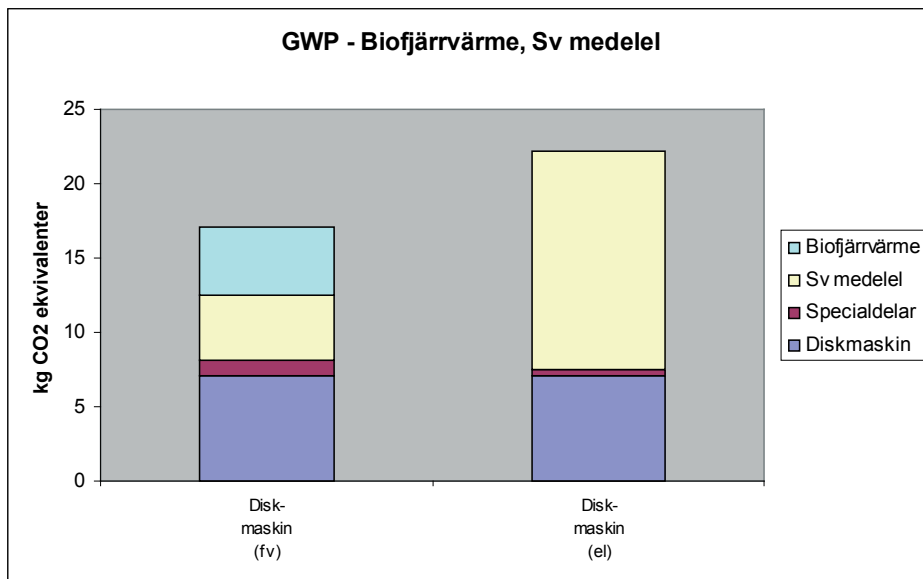
att vi i långsiktig planering inte kan förlita oss på förenklade antaganden, som till exempel att biobränslen under precis alla förutsättningar är det bästa valet. Hade vi som framtida mer miljövänlig fjärrvärmeproduktion istället valt att titta på ett system med hög andel ”äkta” spillvärme hade bilden kunna se annorlunda ut, med tydligt mindre miljöpåverkan från fjärrvärmealternativet. Det kräver dock att det verkligen är sådan spillvärme som verkligen ändå skulle ha genererats och annars helt säkert gått till spillo.



Figur B.4 Miljöpåverkan från fjärrvärmeanvändning i diskmaskiner, torktumlare och tvättmaskiner i fjärrvärmehuset för fallet biobaserad fjärrvärme (Bio DH) och svensk medelel (Sw EL), vilket alltså representerar relativt liten miljöpåverkan från båda systemen.

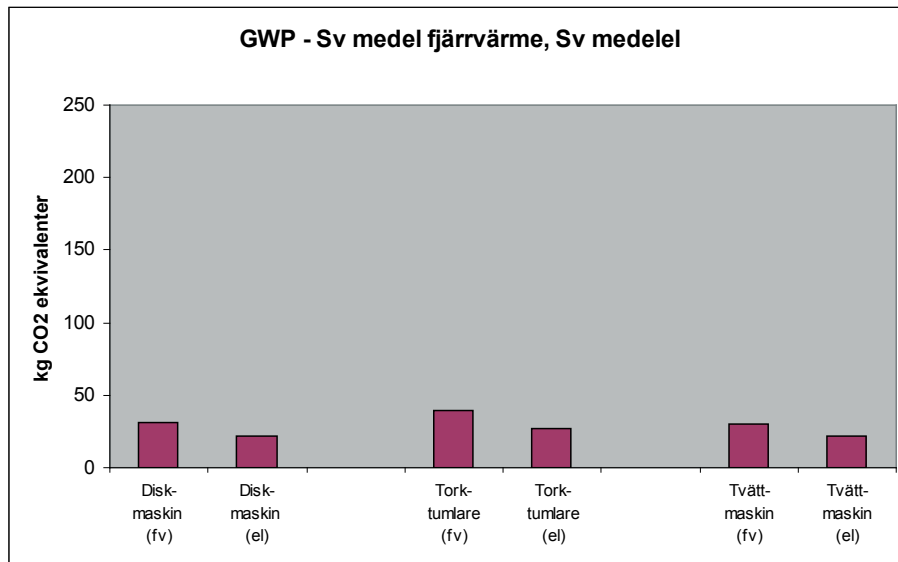
Eftersom de totala utsläppsnivåerna i dessa fall är betydligt lägre, både för el- och fjärrvärmealternativen, blir också resultaten mer känsliga för andra antaganden. Detta gäller till exempel påverkan på miljön från produktionen av hushållsmaskinerna, som ju är densamma oberoende av hur den fjärrvärme respektive el de använder produceras. Som exempel visas utsläpp av växthusgaser för fallet diskmaskin med biobaserad fjärrvärme och svensk medelel i Figur B.5, produktionen av själva maskinen svara i fjärrvärmefallet för bortåt hälften av de totala utsläppen av växthusgaser. Det

blir därmed i hög grad relevant att i ökad utsträckning fokusera på produktutveckling och materialval för att i möjligaste utsträckning minimera även denna påverkan.



Figur B.5 Utsläpp av växthusgaser (CO_{2eq}) uppdelat på produktion respektive användning av diskmaskin för fallet biobaserad fjärrvärme (Bio DH) och svensk medelel (Sw EL), vilket alltså representerar relativt liten miljöpåverkan från energisystemet i båda fallen. Produktion av diskmaskinen utgör en påtaglig del av helheten.

Om vi på längre sikt får en utveckling mot ett mer hållbart elsystem (på samma sätt som ovan), men utvecklingen på fjärrvärmesidan inte fullt ut hänger med i utvecklingen blir det naturligtvis svårare att uppnå miljönytta genom konvertering till fjärrvärme. Detta illustreras i Figur B.6 av fallet med ”höga” fjärrvärmeutsläpp (dagens svenska medelfjärrvärme) och låga utsläpp från elsystemet (svensk medelel), när eldrift får ett bättre utfall. För att upprätthålla fjärrvärmens positiva miljöeffekter kommer det alltså att krävas ett fortsatt arbete med att kontinuerligt förbättra och utveckla fjärrvärmens produktionssystem och systemeffektivitet.



Figur B.6 Påverkan på utsläpp av växthusgaser ($\text{CO}_{2\text{eq}}$) från fjärrvärmeanvändning i diskmaskiner, torktumlare och tvättmaskiner i fjärrvärmehuset för fallet svensk medelfjärrvärme (Sw DH) och svensk medelel (Sw EL), vilket alltså representerar relativt liten miljöpåverkan från elsystemet, men relativt stor från fjärrvärme.

3.1.1 Värmedriven komfortökning

Som beskrivits ovan, ingår i Fjärrvärmehuset också installationer som framförallt har som syfte att demonstrera att komfortökning i byggnaden kan vara värmedriven. Dessa har inte undersökts i detalj i denna studie. Livscykelanalys baseras generellt på att två olika, väl definierade, alternativ för att uppnå samma nytta jämförs mot varandra och i dessa fall blir det inte lika lätt att definiera alternativen. För exemplet med snösmältning på garageuppfarten skulle man kunna tänka sig till exempel följande tre angreppssätt:

- Att användningen av värme på garageuppfarten ses som en ren ökning av fjärrvärmelasten. Även detta ger intressanta systemeffekter, men lämpar sig bättre för annan analysmetodik.
- Att värmeanvändningen ersätter mekanisk snöröjning med till exempel en liten traktor, vilket även det leder till miljöeffekter, eller för hand. I det senare fallet fås andra typer av systemeffekter, som till exempel positiva/negativa hälsoeffekter, vilka inte är jämförbara med livscykelanalys, som fokuserar på yttre miljöpåverkan.
- Att snösmältningen annars skulle ske med annat energitillskott, till exempel elvärme.

Det tredje alternativet är tämligen rättframt att studera med livscykelanalys och ger principiellt motsvarande resultat som för bytet mellan el och värme för de hushållsmaskiner som beskrivits i avsnitt 3.1.

4. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Resonemangen kring "Fjärrvärmehuset" och diskussionen av nya användningsområden för värme visar att det finns en potential att sälja värme till hushåll även för andra ändamål än ren bostadsuppvärmning. För diskmaskins, tvättmaskin och torktumlare uppskattas en total potentiell värmeanvändning runt 0,5 TWh per år [Zinko 2006]. Denna potential finns naturligtvis även om vi skulle ha mer välisolerade byggnader än dagens. För att realisera denna potential krävs utveckling och tillgängliggörande av teknik och produkter för kunder. Om produkter inte blir enkelt tillgängliga för kunder kommer dessa områden fortsätta vara eller, för nya applikationer, bli eldrivna – på grund av enkelhet och tillgänglighet.

Det kan ifrågasättas om till exempel snösmältning skulle vara bra för fjärrvärmebranschens miljörykte – är det inte en onödig lyx som ger onödig miljöpåverkan? Samtidigt har det börjat dyka upp annonser för elvärmda mattor som man kan rulla ut på sin trädgårdsgång så man slipper skotta snö. Att erbjuda kunder snösmältning kopplad på returflöden lär i sådana lägen vara att föredra ur resurs- och miljöpåverkanssynpunkt.

Ur systemperspektiv finns det likheter mellan ökad värmeanvändning för komfortökning och minskning av värmeanvändningen genom energieffektivisering. Även i det senare fallet handlar det om en förändring av värmeanvändningen, utan att den nödvändigtvis är kopplad till ett direkt byte mot annan energianvändning. I detta fall är frågan snarare hur mycket vi minskar miljöpåverkan vid effektivisering av värmeanvändningen i fjärrvärmeanslutna byggnader. Vid effektivisering motsvaras den minskade fjärrvärmeanvändningen av ökad produktion och användning av isoleringsmaterial, transporter av detta, byggnadsarbete etc, vilka i princip kan vägas mot den ökade värmeanvändningen.

Några resultat presenterade i en doktorsavhandling av Anna Joelsson 2008 [Gustavsson och Joelsson 2008]³¹, indikerar också detta. Om den energibärare som tillförs huset är tillräckligt bra, är det inte i alla fall säkert man under byggandes livstid "tjänar igen" vad man satsar för att få byggnaden mer energieffektiv genom mindre "kostnad" för energibäraren (ett exempel i referensen faller ut så).

Detta förhållande illustreras på ett annat sätt och med mer detaljerade räkneexempel i ett examensarbete av Martin Johansson och Konstantin Kanellos 2007 [Johansson och Kanellos 2007]. De har gjort teoretiska räkneexempel där de väger ökad påverkan från mer isolering mot minskad påverkan från uppvärmningssystemet, och beräknar optimumkurvor vad gäller utsläpp av fossil koldioxid, total energiåtgång samt ekonomi. Författarna varnar för att ta deras exakta sifferresultat alltför bokstavligt, men de demonstrerar ändå tydligt det faktum att denna typ av avvägning finns.

En viktig övergripande slutsats är att från miljösynpunkt står inte *fjärrvärme* och *energieffektiv bebyggelse* ("passivhus") i något motsatsförhållande. Energieffektiva delar som kopplas samman med ett effektivt energisystem ger optimalt utfall. För att fjärrvärme i framtiden ska kunna vara ett miljömässigt bra alternativ måste fjärrvärmebranschen utvecklas tillsammans med resten av samhället i riktning mot mer hållbara energisystem, det gäller både med och utan mer energieffektiv bebyggelse.

³¹ Se figur 4 i denna referens.

Referenser

- Morgan Fröling och Camilla Holmgren (2002). *Miljöbelastning från produktion av fjärrvärmerör*, Svensk Fjärrvärme FOU 2002:82
- Morgan Fröling och Magdalena Svanström (2002). *Miljöbelastning frånläggning av fjärrvärmerör*, Svensk Fjärrvärme FOU 2002:60
- Morgan Fröling (2004). Hur värmegles kan den värmeglesa fjärrvärmerna vara? Svensk Fjärrvärme Värmegles 2004:9.
- Morgan Fröling (2004). *Environmental limitations for the use of district heating when expanding distribution into areas with low heat density*. 9th International Symposium on District Heating and Cooling. August 30-31, 2004, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland
- Kristin Johansson, A Maria Olsson och Morgan Fröling (2005). *Miljöbelastning från EPSPEX-systemet del 1: Livscykelanalys av polystyrenisolerat fjärrvärmesystem med PEX-mediarör*, Svensk Fjärrvärme Värmegles 2005:20.
- Kristin Johansson, A Maria Olsson och Morgan Fröling (2005). *Miljöbelastning från EPSPEX-systemet del 2: Konventionella twinrör eller EPSPEX för fjärrvärmedistribution – vad är bäst ur miljösynpunkt?* Svensk Fjärrvärme Värmegles 2005:21.
- Leif Gustavsson och Anna Joelsson (2008). *Life cycle primary energy analysis of residential buildings*. Publicerad som bilagt papper nummer 5 i:
Anna Joelsson (2008). *Primary energy efficiency and CO₂ mitigation in residential buildings*. Doktorsavhandling, Mittuniversitetet, Östersund, Sverige.
- Martin Johansson och Konstantin Kanellos (2007): *Livscykelanalys och optimering av isoleringstjocklek för moderna byggnader - med fokus på kv Limnologen i Växjö*. Examensarbete nr: TD 058/2007, Avdelningen för Byggteknik, Institutionen för teknik och design, Växjö Universitet, Sverige.
- Håkan Sköldberg, Thomas Unger, Mattias Olofsson (2006). *Marginaler och miljövärdering av el*. Elforsk 06:52.
- SOU 2008:110. *Vägen till ett energieffektivare Sverige*. Statens offentliga utredningar, Sverige.
- Stefan Uppenberg et al (2001). *Miljöfaktabok för bränslen*. Rapport B1334A-2, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Stockholm, Sverige.
- Håkan Walletun och Heimo Zinko (2004). *Det fjärrvärmeanpassade småhuset, del 1*. Värmeglesrapport 2004:8, Svensk Fjärrvärme, Stockholm, Sverige.
- WCED (1987). *Our Common Future*: Report of the World Commission on Environment & Development (1987), Oxford: Oxford University Press. ISBN 0-19-282080-X
- Heimo Zinko, red (2006). *Det fjärrvärmeanpassade småhuset, del 2*. Värmeglesrapport 2006:29, Svensk Fjärrvärme, Stockholm, Sverige.

DELRAPPORT C

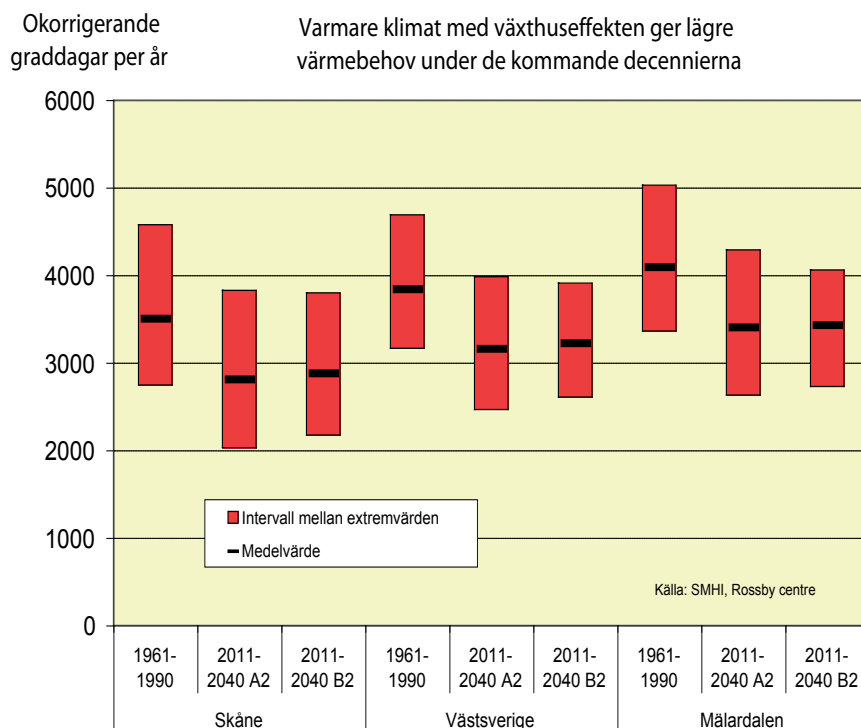
ANALYS AV ENERGIANVÄNDNING I MILJONPROGRAMSOMRÅDEN

JAN-OLOF DALENBÄCK, INSTALLATIONSTEKNIK, CHALMERS

1. BAKGRUND

Det sker hela tiden en minskning av de areaspecifika värmebehoven (kWh/år.m²). Nya byggnader har lägre areaspecifikt värmebehov än äldre byggnader och äldre byggnader renoveras, ofta med lägre areaspecifikt värmebehov som resultat. Då den totala byggnadsarean ökat har det medfört att de totala värmebehoven (TWh/år) varit ungefär desamma under de senaste två till tre decennierna.

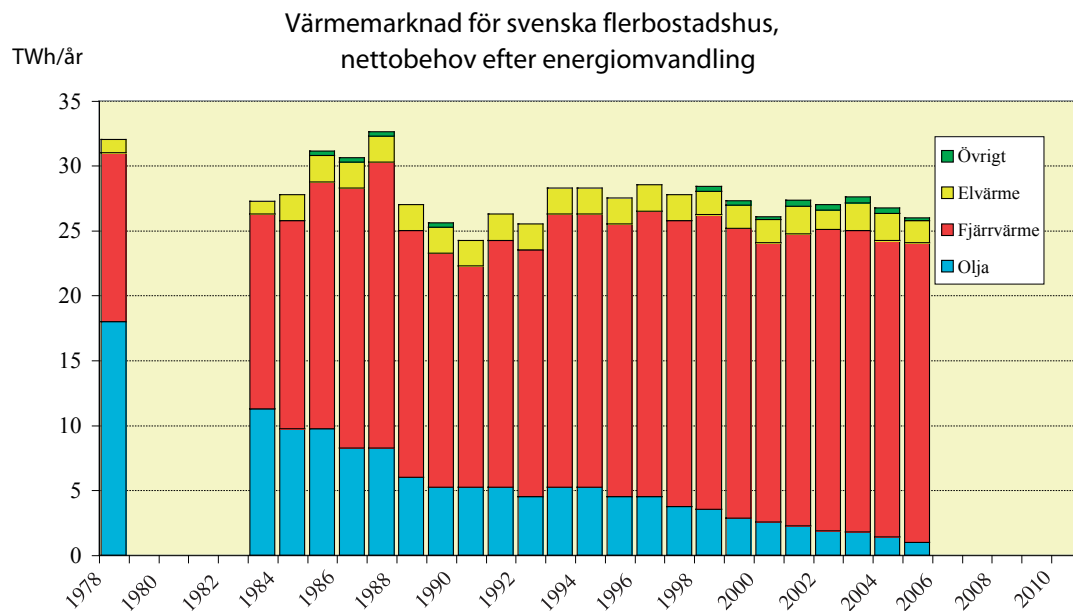
De senaste åren har inte den totala byggnadsarean ökat på samma sätt som tidigare samtidigt som det nu ställs krav på areaspecifikt energibehov för nya byggnader i BBR och en stor del av den befintliga bebyggelsen (miljonprogrammet) står inför en genomgripande renovering som sannolikt leder till minskade areaspecifika värmebehov. Den verkliga energieffektiviseringen beror då på hur bostadsbolagen anpassar sig till energideklarationer och uttalade politiska ambitioner att minska energianvändningen med 20% till 2020 och 50% till 2050. Detta sammantaget leder sannolikt till totalt sett minskade värmebehov.



Figur C.1 Förväntade förändring av graddagar på grund av varmare klimat. Källa: SMHI.

Utöver den förväntade energieffektiviseringen tillkommer en sannolik ökning av utetemperaturen och därmed ytterligare minskade värmebehov tack vare färre graddagar. Figur C.1 visar hur antalet graddagar förväntas minska under kommande decennier.

Fjärrvärmen har byggts ut kraftigt under de senaste två till tre decennierna och svarar nu för en dominerande del av värmeförsörjningen i flerbostadshus och lokalbyggnader. Figur C.2 visar hur fjärrvärme svarat för ökande andel av det totala värmebehovet i svenska flerbostadshus.



Figur C.2 Utvecklingen av fjärrvärme i svenska flerbostadshus. Källa Sven Werner.

Sammantaget kommer detta att innebära att flera fjärrvärmeleverantörer förr eller senare behöver planera för ett minskande värmeunderlag när anslutning av nya värmeunderlag inte kompenserar för minskade värmebehov i befintliga redan anslutna byggnader.

Delprojektet har som syfte att belysa två frågeställningar:

- Hur förändras värmebehovet med olika energieffektiviseringsåtgärder vid renovering?
- Hur planerar fjärrvärmeleverantörer för framtida fjärrvärmebehov?

Den första frågan behandlas med en allmän diskussion och exemplifieras bland annat med hjälp av en ombyggnad i Gårdsten, Göteborg. Den andra frågan utreds genom en allmän diskussion och intervjuer med ett par fjärrvärmeleverantörer.

2. VÄRMEBEHOV I MILJON-PROGRAMSOMRÅDEN

2.1 Energieffektivisering i anslutning till renovering

Energibehovet i en byggnad beror på byggnadens konstruktion, byggnadens installationer och dess verksamhet. En aktiv fastighetsförvaltning kan på relativt kort sikt åstadkomma en väsentligt minskad energianvändning genom att utbilda personal, injustera byggnadens olika system och engagera hyresgästerna på olika sätt.

Större energieffektiviseringsåtgärder som omfattar byggnadsskal och ventilation sker dock normalt i anslutning till behov av renovering och byte av utrustning eller införande av myndighetskrav. Tabell C.1 visar en sammanställning av orsak eller upphov till energibehov i byggnader och när dessa åtgärdas i normalfallet.

Tabell C.1 Orsak eller upphov till energibehov och åtgärder för att minska energibehov i ett flerbostadshus.

ORSAK	ÅTGÄRD
Beteende (Hyresg. m.fl.)	Information, Kontinuerligt
Utrustning (Energier)	Byte, 10-15 år
Felaktig användning	Utbildning, injustering, 1-3 år
Byggnadskonstruktion och system (Inneklimat)	Byte systemkomponenter 15-20 år Uppdatering byggnadsskal 30-50 år

I normalfallet sker det en kontinuerlig uppdatering av byggnaderna och därmed en kontinuerlig minskning av energianvändningen över tiden. I sådana fall där det finns flera byggnader av samma typ och ålder inom ett och samma fjärrvärmeområde kan en omfattande renovering leda till väsentligt minskade värmebehov under en relativt kort period.

2.2 Inverkan av olika åtgärder

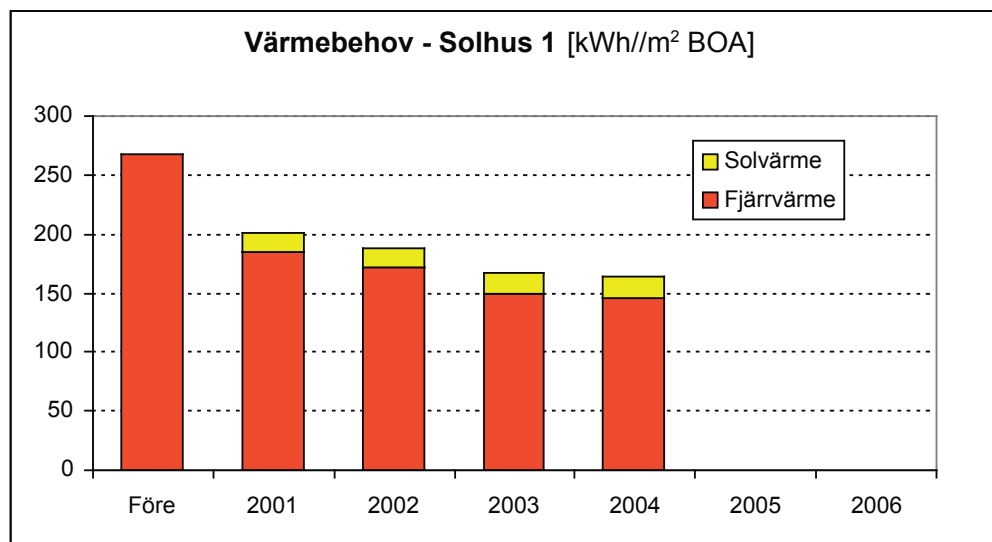
Det är förhållandevis väl känt vad olika åtgärder ger i form av minskad energianvändning i en specifik byggnad Warfvinge [2008]. I ett specifikt område kan värmebehoven reduceras från minst 10 % upp till 70 % beroende på områdets status och åtgärds-paket. Däremot är det svårare att uppskatta hur mycket man kan minska energianvändningen om man applicerar en specifik åtgärd i en stor del av byggnadsbeståndet. Dels är det förhållandevis dåligt känt vilka åtgärder som redan genomförts, dels ger en specifik åtgärd inte samma minskning i alla byggnader [Dalenbäck et al, 2005; Andreasson et al, 2008].

Vanliga åtgärder för att minska värmeförlusterna via byggnadsskalet (och därmed värmebehovet) är tilläggsisolering av vindar och fönsterbyte. För att åstadkomma en väsentlig minskning av värmeförlusterna via byggnadsskalet måste normalt fasaderna tilläggsisoleras. En stor del av miljonprogramsbyggnaderna har frånluftsventilation med förhållandevis stora värmeförluster. Då är införandet av värmeåtervinning på ventilation en logisk energieffektiviseringsåtgärd. Installation av individuell mätning av varmvatten och solvärmte varmvatten leder också till minskade värmebehov. Efter genomförda åtgärder måste byggnadens värmesystem injusteras utgående från de nya

förutsättningarna för att energieffektiviseringen ska få full effekt. Beroende på utgångsläget kan det vara möjligt att halvera värmebehovet i befintliga byggnader genom ovanstående åtgärder.

I det följande beskrivs ett projekt där man genomfört förhållandevis omfattande energieffektiviseringsåtgärder i samband med renovering av ett miljonprogramsområde på Gårdstensberget i Göteborg. Projektet initierades i samband med att Gårdstensbostäder bildades 1997 för att utveckla bostadsområdet som helhet, såväl tekniskt (renovera byggnaderna) som socialt. Renoveringen inleddes med ett kvarter, Solhus 1 (10 hus, 255 lägenheter), med låg beläggning så man kunde flytta ut hyresgäster under renoveringen. Renoveringen fortsatte sedan med ytterligare ett kvarter, Solhus 2 (11 hus, 243 lägenheter), där hyresgästerna bodde kvar under renoveringen. Båda projekten genomfördes inom ramen för EU-projekt med fokus på energieffektivisering.

Före ombyggnad var det areaspécifika värmebehovet i Solhus 1 förhållandevis högt, 270 kWh/år.m², dels beroende på eftersatt underhåll dels beroende på det utsatta läget på Gårdstensberget. Den övergripande målsättningen var att med acceptabel ekonomi minska värmebehov med drygt 30% till det dåvarande genomsnittet för svenska flerbostadshus, cirka 170 kWh/år.m². Resultat blev en minskning av det areaspécifika värmebehovet i Solhus 1 till knappt 150 kWh/år.m². Figur C.3 visar huvudresultat med avseende på värmeförsörjningen i Solhus 1. De olika åtgärderna och det ekonomiska utfallet har sammanfattats av Dalenbäck [2005].

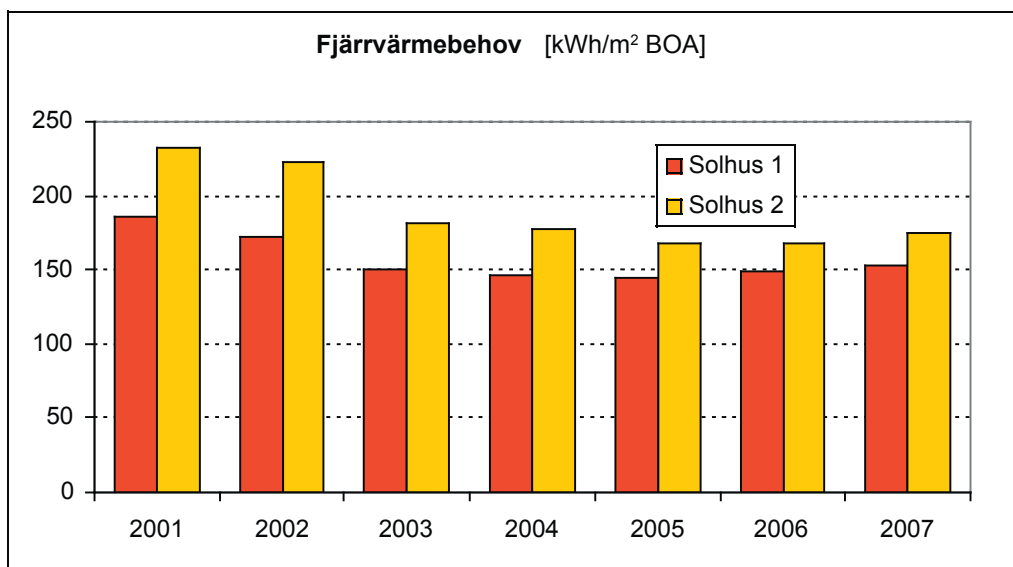


Figur C.3 Värmebehov i Solhus 1 i Gårdsten före och efter ombyggnad.

Den ur energieffektiviseringssynvinkel viktigaste åtgärden var införandet av värmeåtervinning på ventilation i 7 av de 10 husen (3 hus med F-ventilation) vilket sänkte värmebehovet med cirka 40 kWh/år.m². Vidare installerades takintegrerade solfångare som förvärmer varmvatten med drygt 15 kWh/år.m². Resterande cirka 65 kWh/år.m² åstadkoms med hjälp av flera åtgärder som inglasning av balkonger, tilläggsisolering

av vindar och gavlar på 3 av 10 hus, byte av innerruta i kopplade 2-glas-fönster till lågemissionsruta, injustering av värme- och ventilationssystem som sammantaget möjliggjort en sänkning av rumstemperaturen med bibehållen termisk komfort. Installation av system för central driftövervakning och individuell värme- och kall- och varmvattenmätning i kombination med snålspolande vattenarmaturer har också bidragit till den minskade värmeanvändningen.

Den individuella mätningen ger en väsentligt ökad information till såväl hyresgäster som förvaltare och har utvärderats i detalj under en period av 4 år (2001-2005) av Pavlovas [2006]. När det gäller temperaturen i lägenheterna har den i princip legat på samma nivå under utvärderingsperioden, däremot har man sänkt temperaturen i andra uppvärmda utrymmen. När det gäller kallvatten uppgick medelanvändningen till i storleksordningen $2,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ före och $1,6 \text{ m}^3/\text{m}^2$ efter renovering. Efter renovering uppgick medelanvändningen i höghusen (mindre lägenheter) till $56 \text{ m}^3/\text{år}$ och lägenhet (129 liter/person och dag) varav varmvatten uppgick till 42%. Medelanvändningen i låghusen (större lägenheter) uppgick under motsvarande period till $133 \text{ m}^3/\text{år}$ och lägenhet (150 liter/person och dag) varav varmvatten uppgick till 52%.

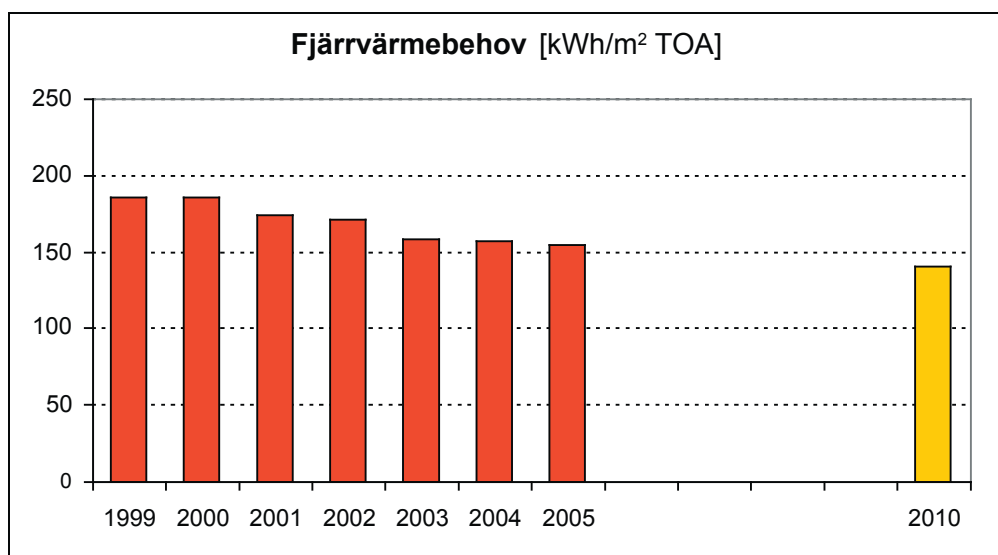


Figur C.4 Fjärrvärmebehov i Solhus 1 och Solhus 2 i Gårdsten.

Figur C.4 visar en jämförelse med avseende på fjärrvärmebehov mellan Solhus 1 som renoverades 1999-2000 och Solhus 2 som renoverades på motsvarande sätt under 2002-2003. I Solhus 2 har värmeåtervinning dock endast installerats i 4 av 11 hus. Det pågick en förhållandevis systematisk uppföljning och utvärdering fram till 2005 varefter man övergick till en mer normal förvaltningsfas med en svagt ökande värmeanvändning. Resultaten i Gårdsten visar att det tar några år innan genomförda energieffektiviseringsåtgärder slår igenom fullt ut, men om man betraktar en större typisk fjärrvärmelast så sker det hela tiden en energieffektivisering och nyanslutning i olika

delar i fjärrvärmesystemet och det är de sammanlagrade effekterna som märks hos fjärrvärmeleverantören. Samma sak gäller om man tappar fokus på ett ställe kanske man initierar åtgärder på ett annat ställe.

Gårdstensprojekten är till omfattningen ganska begränsade. I sammanhanget är det mer intressant att studera den långsiktiga trenden i ett större bostadsbestånd. Figur C.5 visar fjärrvärmeanvändningen för i storleksordningen 25 000 lägenheter som förvaltas av Bostad AB Poseidon. Där har man minskat fjärrvärmeanvändningen med drygt 15% under en 5-årsperiod med hjälp av en systematisk genomgång av fastigheterna med så kallade "energijägare" och förväntas kunna minska den ytterligare [Leander, 2008].



Figur C.5 Fjärrvärmebehov Bostads AB Poseidon [Leander, 2008].

Halmstad Fastighets AB (HFAB) har visat en motsvarande utveckling för sina knappt 10 000 lägenheter i byggnader. Enligt Johansson [2008] har HFAB som mål att minska energianvändningen i de egna fastigheterna med 20% från 180 kWh/år.m² TOA (2001) till 140 kWh/år.m² TOA (2010). Fram till 2007 hade man nått 156 kWh/år.m² TOA på samma gång som man minskat vattenanvändningen från 1,63 m³/m² till 1,42 m³/m² TOA [Johansson, 2008].

Syftet är här att visa på en sjunkande trend redan utan omfattande energieffektiviseringsåtgärder. Resultaten från Gårdsten avser 500 lägenheter i ett miljonprogramsområde, medan resultaten från Bostads AB Poseidon och HFAB omfattar cirka 25 000 respektive knappt 10 000 lägenheter i byggnader med olika byggår. I princip är det inte så stor skillnad mellan den areaspecifika energianvändningen i miljonprogramsområden och andra äldre områden. Det som är speciellt med miljonprogrammet är att det byggdes så många lägenheter under en förhållandevis kort period vilket borde leda till att det uppträder ett större renoveringsbehov under en förhållandevis kort period. Denna period infaller just nu, men om det inte finns incitament att

genomföra större energieffektiviseringsåtgärder just nu kommer renovering och energieffektivisering istället att ske i mindre omfattning beroende på områdets status och underhållsbehov.

Den energieffektivisering som skett under senare år är främst relaterad till byggnader som har relativt höga värmebehov ($>200 \text{ kWh/m}^2$) och som efter åtgärder får värmebehov som motsvarar genomsnittet för flerbostadshus. Då dessa byggnader utgör en mindre del av det totala byggnadsbeståndet leder en sådan energieffektivisering totalt sett till en begränsad minskning av byggnadernas värmebehov. En genomsnittlig energieffektivisering med i storleksordningen 25% i alla flerbostadshus byggda under 60- och 70-talen (främst miljonprogramsområden) skulle resultera i cirka 2,5 TWh lägre värmebehov, vilket motsvarar cirka 10 % av fjärrvärmeanvändningen i flerbostadshus och cirka 6% av den totala fjärrvärmeanvändningen.

I sammanhanget bör det observeras att det förekommer olika areadefinitioner som försvårar jämförelser. Det normala i bostadssammanhang är att ange Bostadsarea (BOA) som är den uthyrningsbara arean. Motsvarande area i lokaler benämns Lokalarea (LOA). Summan av BOA och LOA, som till exempel används i Figur C.5, benämns Totalarea (TOA). I samband med nya BBR och Energideklarationer har man sedan infört en uppvärmd area, A_{temp} , som är större än de tidigare nämnda.

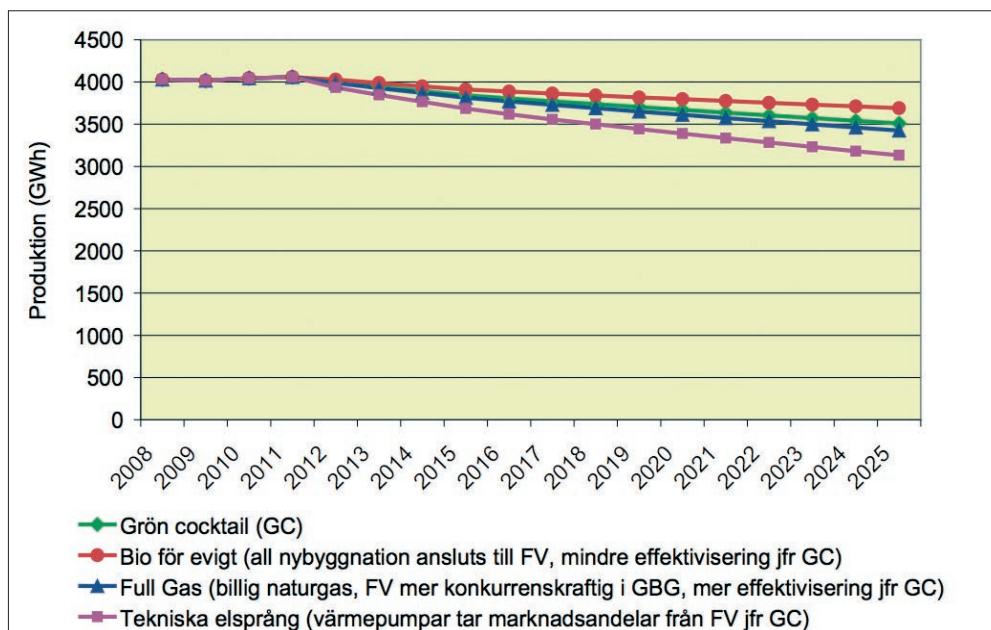
3. FRAMTIDA FJÄRRVÄRMEBEHOV

Fjärrvärmebolagens strategiska planering för att bibehålla sin konkurrenskraft på värmemarknaden är i hög grad beroende av den långsiktiga utvecklingen av värmebehoven i flerbostadshus. Utifrån detta perspektiv är det intressant att studera hur tidigare beskrivning av verklig och trolig utveckling av värmebehoven ur ett byggnadsperspektiv kan knytas till fjärrvärmebolagens förväntningar på värmebehovens utveckling.

Det följande sammanfattar intervjuer med Göteborg Energi (GE) och Borås Energi och Miljö (BEM) med avseende på hur de planerar för framtida fjärrvärmeunderlag. Dessa bolag skiljer sig i flera avseenden. GE säljer i storleksordningen 4 000 GWh värme per år medan BEM säljer i storleksordningen 600 GWh/år. Göteborg förväntas expandera ganska kraftigt de närmaste 10 till 20 åren medan nybyggnationen inte förväntas vara lika stor i Borås. GE har ett stort antal stora och små fjärrvärmekunder medan BEM i princip har två stora och ett mindre antal små fjärrvärmekunder.

3.1 Göteborg Energi

GE ser ingen minskning av fjärrvärmeunderlaget på kort sikt (<5 år), däremot planerar man trots en planerad nybyggnation för ett minskat värmeunderlag på längre sikt (10-20 år).



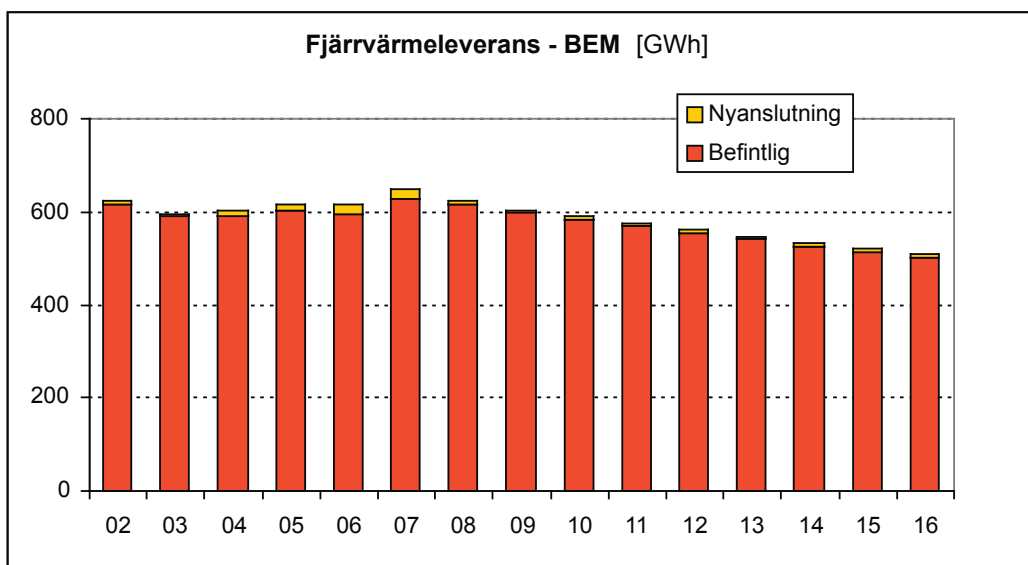
Figur C.6 Framtida fjärrvärmeunderlag i Göteborg utgående från fyra olika scenarier.

Figur C.6 visar att GE planerar för en total minskning av fjärrvärme med i storleksordningen 5% fram till 2015 och i storleksordningen 15% fram till 2025. GE menar sedan att det framtida fjärrvärmeunderlaget inte bara påverkas av förhållandet mellan planerad nyanslutning och förväntad energieffektivisering i redan anslutna byggnader. GE's scenarier innehåller dessutom en förväntad inverkan av tillgång och pris på biobränsle och naturgas. Vidare anser man att utvecklingen för elpriset har en inverkan på fjärrvärmens möjligheter att behålla sitt värmeunderlag, till exempel om man skulle bygga ut kärnkraften i Sverige.

GE, som är ett av de större fjärrvärmebolagen med många värmekunder, ser alltså i sin planering inte bara till hur omvärlden påverkar graden av energieffektivisering utan också till omvärldsförändringar som påverkar tekniska alternativ för värmeförsörjning och dess inverkan på marknadsförutsättningarna för fjärrvärme.

3.2 Borås Energi och Miljö

BEM har ett förhållandevis nära samarbete med de största fjärrvärmekunderna, speciellt Borås Bostad AB, som kommit långt med energideklarationer och planerar att genomföra olika energieffektiviseringsåtgärder.



Figur C.7 Fjärrvärmebehov i Borås, verkligt 2002-2007 och planerat 2008-2016.

BEM planerar för en ganska begränsad nyanslutning, <1%/år, och ett minskat fjärrvärmeunderlag om ett par procent per år under de närmaste 5-10 åren. Energieffektiviseringar i befintligt bestånd förväntas här leda till att värmebehovet minskar med cirka 15 % fram till 2015, vilket stämmer relativt väl med erfarenheterna från redan genomförda energieffektiviseringsprojekt (enligt föregående avsnitt).

BEM är, som är ett mindre fjärrvärmebolag med ett större beroende av ett mindre antal värmekunder, verkar alltså basera sin strategiska planering på den planerade utvecklingen inom aktuellt fastighetsbestånd i större utsträckning än GE.

4. SAMMANFATTNING

Delprojektet belyser hur värmebehoven förväntas förändras (minska) tack vare energieffektivisering och om och hur fjärrvärmeleverantörer planerar för framtida (mindre) fjärrvärmeunderlag.

Förvaltare av miljonprogramsområden har hittills haft små incitament att minska energianvändningen på något väsentligt sätt, det vill säga långt ifrån de politiska mål som presenterats. Det finns dock flera exempel på förvaltare som uppvisat ett medvetet arbete med att minska energianvändningen. Det är därför sannolikt att införandet av energideklarationer och ökade incitament att genomföra energieffektiviseringsåtgärder i anslutning till renovering av miljonprogramsområden kan ge väsentligt minskade fjärrvärmeunderlag under de närmaste 5-15 åren.

Flera fjärrvärmeleverantörer planerar för minskade fjärrvärmebehov men har i regel dåliga underlag med avseende på förväntad energieffektivisering. För att kunna ge en någorlunda tillförlitlig bild av hur energianvändningen i befintliga byggnader kan förändras (minska) över tid måste man förutom den aktuella fjärrvärmeanvändningen också ha tillgång till byggnadernas aktuella status och bostadsbolagens åtgärdsplaner. Vilka energieffektiviseringsåtgärder som planeras och genomförs har sedan koppling såväl till byggnadernas ålder (renoveringsbehov) som till framtida styrmedel och incitament för energieffektivisering.

Referenser

- Dalenbäck, J-O. et al (2005). Åtgärder för ökad energieffektivisering i bebyggelse. Underlagsmaterial till Boverkets regeringsuppdrag avseende energieffektivisering i byggnader. Chalmers EnergiCentrum.
- Dalenbäck, J-O. (2005). Renovering av flerbostadshus, exemplet Gårdsten. Energi och bebyggelse, Teknik och Politik (Bok), Formas.
- Ingulf, O. et al (2008). Göteborg Energi. Personlig kommunikation.
- Johansson, U. (2008). HFAB. Personlig kommunikation.
- Leander, G. (2008). Bostads AB Poseidon. Personlig kommunikation.
- Pavlovas, V. (2006). Energy Savings in Existing Swedish Apartment Buildings: Some Aspects on Demand Controlled Ventilation and Individual Metering. Document D2006:1, Doktorsavhandling, Installationsteknik, Chalmers tekniska högskola.
- Sjöberg, H. (2008). Borås Energi och Miljö. Personlig kommunikation.
- Warfvinge, C. (2008). Mycket energi att spara i miljonprogrammet. VVS-Forum, April 2008.
- Andreasson, M. et al (2008). Värmeanvändning i flerbostadshus och lokaler 2006. Halmstad Högskola.

DELRAPPORT D

NYA TEKNIKER OCH ÄNDRADE FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR EL- OCH VÄRMEPRODUKTION

—

EN ANALYS AV KUNSKAPSLÄGE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

ERIK AHLGREN, ENERGITEKNIK, CHALMERS
ELSA FAHLÉN, ENERGITEKNIK, CHALMERS

SAMMANFATTNING

Fjärrvärmesystemen står inför ett antal nya utmaningar bland annat på grund av ökade CO₂-priser, nya tekniska möjligheter och en förmodad ändring i värderingen av kvoten el/värme. Dessutom kan biomassapriset förväntas stiga som en konsekvens av ökad konkurrens om biomassan på grund av hårdnande CO₂-reduktionskrav, samt ökad produktion av biodrivmedel för transportsektorn. Hur kan fjärrvärmesystemen möta dessa förändringar?

I detta kapitel analyseras mycket kortfattat några hot och möjligheter som fjärrvärmesystemen med stor sannolikhet kommer att möta under de närmaste åren. Kapitlet behandlar fjärrvärmesystemens produktionssystem, och vilken inverkan nya omvärldsförutsättningar och ny teknik kan få på dessa. Litteraturen genomgås, och kapitlet avslutas med ett antal frågeställningar.

1. NYA TEKNIKER OCH MÖJLIGHETER I FJÄRRVÄRMESYSTEMEN

1.1 Kraftvärme

Kraftvärmens andel i svensk energiförsörjning har tidigare varit låg men är nu snabbt stigande. Under förutsättning att det finns ett värmebehov betraktas kraftvärme ofta som resurseffektivt jämfört med att generera el och värme var för sig. Enligt EU-direktivet 2004/8/EC [EU, 2004] ses kraftvärme också som ett viktigt sätt för att reducera växthusgasemissioner. Om man betraktar ett tämligen kort tidsperspektiv visar många studier att svenska kraftvärmeanläggningar kan bidra till reducerade klimatpåverkande utsläpp under förutsättning att den el som genereras i kraftvärmeanläggningar ersätter el genererad i kolkondensanläggningar på Kontinenten, se tex [Holmgren, 2006; Knutsson et al, 2006; Trygg och Amiri, 2007]. Men om elsektorns marginalproduktion istället sker med naturgas som bränsle minskar den miljömässiga vinsten avsevärt [Holmgren, 2006]. På kort sikt kan man utgå ifrån att marginalelsproduktionen sker i kolkondensanläggningar, men detta kommer sannolikt att inte längre gälla på längre sikt, i synnerhet under delar av året. Tidsperspektivet är alltså väsentligt för en bedömning av miljömässig påverkan. Uppenbart beror också potentialen för minskade CO₂ utsläpp starkt på bränslet som används i kraftvärmeanläggningar; om biomassa eller hushållsavfall används är det fortfarande en betydande miljömässig vinst åtminstone under förutsättning att det inte finns någon alternativ användning av biomassan som ger ännu större miljövinster.

Ökande elpriser och energipolitiska incitament till stöd för kraftvärme bidrar till kraftvärmens konkurrensförmåga, men kraftvärmepotentialen kan komma att minska med ökad energiåtervinning av avfall [Holmgren, 2006; Sahlin, 2007], med ökade värmeleveranser från industrier [Marbe och Harvey, 2006], och med en förmodad minskande värmeefterfrågan, vilket behandlas i övriga kapitel i denna rapport. Detta betyder sannolikt en ökande efterfrågan på el samtidigt med en minskande efterfrågan på värme. Dessa faktorer leder då till en ökande skillnad mellan el- och värmepriser. En sådan höjning av elpris-värmepriskvoten leder till drivkrafter för en ökning av elproduktion per given värmeefterfrågan, dvs drivkrafter mot höga el-värmepriskvoter (alfavärden).

Höga el-värmepriskvoter kan uppnås bl a i gaskombianläggningar, och därför är utvecklingen på gasmarknaderna av stor betydelse för framtida fjärrvärme. Detta gäller inte bara naturgasdistribution och -tillgänglighet, utan också produktion och distribution av biogas och produktgas från förgasning av fast biobränsle, samt, inte minst, integration av olika infrastrukturer för gasformiga bränslen, och utvecklingen av fordon och tankställen för gasformiga bränslen.

Som nämnts redan betonas ofta att användning av kraftvärme är resurseffektivt jämfört med att producera el och värme var för sig. Frågan är dock om kraftvärme och olika metoder för att öka elutbytet kan motiveras i alla tillfällen. Svaret beror naturligtvis på den alternativa metoden för el- och värmegenerering, som i sin tur är starkt beroende av tidsperspektivet, eftersom det inte är klart idag hur bränslen kommer att användas i ett långt tidsperspektiv; i el- och värmesektorn, eller för produktion av biodrivmedel. Detta påverkas av utvecklingen av förnybar elproduktion, i huvudsak vind- och vågkraft, samt utvecklingen av både alternativa drivlinor för fordon och biodrivmedel. Dessutom kommer säkerligen kolinfångning och -lagring och kostnaden för

denna att spela en stor roll för kommande strategiska val inte minst eftersom en mycket stort beroende av anläggningarnas storlek på kostnaden för kolin fångningen förutses.

Med nya material kan storskaliga kolkondensanläggningar nå elverkningsgrader över 50% [Hansson et al, 2007], medan storskaliga naturgaskombicykelanläggningar i kondensdrift kan nå 60% verkningsgrad. Om dessa naturgaskombicykelanläggningar drivs som kraftvärmeanläggningar reduceras elverkningsgraden till omkring 50%, men totalverkningsgraden ökar till ca 90%. Detta skulle kunna jämföras med ett fall där skillnaden i elgenerering mellan de två alternativen, kondens och kraftvärme, används i en värmepump för att generera värme, typiskt med ett godhetstal omkring 3. Detta innebär då att totalverkningsgraden blir något lägre för kombinationen kondensverk och värmepump än för kraftvärmeverket, men samtidigt att en större flexibilitet uppnås dels geografiskt då elen kan transporteras över stora avstånd med små förluster, dels med tanke på att elen kan användas till annat än att generera värme vid tider med lägre värmelaster eller när ersättningen för såld el är avsevärt högre än ersättningen för värme.

Dagens biomassabaserade ångcykel kraftvärmeanläggningar kan ge ca 34% elverkningsgrad, och en totalverkningsgrad så hög som 110% med rökgaskondensering [Hansson et al, 2007]. I kondensdrift kan något högre elverkningsgrad uppnås [Nyström et al, 2007]. För ångcykel-kraftvärmeanläggningar som bränner avfall, som är ett fuktigt och inhomogent bränsle, är det idag inte möjligt att nå en elverkningsgrad högre än ca 22 % men en totalverkningsgrad så hög som 91 % [Hansson et al, 2007].

1.2 Biokombinat

De svenska fjärrvärmesystemens stora användning av biomassa för värmeproduktion har utvecklats huvudsakligen under en tid när det varit begränsad konkurrens om biomassan. Detta kommer med stor sannolikhet att ändras med hårdnande krav på reduktioner av CO₂-utsläpp och ett ökande intresse för biodrivmedel för transportsektorn. Denna ökande konkurrens kommer säkerligen att leda till högre priser, vilket gynnar tekniker och lösningar som optimerar det ekonomiska utbytet per använd enhet biomassa.

Tekniker för förgasning av biomassa anses ofta kunna spela en betydande roll för att elutbytet kan höjas avsevärt med hjälp av gaskombiteknik trots att totalverkningsgraden blir lägre än för konventionella kraftvärmeanläggningar. Biomassaförgasning ger också möjlighet till polygenerering, dvs samtidig produktion av flera produkter, i detta fall el, värme och drivmedel. Denna kombinerade produktion kan vara av särskild betydelse dels för att möta varierande efterfrågan (och ekonomisk ersättning) på de tre energiprodukterna, men också ett sätt att öka robustheten i en osäker framtid. För en översikt av förgasningstekniker och –tillämpningar se tex [Dornburg och Faaij, 2001; Reed och Gaur, 2001; McKendry, 2002; Goldschmidt, 2005; Hamelinck och Faaij, 2006; Rodrigues et al, 2007; Walter och Llagostera, 2007]; och för systemstudier av integration av biomassaförgasningstekniker se [Ecotrafic, 2000; Marbe och Harvey, 2006; Nyström et al, 2007; Börjesson och Ahlgren, 2008; Difs et al, 2008; Fahlén och Ahlgren, 2008; Hansson et al, 2008].

Med tekniker för förgasning av fasta bränslen finns det en möjlighet att nå elverkningsgrader som är betydligt högre än de som kan uppnås i ångcykelanläggningar, men

samtidigt är totalverkningsgraden lägre eftersom det inte finns någon möjlighet för rökgaskondensering [Nyström et al, 2007]. I en fallstudie av samlokalisering av biomassaförgasning med en existerande naturgaskombicykelkraftvärmeanläggning i ett svenskt fjärrvärmesystem visades att runt 80% av biomassans energi finns kvar i produktgasen, men samtidigt är processen elkrävande [Nyström et al, 2007]. Ytterligare ett alternativ för att ersätta naturgas i en kombicykel, det s k hybridkombicykelconceptet, har också analyserats. Det går ut på att kombinera en biomassaeldad ångcykel med en naturgaseldad gasturbin [Petrov, 2003].

2. STRATEGIER FÖR ATT ÖKA SYSTEMEFFEKTIVITETEN

Kraftiga variationer i lastkurvan påverkar lönsamheten för avancerade och komplexa tekniker med höga investeringskostnader. Olika strategier för utjämning av lastkurvan kan därför vara av stor vikt för introduktionen av ny teknik i fjärrvärmesystemen, men också för att öka möjligheten att använda industriell spillvärme. I detta kapitel kommer vi i huvudsak att diskutera tre olika sådana strategier;

- Värmelagring
- Integration av värmelast under lågsäsong
- Värmedriven kyla

2.1 Värmelagring

Användning av värmelager kan reducera behovet för topplastanläggningar och för topplastproduktion, reducera behov för drift i dellast och för upprepade uppstartningar och avstängningar av produktionsanläggningar, vilket är förenat med kostnader [Henning, 1999; Wigbels et al, 2005; Zinko och Gebremedhin, 2008]. Värmelagring kan även fungera som reservkapacitet vid planerade såväl som oplanerade driftstopp och värmelagringen gör att driften av kraftvärmeanläggningar blir mindre beroende av att följa värmeunderlaget, vilket möjliggör driftoptimering med avseende på andra faktorer såsom tex elmarknadspriser och tillgång till intermittent, förnybar elgenerering [Henning, 1999; Mathiesen och Lund, 2005]. Ett annat exempel är möjligheten att nyttja låga elpriser nattetid genom att driva värmepumpar endast nattetid och lagra värmen för att kunna möta lasten dagtid när elpriset är högre [Henning, 1999]. Värmelagring kan också bidra till ett minskat effektbehov och möjliggöra en ökad användning av spillvärme och ökad produktion i kraftvärmeanläggningar. I vissa fjärrvärmesystem förekommer bortkylning av värmeöverskott, exempelvis i Linköpings fjärrvärmesystem [Zinko och Gebremedhin, 2008], vilket skulle kunna undvikas om överskottsvärmen lagrades för senare användning.

I Danmark där hälften av efterfrågan täcks av kraftvärme och ca 20% av vindkraft har värmepumpar i kombination med värmelager utpekats som en intressant möjlighet för att balansera skillnader mellan eltillförsel och efterfrågan [Mathiesen och Lund, 2005].

Lagring av värme är vanligt i de svenska fjärrvärmesystemen, särskilt i de större fjärrvärmesystemen [Hedebäck, 2008]. Den vanligaste typen av värmelagring sker i trycklösa ståltankar för dygns- och veckolagring. Trycksatta ståltankar kan lagra vatten med högre temperatur och kan ersätta spetslast [Stenlund, 2005]. Dessa är typiskt mindre och dyra vid större lagringsvolym. Säsongslagring i fjärrvärmeapplikation är inte lika vanligt som korttidslagring [Hedebäck, 2008]. Däremot är säsongslagring mer vanligt för lagring av frikyla till fjärrkyla [Hedebäck, 2008]. För att utjämna säsongsvariationer krävs ofta större lager än vad som kan åstadkommas till en rimlig kostnad med ståltankar; de största ståltankarna i Sverige uppgår till ca 50 000 m³ [Zinko och Gebremedhin, 2008]. Lagring i ett så kallat gropvärmelager, som antingen kan vara grävt eller utsprängt, kräver stor yta vid större volymer och lämpar sig därför inte i större skala än traditionella ståltankar. Lagring i oisolerade berggrum och akvifärer möjliggör lagring av mycket stora volymer, upp till storleksordningen 1 miljon m³. Denna

form av lagring är dock förenat med höga förluster och isolering är förenat med en kostnad. Möjligheten att använda befintliga oljeberggrum till värmelager har studerats av Zinko och Gebremedhin [2008].

Borrhålslager är en annan möjlighet för långtidslagring. Dock krävs större lagringsvolym i berg och lera än vad som krävs med vatten som medium pga av vattnets högre värmekapacitet (Sandborg, 2006). Ett vattenlager kan till skillnad från lagring i berg och lera användas inte bara som långtidslagring utan även som korttidslagring i och med möjligheten till en hög uppladdnings- och urladdningseffekt, vilket är nödvändig för att kunna reducera reserv- och topplastproduktion samt för att snabbt kunna styra driften av kraftvärmeanläggningar utifrån varierande elpriser.

En trycklös ståltank byggs för tillfället i Borås [Karlsson G, 2008]. Ackumulator-tanken ($37\,000\text{ m}^3$) rymmer 4-5 ggr så mycket som fjärrvärmensätets volym ($8\,000\text{ m}^3$). Denna är tänkt att användas till korttidslagring med maximalt en vecka mellan laddning och urladdning och syftar främst till att minska den fossilbaserade topplastproduktionen och att öka produktionen av el i Borås avfalls- och biobränslebaserade kraftvärmeanläggningar. Investeringen på ca 100 miljoner väntas vara återbetald efter 7-8 år.

Säsongsvärmelager i kombination med kraftvärmesystem har studerats av Zinko och Gebremedhin [2008]. Studien visar att ett värmelager på $200\,000\text{ m}^3$ behövs för att ersätta den oljebaserad topplastproduktionen i Linköpings fjärrvärmesystem som tillgodoses av kraftvärme baserad på avfall, olja och biobränsle samt av topplastproduktion baserad på biobränsle och olja. Återbetalningstiden för en sådan investering har beräknats till 8 år. Samma studie visar att för Enköpings fjärrvärmesystem, som huvudsakligen tillgodoses av biobränslebaserad produktion i en kraftvärmeanläggning och i en hetvattenpanna, är det inte lika ekonomiskt att investera i ett värmelager, men också att lönsamheten i hög grad beror på utvecklingen av energipriser.

Förutom mer konventionella värmelager kan också byggnaders massa användas för korttidslagring som ett alternativ till varmvattenackumulatorer [Wigbels et al, 2005, Olsson Ingvarson och Werner, 2008] pga av trögheten i systemet. Fjärrvärmesystemens rörsystem kan också användas som korttidsvärmelager genom reglering av tillförseltemperaturen utan extra investeringskostnader [Wigbels et al, 2005].

2.2 Integration av värmelast under lågsäsong

Om torkning av fuktiga bränslen genomförs under perioder med låg last kan systemeffektiviteten möjligen höjas, se tex [Johansson, 2004]. En studie av integrering av olika energikombinat i fem svenska fjärrvärmesystem inkluderar ett teknikalternativ för samproduktion av etanol, pellets, el och värme [PROFU, 2008]. Studien visar att kraftvärmeanläggningen är mindre beroende av värmelasten i och med att denna levererar ånga till etanolprocessen och därigenom möjliggör elproduktion även sommartid. Överskottsånga från etanolanläggningen kan användas till pelletsanläggningen alternativt till fjärrvärme. Simulering av produktionen visar att produktionen av pellets varierar omvänt behovet av fjärrvärme.

Ett exempel från verkligheten visar att genom integration av ett kraftvärmeverk med en biobränslefabrik som inkluderar en bränsletork bedöms elproduktionen kunna ökas med 40-50% per år [Atterhem, 2001]. Bränsletorken drivs på högtrycksånga som tappas av från kraftvärmeverkets högtrycksturbין efter att denna genererat el. Den ökade elproduktionen vid kombinerad drift möjliggörs genom att kraftvärmeanläggningen kan drivas med högre effekt och under längre tid (även vid lägre värmeunderlag). Ytterligare el produceras i och med att lågtrycksånga, som genereras från bränsletorken, återvinns i en lågtrycksturbין (kondens). Inkoppling av en ackumulatortank möjliggör dessutom samkörning mellan kraftvärmeverket och biobränslefabriken oberoende av värmeunderlagets dygnsvariationer. Behovet av pellets är som störst då fjärrvärmebehovet är som störst. Pellets produceras och lagras under varmare perioder för att konsumeras under kallare perioder [Atterhem, 2008]. Prognoser över elpriset är också en viktig komponent i hur anläggningen styrs.

2.3 Värmedriven kyla

Kylbehov är naturligtvis högst när värmebehov är som lägst. Värmedriven kyla är därför ett annat sätt på vilket lastkurvan kan utjämnas eftersom värmelasten då ökar när den annars är som lägst. Speciellt kan detta vara intressant i fjärrvärmesystem med lågkostnadsvärmegenerering som värme från avfallsförbränning eller industriell spillvärme. En ökande efterfrågan på kyla i kombination med stigande elpriser gör villkoren för absorbtionskyla ännu mer gynnsamma. En fallstudie av ett svenskt energiföretag i samarbete med lokala industrier visar att introduktionen av absorbtionskyla leder till kraftigt lägre systemkostnader och sänkta CO₂-emissioner på en Europeisk nivå, dvs om man förutsätter utbyte av el mellan Sverige och Kontinenten [Trygg och Amiri, 2007]. En annan studie visar liknande resultat för introduktion av absorbtionskyla i ett tänkt svenskt genomsnittsfjärrvärmesystem [Svensson och Moshfegh, 2008]. Det finns naturligtvis dock en risk i detta om tillgången på lågsäsongsvärme till låg kostnad på lång sikt minskar pga av minskande mängder avfall som går till förbränning, och insatser inom industrin för en ökad resurseffektivitet, som leder till minskade mängder industriell spillvärme.

3. CENTRALA OCH DECENTRALA SYSTEM

Stora anläggningar ger generellt sett högre verkningsgrader och mindre miljöåverkan per genererad enhet pga skalfördelar. Centrala och decentrala värmesystem har jämförts från miljö- och kostnadssynpunkt i tex [Karlsson och Gustavsson, 2003]. Fjärrvärmen är dock delvis redan decentral till sin natur eftersom fjärrvärmenäten är anpassade till olika tätorter och dessas storlek, dvs efterfrågemönstren styr produktionssystemen.

Det finns också några fördelar med decentral elgenerering bla kan överföringsförlusterna minska något. I en studie uppskattades att en minskning av överföringsförlusterna med 3-4% uppnås med en större andel kraftvärmeanläggningar i elsystemet pga att genomsnittsavståndet till konsumenterna minskar [Ecoheatcool, 2006].

En annan drivkraft för decentral elgenerering är att risken för stora haverier i elsystemet kan reduceras med utspridd generering genom att systemet i mindre utsträckning blir helt baserat på några få mycket stora produktionsenheter. Tex är det sannolikt att elförsörjningssäkerheten inte var en oväsentlig faktor vid byggandet av den 600 MW_{bränsle} NGCC kraftvärmeanläggning i Göteborg, som kan försörja staden med ca 30% av dess elbehov. Även om en 600 MW anläggning normalt inte betraktas som en decentral anläggning är den det i detta fall det då anläggningen är en del av det göteborgska fjärrvärmesystemet och är anpassad till stadens fjärrvärmebehov.

Utpräglat decentral generering kan också vara av extra intresse på platser där fjärrvärmeinfrastruktur saknas, och där en förstärkning av elnätet ändå skulle vara nödvändig. I Japan t ex finns det idag fler än 66.000 installerade decentrala små konventionella kraftvärmeanläggningar (1 kWel gasmotorer) och 2.200 små stationära bränsleceller som drivs som kraftvärmeanläggningar [Kerr, 2008]. Dessa kraftvärmegasmoterer har en elverkningsgrad på 22% och 85% totalverkningsgrad. En sådan utveckling är dock högst osannolik i Sverige av flera skäl; redan utbyggd fjärrvärme, bra elnät, samt avsaknad av gasinfrastruktur.

4. SYSTEMGRÄNSER

Aktiviteterna inom ett fjärrvärmesystem påverkas av angränsande system, t ex elsystemet, avfallssystemet, industri- och transportsektorerna. Dessa orsakar påverkan på hälsa av emissioner från energiomvandling. Dessa fjärrvärmesystemens systemgränser har diskuterats i flera arbeten [Holmgren, 2006; Sahlin, 2007; Gebremedhin, 2003]. Systemgränsfrågor är av extra intresse i fjärrvärmesammanhang när man försöker lösa allokeringdilemmat.

Dagens fjärrvärmesystem innehåller en rad multifunktionella tekniker: kraftvärmeanläggningar, avfallsförbränningsanläggningar, raffinaderier etc, och i framtiden tillkommer med stor sannolikhet också polygenereringsanläggningar för samtidig produktion av el, värme och drivmedel (biokombinat). Ofta är det inte en ägare till alla dessa anläggningar, och det blir då ett problem med att definiera fjärrvärmesystemets gräns. Detta har framför allt betydelse vid frågor om allokering av miljöbelastningar mellan olika typer av aktiviteter, vilket i sin tur har betydelse för långsiktiga optimeringar av systemet. Det kanske största problemet är huruvida spillvärme från olika aktiviteter verkligen är spillvärme när det finns en köpare som betalar för spillet, och i vilken mån det är korrekt att allokera hela miljöbelastningen för verksamheten till huvudaktiviteten och ingenting till spillvärmen. Detta är naturligtvis relevant i synnerhet för industriell spillvärme och avfallsspillvärme om det finns möjligheter för effektivisering av de primära processerna och aktiviteterna. Så länge verksamheten får bra betalt för spillvärmen reduceras säkerligen de ekonomiska incitamenten för sådana effektiviseringar (och/eller bränslebyten). Olika allokeringsprinciper har genomgått bl a i [Ekvall och Finnveden, 2001].

Studier har visat på stora skillnader för den miljömässiga belastningen av kraft- och värmegenerering beroende på hur utsläppen allokeras, t ex [Jungmeier et al, 1998]. I dessa fall kan det vara fördelaktigt att undvika allokeringdilemmat genom att tillämpa en utvidgad systemsgräns, vilket då skulle innebära att fler anläggningar av olika typer optimeras samtidigt. Denna konstruktion blir dock något teoretisk då den kommer innefatta olika typer av produktions- och destruktionsanläggningar, som har olika ägare. Från ett mer samhälleligt perspektiv kan det dock vara intressant för att kunna se på olika systemlösningar.

Det finns, som redan nämnts, en koppling mellan leveranser av industriell spillvärme till fjärrvärmenät, och minskning av primärenergiåtgången genom effektivitetsåtgärder. En nyligen publicerad analys av användningen av överskottsvärme från en svensk pappersmassaanläggning visar på att den mest ekonomiska lösningen beror på energimarknadspriser och på storleken av fjärrvärmesystemet, och på dess produktionsmix [Jönsson et al, 2008]. Den ekonomiska fördelen av extern användning av överskottsvärmen visade sig vara större i små fjärrvärmesystem med en stor andel hetvattenpannor och en låg andel kraftvärme. I de flesta fall ledde dock en extern användning av överskottsvärmen till lägre CO₂-emissioner.

5. FRÅGESTÄLLNINGAR

I detta diskussionsupplägg presenteras ett urval frågeställningar kopplade till nya möjligheter och förutsättningar för de svenska fjärrvärmesystemen. I tabell D.1 visas en mycket kortfattad sammanställning av de frågeställningar som tas upp i stycket.

Tabell D.1. Sammanställning av frågeställningar

Ändrade förutsättningar	Nya tekniker	Systemgränser
Värdering el vs. värme	Kraftvärme	Avfallsförbränning
CO ₂ -kostnaden	Bioraffinaderier	Industriell spillvärme
Övriga miljömål	Torkning av biobränslen	Regional sammankoppling av nät
Distribuerad generering	Värmedriven kyla	
Konkurrens om fjärrvärmeunderlaget	Värmelager	
Utbygg gasinfrastruktur		

5.1 Ändrade förutsättningar

Europiska kommissionen driver på för en avreglering av det europeiska elsystemet för att öka konkurrensen på den europeiska elmarknaden. Målet är att el skall kunna flyta fritt mellan EU's medlemsländer. Detta mål är dock mycket avlägset idag då det finns ett stort antal flaskhalsar både mellan och inom medlemsländerna. En ökad transmissionskapacitet är dock att vänta, och denna kommer säkerligen dels ändra förutsättningarna för lokalisering av ny elgenereringskapacitet, men också ändra prisbilden på den europeiska elmarknaden. En ytterligare anpassning av de Nordiska elpriserna till de kontinentala kan därför förväntas. Detta kommer med stor sannolikhet att bidra till en ändring av den framtida kvoten av värderingen av el och värme, vilket innebär en anpassning till internationella förhållanden. Hur kommer detta att påverka fjärrvärmesektorn, både vad avser drift och ny teknik? I vilken utsträckning kommer ökande elpriser och gröna certifikat leda till en fortsatt ökad elproduktion i fjärrvärmeproduktionsanläggningar genom ombyggnad av hetvattenpannor till kraftvärmeanläggningar?

Många svenska kraftvärmeverk producerade inte maximal mängd el för några år sedan då det med rådande pris- och skattebild var mer lönsamt att istället maximera värmeproduktionen i kraftvärmeverken under den kallaste delen av året [Stridsman och Johnsson, 2006]. Ändringen av kraftvärmebeskattning har bidragit till att detta förmodligen inte är lika aktuellt idag. Kommer en ändrad värdering av el och värme att ytterligare stärka denna trend?

Hur kommer kostnaden för CO₂-emissioner att påverka fjärrvärmesystemen?

Kommer fjärrvärmesystemen spela en roll avseende samtidig optimering av såväl de nationella miljömålen som reducerad klimatpåverkan?

Även om direkta kostnadsskäl i de flesta fall gynnar stora anläggningar så länge avsättning för värmen finns så kan det finnas andra skäl för en mer distribuerad elgenere-

ring. Ett sådant skäl är en mer distribuerad elgenerering för en ökad elsäkerhet speciellt om det finns risk för flaskhalsar i distributionsnätet. Kommer fjärrvärmesystemen bidra till framtida elgenereringssäkerhet genom lokal elförsörjning i små och medelstora kraftvärmeverk?

Det finns en tydlig oro inom fjärrvärmebranschen att värmeunderlaget kommer att minska framöver. Hur kommer fjärrvärmesystemen att behöva ändras när det blir konkurrens om fjärrvärmeunderlaget, tex genom ökad avfallsförbränning? Trots fjärrvärmesystems delvis ändrade roller är värme fortfarande en huvudprodukt för de svenska fjärrvärmesystemen, men kommer det att vara så också framöver med en mer komplex roll för fjärrvärmesystemen?

Om infrastrukturen för gas; naturgas, biogas, byggs ut för att kunna leverera gas både till fordon, industrier och för el- och värmegenerering, vad kan det få för betydelse för investeringar i fjärrvärmesystemen?

5.2 Ny teknik, kraftvärme och polygenerering

Det finns en potential för en ökad kraftvärmeproduktion i Sverige enligt flera studier. Kommer denna att utnyttjas fullt ut eller finns det andra faktorer, t ex produktion av biodrivmedel som kommer att påverka detta?

Vilken roll kommer fjärrvärmesystemen ha vid integrering av avancerade lösningar som förgasning av biomassa och biomassabaserad produktion av drivmedel för transportsektorn? Värmeproduktionen per insatt mängd biomassa är relativt liten vid drivmedelsproduktion jämfört med kraftvärme, men ändå finns det starka argument för att anläggningar för produktion av biodrivmedel integreras i fjärrvärmesystemen för att öka processernas totalverkningsgrad. Detta bör kunna ge nya affärsmöjligheter för fjärrvärmesystemen.

Ytterligare något som kan höja baslasten är om värme under lågsäsong används för att torka biobränslen, t ex torkning av flis för biobränsleförgasning. Detta påverkar då också konkurrensförhållandena för olika biobaserade tekniker och speciellt mer kapitalintensiva tekniker som tydligt vinner på en lång årlig utnyttjningstid.

Kyla är ännu en mycket liten produkt för fjärrvärmeföretagen, men snabbt växande. Flera studier visar på vinsterna av att använda fjärrvärmenäten under sommaren för att leverera värme till absorbtionskylmaskiner hos större kylkunder trots absorbtionskylmaskinernas låga verkningsgrad. Detta leder till höjd baslast i fjärrvärmesystemen. Om detta leder till en avsevärt höjd sommarlast, kan det då påverka hela fjärrvärmesystemets utformning och val av produktionstekniker?

I Danmark lagras inte el som värme, men ett flexibelt värmesystem hjälper till att ta hand om elgenereringsvariationer. Kraftvärmeverk följer inte bara ellastens variationer utan också vindkraftens varierande elgenerering och överskottsvärmen lagras, eftersom det är lätt och billigt att lagra värme (till skillnad från el). Stora värmepumpar i kombination med ytterligare värmelager planeras för att kunna kompensera för ytterligare vindkraftskapacitet. Kan en ökad transmissionskapacitet bidra till att värmelager av danskt snitt och också kan förläggas i Sverige? Hur kan detta påverka de svenska värmesystems värmebalans?

5.3 Systemgränser

Var går gränsen för ett fjärrvärmesystem? Det kan tyckas självklart att svaret är utmed fjärrvärmerörens yttergräns, men fjärrvärmesystemen är redan idag nära knutna till industrier genom spillvärmeleveranser, till avfallssystemet genom värme från avfallsförbränning, till elsystemet genom kraftvärme etc. Det finns nog all anledning att tro att framöver kommer dessa kopplingar bli allt mer komplexa t ex när alternativa drivmedel produceras i anläggningar i fjärrvärmesystemen, när priser på bränslen, el och CO₂ stiger och när det blir konkurrens om hur fjärrvärmesystemens värmeunderlag skall utnyttjas på bästa sätt.

Avfallsförbränningsanläggningar är ofta nära knutna till fjärrvärmesystemen, och värme från avfall utgör idag i många svenska system en stor del av fjärrvärmesystemens baslast. Men omhändertagandet av hushållsavfall räknas trots det normalt inte som en del av fjärrvärmesystemet, utan som ett separat avfallssystem. Dock påverkas säkerligen hela avfallssystemet och de val som görs i detta av fjärrvärmesystemet och möjligheterna för avsättningen av värmeproduktionen vid avfallsförbränning. Om fjärrvärmesystemen blir mindre villiga att ta emot spillvärme från avfallsförbränning hur påverkar detta incitamenten för avfallsåtervinning och för optimering av elutbytet vid avfallsförbränning?

Industriell spillvärmen utgör i många svenska fjärrvärmesystem en inte obetydlig del av baslasten och i vissa fall kanske inte heller en obetydlig del av de spillvärmelevererande industriernas intäkter, och trots detta är ju inte dessa industrier en del av fjärrvärmesystemet. Men skulle ett bortfall av intäkterna från försäljning av fjärrvärme inte rimligen kunna leda till en annan optimering av dessa industriers processer, åtminstone på sikt? I så fall är ju inte spillvärmen ren, emissionsfri spillvärme längre, utan en del av dessa industriers energianvändning, vilket innebär att en del av emissionerna bör allokeras till dessa industriers spillvärmeleveranser. Kommer vi se en ökad mängd industriell spillvärme i fjärrvärmesystemen, eller kommer industrierna istället, med ökande energi- och CO₂-priser, effektivisera sina processer så att det inte blir speciellt mycket över till fjärrvärmesystemen?

Idag kan man förmoda att varje fjärrvärmesystem optimeras för sig för att maximera avkastningen för respektive systems ägare. Det finns system som är värmemässigt sammankopplade med en fjärrvärmekulvert och ytterligare sammankopplingar har undersökts. Men borde man inte också kunna tänka sig en regional optimering av ett antal system i en region, som då tar hänsyn till mer omfattande sammankopplingar av system, och som beaktar hur spillvärmetillgångar inom regionen utnyttjas mest effektivt och hur ny teknik, huvudsakligen produktion av alternativa drivmedel, på mest kostnads- och resurseffektiva sätt integreras i fjärrvärmenäten?

Referenser

- Andersson J, Nilsson S, 2006. Simulering av långtidsvärmelager för drift i kraftvärme-system. Examensarbete vid Linköpings universitet.
- Atterhem L, 2001. Evaluation of a Cogeneration Plant with Integrated Fuel Factory (Integrerad bränslefabrik med kraftvärmeanläggning – en utvärdering). Värmeforsk report No 746. Stockholm: Värmeforsk (www.varmeforsk.se). (På svenska.)
- Atterhem L, 2008. Skellefteå Kraft, telefonkontakt 5 december 2008 (0910-772500).
- Börjesson M, Ahlgren EO, 2008. Biomass gasification in cost-optimized district-heating systems. Submitted for publication in Energy Policy.
- Carlson, A, 2002. Considering External Costs - Their Influence on Technical Measures in Energy Systems. Dissertation No 766. Linköping University, Linköping.
- Difs K, Wetterlund E, Söderström M, Trygg L, 2008. Biomass gasification opportunities in a district heating system. Submitted for publication in Biomass and Bioenergy.
- Dornburg V, Faaij APC, 2001. Efficiency and economy of wood-fired biomass energy systems in relation to scale regarding heat and power generation using combustion and gasification technologies. Biomass and Bioenergy 21(2):91-108.
- Ecoheatcool, 2006. Euroheat and Power. Ecoheatcool Project reports/Work packages. Brussels: Euroheat and Power. Available from: <http://www.euroheat.org/ecohatcool/project.htm> (2008-11-22).
- Ecotrafic, 2000. Nykomb Synergetics. BioMeeT Planning of Biomass based Methanol energy combine - Trollhättan region. Final Report (in Swedish).
- Ekraftvärmeall T, Finnveden G, 2001. Allocation in ISO 14041—a critical review. Journal of Cleaner Production 9(3):197-208.
- Ericsson K, Börjesson P, 2008. Potentiell avsättning av biomassa för produktion av el, värme och drivmedel inklusive energikombinat – Regionala analyser och räkneexempel. ER 2008:04. Energimyndigheten.
- European Parliament and the Council of the European Union, 2004. Directive 2004/8/EC on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC.
- ExternE (Externalities of Energy), 1999. ExternE - National Implementation. ExternE. Available from: <http://www.externe.info/> (2008-11-25).
- Fahlén E, Ahlgren EO, 2008. Assessment of integration of different biomass gasification alternatives in a district-heating system. Accepted for publication in Energy.
- Finnveden G, Nilsson M, 2005. Site-dependent life-cycle impact assessment in Sweden. International Journal of Life Cycle Assessment 10(4):235-239.
- Flink M, Petterson K, Wetterlund E, 2007. Comparing new Swedish concepts for production of second generation biofuels - evaluating CO₂ emissions using a system approach. In: SETAC Europe 14th Case Studies Symposium, Göteborg, December 2-3, 2007, p. 99-102.

Fröling M, Reidhav C, Dalenbäck JO, Werner S, 2008. Is there a role for district heating in future cities with low energy buildings. In: Pålsson OA, editor. 11th International Symposium on District Heating and Cooling, August 31st to September 2nd, 2008, University of Iceland, Reykjavik.

Gebremedhin A, 2003. Regional and industrial co-operation in district heating systems. Dissertation No 849. Linköping University, Linköping.

Goldschmidt B, 2005. Biomass based energy combines with motor fuel production (Biobränslebaserade energikombinat med tillverkning av drivmedel). Värmeforsk Report A4-406. Stockholm: Värmeforsk (in Swedish). Available from www.varmeforsk.se/english/bibliotek/biblo_index.html (2008-11-22).

Hamelinck CN, Faaij, APC, 2006. Outlook for advanced biofuels. Energy Policy 34(17):3268-3283.

Hansson H, Larsson SE, Nyström O, Olsson F, Ridell B, 2007. Power from new plants - 2007 (El från nya anläggningar - 2007). Elforsk report No 07:50. Stockholm: Elforsk (in Swedish). Available from: <http://www.elforsk.se/> (2008-11-22).

Hansson J, Ekeskog A, Berndes G, Werner S, 2008. Cogeneration of biofuels and heat in the European district heating systems. In: 16th European Biomass Conference & Exhibition - From research to industry and markets, 2-6 June 2008, Feria Valencia, Spain.

Hedebäck A, 2008. Personlig kontakt 2 dec 2008 (08-7558101).

Henning D, 1999. Optimisation of local and national energy systems – Development and use of the MODEST model. Dissertation No 559. Linköping University, Linköping.

Holmgren K, 2006. A systems perspective on district heating and waste incineration. Dissertation No 1053. Linköping University, Linköping.

Holmgren K, 2006. Role of a district-heating network as a user of waste-heat supply from various sources - the case of Göteborg. Applied Energy 83(12):1351-1367.

Holmgren K, Amiri S, 2007. Internalising external costs of electricity and heat production in a municipal energy system. Energy Policy 35(10):5242-5253.

Ingelstam L, 2002. Systems - to think of society and technology (System - att tänka över samhälle och teknik). Eskilstuna: Swedish Energy Agency (in Swedish).

Johansson I, Larsson S, Wennberg O, 2004. Drying of bio fuel utilizing waste heat (Torkning av biobränsle med spillvärme). Värmeforsk Report A4-312. Stockholm: Värmeforsk (www.varmeforsk.se/) (in Swedish).

Johnsson J, Axelsson E, 2008. Biokombinat i konkurrens med avfalls- och biokraftvärme – en systemanalys i fem svenska kommuner. Mölndal: PROFU.

Jönsson J, Svensson I-L, Berntsson T, Moshfegh B, 2008. Excess heat from kraft pulp mills: Trade-offs between internal and external use in the case of Sweden-Part 2: Results for future energy market scenarios. Energy Policy 36 (11):4186-4197.

Jungmeier G, Resch G, Spitzer J, 1998. Environmental burdens over the entire life cycle of a biomass CHP plant. Biomass and Bioenergy 15(4-5):311-323.

- Karlsson Å, Gustavsson L, 2003. External costs and taxes in heat supply systems. *Energy Policy* 31(14):1541-1560.
- Karlsson G, 2008. Borås Energi & Miljö. Personlig kontakt 2 dec 2008 (0708-527031).
- Kerr T, 2008. CHP/DHC Country Scorecard: Japan. France: International Energy Agency (IEA). Available from: http://www.iea.org/g8/CHP/profiles/japan_jun08.pdf (2008-11-22).
- Knutsson D, 2005. Simulating conditions for combined heat and power in the Swedish district heating sector. Dissertation No 2356. Chalmers University of Technology, Göteborg.
- Knutsson D, Sahlin J, Werner S, Ekraftvärmeall T, Ahlgren EO, 2006. HEATSPOT - A simulation tool for national district heating analyses. *Energy* 31(2-3):278-293.
- Knutsson D, Werner S, Ahlgren EO, 2006. Combined heat and power in the Swedish district heating sector-impact of green certificates and CO₂ trading on new investments. *Energy Policy* 34(18):3942-3952.
- Krewitt W, 2002. External costs of energy - do the answers match the questions? Looking back at 10 years of ExternE. *Energy Policy* 30(10):839-848.
- Krewitt W, Trukenmüller A, Bachmann TM, Heck T, 2001. Country-specific damage factors for air pollutants: A step towards site dependent life cycle impact assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment* 6(4):199-210.
- Marbe Å, Harvey S, 2006. Opportunities for integration of biofuel gasifiers in natural-gas combined heat-and-power plants in district-heating systems. *Applied Energy* 83(7):723-748.
- Mathiesen BV, Lund, H, 2005. Fuel-efficiency of hydrogen and heat storage technologies for integration of fluctuating renewable energy sources. In: *EEE Russia Power Tech*, 27-30 June 2005, p.1-7. Piscataway, United States: Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer Society.
- McKendry P, 2002. Energy production from biomass (part 3): Gasification technologies. *Bioresource Technology* 83(1):55-63.
- MethodEx (Methods and data on environmental and health externalities: harmonising and sharing of operational estimates), 2007. Final Technical Report: Methods. MethodEx. Available from: http://www.methodex.org/Methodex_20Deliverable_2012_5Fjärrvärme4.pdf (2008-11-25).
- Nilsson Forsaeus S, Reidhav C, Lygnerud K, Werner S, 2008. Sparse district-heating in Sweden. *Applied Energy* 85(7):555-564.
- Nyström I, EO Ahlgren, E Andersson, E Axelsson, M Börjesson, E Fahlén, S Harvey, D Ingman, S Karlsson, E Larsson, Å Löfgren, L Waldheim, A Ådahl, 2007. Centre for co-ordinated energy research - CEC (Chalmers EnergiCentrum), Chalmers University of Technology. Final report of the Biokombi Rya biomass gasification project (Biobränsleforgasning satt i system - slutrapport samt underlagsrapport från forskningsprojektet

- Biokombi Rya), report no. CEC 2007:2 & 3. Göteborg: CEC (www.cec.chalmers.se), (in Swedish).
- Olsson Ingvarson LC, Werner S, 2008. Building mass used as short term heat storage. In: Pålsson OA, editor. 11th International Symposium on District Heating and Cooling, August 31st to September 2nd, 2008, University of Iceland, Reykjavik.
- Petrov MP, 2003. Biomass and natural gas hybrid combined cycles. Licentiate Thesis. The Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Rabl A, Spadaro JV, 2000. Public health impact of air pollution and implications for the energy system. *Annual Review of Energy and the Environment* 25:601-627.
- Reed TB, Gaur S, 2001. A survey of biomass gasification. 2nd edition. Golden, Colorado: The National Renewable Energy Laboratory and The Biomass Energy Foundation.
- Reidhav C, Werner S, 2008. Profitability of sparse district heating. *Applied Energy* 85(9):867-877.
- Rodrigues M, Walter A, Faaij A, 2007. Performance evaluation of atmospheric biomass integrated gasifier combined cycle systems under different strategies for the use of low calorific gases. *Energy Conversion and Management* 48(4):1289-1301.
- Rydstrand M, Martin V, Westermarck M, 2004. Värmedriven kyla. *Svensk Fjärrvärme FOU* 2004:112. Stockholm: Svensk Fjärrvärme.
- Sahlin J, 2007. System aspects of increased Swedish waste incineration. Dissertation No 2582. Chalmers University of Technology. Göteborg.
- Sandborg D, 2006. Inventering av värmelager för kraftvärmesystem. Examensarbete vid Linköpings universitet.
- Sjödén J, Henning D, 2004. Calculating the marginal costs of a district-heating utility. *Applied Energy* 78(1):1-18.
- Skellefteå Kraft, 2008. Information om kraftvärme och bioenergi, se: <http://www.ske-kraft.se/default.aspx?di=1797> (2008-12-01).
- Sköldberg H, 2005. Kraftvärme i framtiden. Elforsk rapport 05:37. Stockholm: Elforsk.
- Stenlund J, 2005. Dimensioning of a hotwater accumulator for Umeå Energis district heating distribution net (Dimensionering av en ackumulatortank för Umeå Energis fjärrvärmesystem). Examensarbete vid Umeå Universitet. (På svenska.)
- Stridsman D, Johnsson J, 2006. Kraftvärmens effektbidrag – en förstudie. Elforsk rapport 06:65. Stockholm: Elforsk.
- Svensson I-L, Moshfegh B, 2008. Absorption cooling - An analysis of the competition between industrial excess heat, waste incineration, bio-fuelled CHP and NGCC. In: Ziebik A, Kolenda Z, Stanek W, editors. *ECOS 20th International Conference*, vol. 2. ECOS, 2008: p. 949-956.
- Swedish District Heating Association (Svensk Fjärrvärme), 2002. Industrial excess heat - processes and potential (Industriell spillvärme - processer och potentialer). Swed-

ish District Heating Association (in Swedish). Available from: <http://www.svenskfjarrvarme.se/index.php3?use=biblo&cmd=detailed&cid=907> (2008-11-24).

Swedish District Heating Association (Svensk Fjärrvärme), 2004. District heating and combined heat and power in the future - prognosis and potential (Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden - prognoser och potentialer). Swedish District Heating Association (in Swedish). Available from: www.svenskfjarrvarme.se (2008-11-22).

Swedish District Heating Association (Svensk Fjärrvärme), 2008. Statistics 2005 (Statistik 2005). Swedish District Heating Association (in Swedish). Available from: www.svenskfjarrvarme.se (2008-11-21).

Swedish Energy Agency (Energimyndigheten) 2007. Energy in Sweden - Facts and figures 2007 (Energiläget i siffror 2007). Swedish Energy Agency, 2007. Available from www.swedishenergyagency.se (2008-11-18).

Tol, RSJ, 2005. The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: An assessment of the uncertainties. *Energy Policy* 33(16):2064-2074.

Trygg L, Amiri S, 2007. European perspective on absorption cooling in a combined heat and power system - A case study of energy utility and industries in Sweden. *Applied Energy* 84(12):1319-1337.

Walter A, Llagostera J, 2008. Feasibility analysis of co-fired combined-cycles using biomass-derived gas and natural gas. *Energy Conversion and Management* 48(11):2888-2896.

Wigbels M, Bøhm B, Sipilä K, 2005. Dynamic heat storage optimisation and demand side management. Annex VII I 2005:8DHC-05.06. IEA DHC/CHP. Available from: www.svenskfjarrvarme.se (2008-11-22).

Woods P et al, 2005. A Comparison of distributed CHP/DH with large-scale CHP/DH. Report 8DHC-05.01. IEA. Available from: www.svenskfjarrvarme.se (2008-11-22).

Zinko H, Gebremedhin A, 2008. Säsongsvärmelager i kraftvärmesystem. Rapport 2008:1. Svensk Fjärrvärme.



Fjärrsyn – forskning som stärker konkurrenskraften för fjärrvärme och fjärrkyla genom ökad kunskap om fjärrvärmens roll i klimatarbetet och för ett hållbart samhälle, till exempel genom att bana väg för affärsmässiga lösningar och framtida teknik. Programmet drivs av Svensk Fjärrvärme med stöd av Energimyndigheten. Mer information finns på www.svenskfjarrvarme.se/fjarrsyn

ENERGIEFFEKTIV BEBYGGELSE OCH FJÄRRVÄRME I FRAMTIDEN

Fjärrvärmebranschens förutsättningar förändras kraftigt och det finns därför starka skäl att vidareutveckla och tillämpa systematiska metoder för att analysera hur efterfrågan av värme i byggnader och industri utvecklas och samverkar med värmetillförseln. För att säkerställa fjärrvärmens roll i ett uthålligt energisystem kommer det att bli viktigare med en transparent och heltäckande miljövärdering. Från miljösynpunkt står inte fjärrvärme och energieffektiv bebyggelse i ett motsatsförhållande till varandra. Energieffektiva delar som kopplas samman i ett effektivt energisystem ger tvärtom ett optimalt utfall.

Men för att kunna utveckla långsiktigt hållbara fjärrvärme- och byggsektorer krävs en utökad samverkan mellan fjärrvärmebransch, fastighetsbransch och den övergripande samhällsplaneringen. Fjärrvärmebranschen behöver kunskap om sina kunder, också i detalj om aktuell byggnadsstatus och bostadsbolagens åtgärdsplaner, samtidigt som bygg- och fastighetssektorn behöver kunskap om fjärrvärmens förutsättningar och möjligheter att på lång sikt fortsätta att leverera tillförlitlig värme med minsta möjliga miljöpåverkan.

Rapporten redovisar fyra delprojekt och en syntes som ger en sammanhållen systemsyn för fjärrvärmens framtida utmaningar på såväl användar- som produktionsidan. Innehållet är brett och vänder sig till fjärrvärmechefer och produktionsansvariga, men också till personer som arbetar med energitjänster och miljöfrågor i fjärrvärmebranschen.

