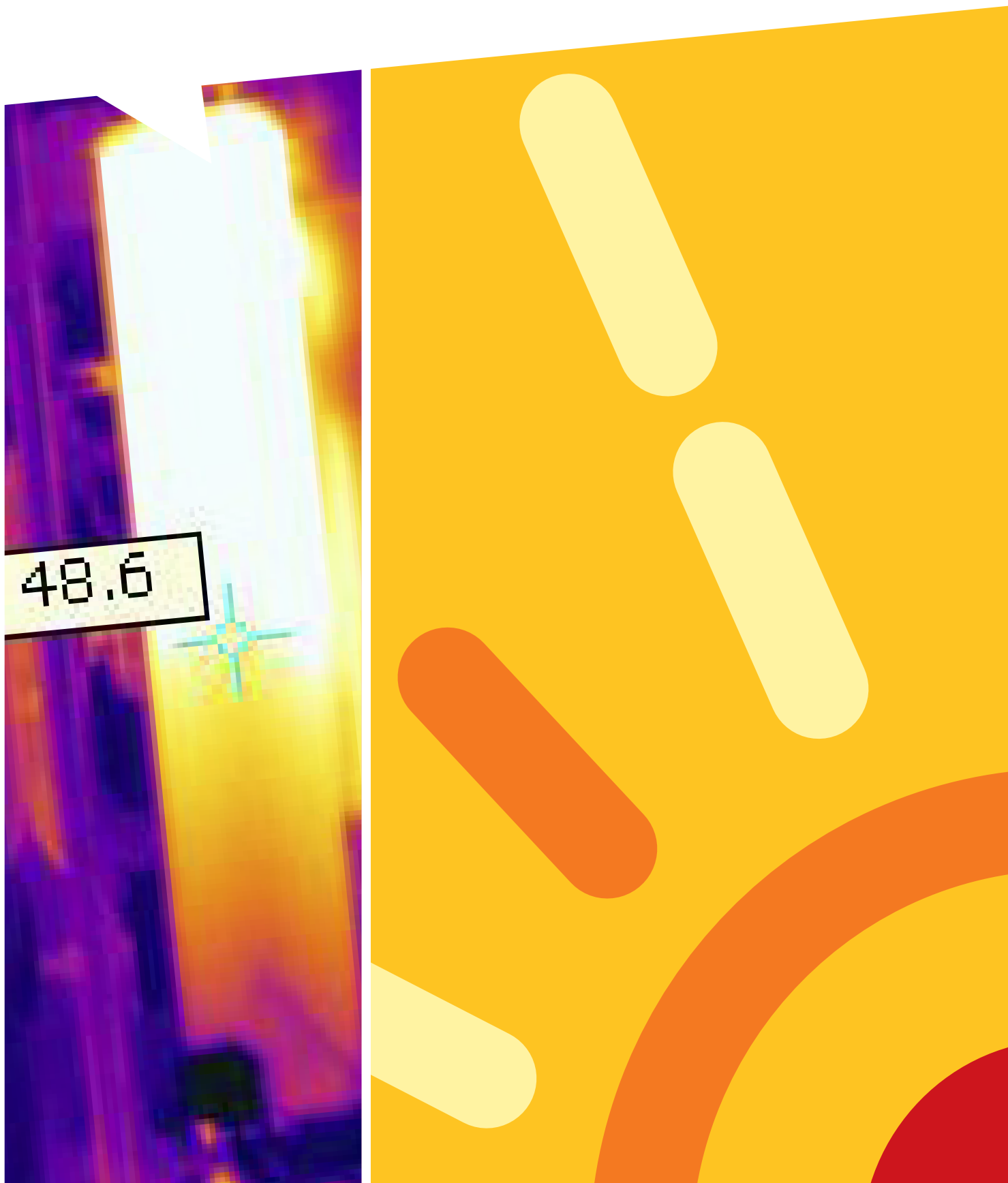


# ENERGIKLASSNING AV FJÄRRVÄRMECENTRALER



RAPPORT 2011:10





# ENERGIKLASSNING AV FJÄRRVÄRMECENTRALER

BEDÖMNING AV EFFEKTIVISERINGSPOTENTIAL OCH  
FÖRSLAG TILL METOD FÖR ENERGIKLASSNING

ANNA BOSS

ISBN 978-91-7381-078-4

© 2010 Svensk Fjärrvärme AB

## FÖRORD

I provningen av fjärrvärmecentraler som underlag till certifiering är det framför allt prestanda och funktion hos nyproducerade centraler som provas. Fjärrvärmecentralens energieffektivitet har historiskt sätt inte behövt bedömas eftersom eventuellt värmeläckage har ansetts komma byggnaden till godo. Detta förhållningssätt har med tiden ändrats med Boverkets regler kring energihushållning.

I det här projektet har energihushållning och att ta tillvara erfarenheter från andra länder och deras syn på energiklassning varit viktigt. Det har också varit angeläget att bedöma och vikta olika delar, för att få fram en metod som är anpassad till befintliga Svenska certifieringsregler. Syftet har varit att främja teknikutveckling mot energieffektivitet utan att tillföra nya kostnader för leverantörer av fjärrvärmecentraler.

Arbetet har genomförts av Anna Boss, initierat av Svensk Fjärrvärmes expertgrupp inom kundcentraler. Projektet har haft en referensgrupp bestående av Gunnar Nilsson Göteborg Energi, Hans Lund Fortum, Hans Dahlbäck Mälarenergi, Lars-Göran Nilsson Lunds Energi, Lars-Ove Gustafsson Linköping Energi, Patric Jönnervik Jönköping Energi, Hans Engström Luleå Energi och Conny Håkansson Svensk Fjärrvärme.

Projektet ingår i forskningsprogrammet Fjärrsyn som finansieras av Energimyndigheten och fjärrvärmebranschen. Fjärrsyns mål är att bland annat att utveckla tekniken och att driftoptimera fjärrvärme och fjärrkyla för att stärka konkurrenskraften genom en mer anpassad och behovsstyrd forskning.

Bo Johansson  
Ordförande i Svensk Fjärrvärmes teknikråd

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

## SAMMANFATTNING

Energieffektivisering och miljöpåverkan har fått allt större uppmärksamhet under senare år, bland annat genom energiklassning och direktiv på EU-nivå för flera energianvändande produkter. Det arbetas bland annat med direktiv för energieffektiva varmvattenberedare, men fjärrvärme har exkluderats där. I Sverige finns sedan 1999 ett system för certifiering av fjärrvärmecentraler. Där bedöms funktion och prestanda. Några parametrar som ingår, t.ex. returtemperatur, har betydelse för energianvändning, men en helhetsbild av energieffektivitet har hittills saknats.

Syftet med det här projektet har varit att bedöma potentialen för energieffektivisering hos fjärrvärmecentraler och ge förslag till en metod för energiklassning. Utgångspunkten har varit fjärrvärmecentraler som är vanliga i Sverige, både för småhus och flerbostadshus, och svenska fjärrvärmenät. Flera faktorer som kan påverka energianvändning har analyserats:

- Värmeförluster
- Elanvändning
- Returtemperatur
- Maximal fjärrvärmeeffekt

För bedömning av betydelse av returtemperatur och maximal fjärrvärmeeffekt har hänsyn tagits till hur andra delar av fjärrvärmenätet påverkas av fjärrvärmecentralens prestanda. Potentialen för effektivisering av de mest energianvändande fjärrvärmecentralerna bedömdes vara omkring 5-10 % av årligt värmebehov, räknat i primärenergi eller klimatpåverkan. För detta har alla faktorerna ovan betydelse. Därför föreslås ett energiklassningssystem där de alla ingår.

Förslaget inkluderar metoder för att mäta och bedöma enskilda parametrar samt för att väga samman delresultat till en energiklass. I första hand föreslås provmetoder som används vid certifiering för att kunna samordna certifiering och energiklassning. Europeiska standarder föreslås vidare för att underlätta en eventuell gemensam energiklassning i Europa i framtiden. Förslaget innebär bedömning av följande parametrar:

- Värmeförluster från varm fjärrvärmecentral
- Värmeförluster från varmvatten vid stabiliseringstid
- Elanvändning i pump
- Returtemperatur vid värmelast
- Returtemperatur vid varmvattentappning
- Funktion för effektminskning

Var och en dessa poängsätts och vägs sedan samman till en energiklass i skalan A-G.

## SUMMARY

Energy efficiency and environment have gained increasing attention during recent years. Within the European Union energy labelling and directives concerning energy using products are being prepared. One example is a directive on water heaters, but district heating has been excluded from this. In Sweden there is a system for certification of district heating substations since 1999, where performance and functionality are assessed. Some parameters included, e.g. return temperature, influence the energy use, but an overall view of energy efficiency is so far lacking.

The aim of this project has been to assess the potential for improving energy efficiency of district heating substations and to propose a method for energy labelling. The basis is district heating substations customary among Swedish detached houses and multifamily houses, and Swedish district heating networks. Several parameters possibly influencing the energy use have been analysed:

- Heat losses
- Electrical energy use
- Return temperature
- Maximum thermal power

In order to assess the importance of return temperature and maximum thermal power, influence from the substation performance on other parts of the district heating network has been considered. The potential improvement of the most energy using substations was estimated to roughly 5-10 % of annual heat demand, calculated as primary energy or climate change. To achieve this all the parameters listed above are relevant. Therefore an energy labelling system including all of them is proposed.

The proposal includes methods on how to measure and assess separate parameters as well as how to summarise the partial results. Primarily test methods used in the certification procedure are suggested in order to allow coordination of the two systems. European standards are further suggested in order to facilitate a possible joint system for energy labelling in the future. The proposal implies assessment of:

- Heat losses from hot substation
- Heat losses from domestic hot water during temperature stabilisation
- Use of electrical energy in circulators
- Return temperature at dimensioning heat demand
- Return temperature at dimensioning demand of domestic hot water
- Function for limitation of thermal power

Each of these parameters should be given a grade and then be weighted together into an energy label on the scale A-G.

# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>8</b>
1.1	BAKGRUND	8
1.2	VAD PÅVERKAR ENERGIEFFEKTIVITETEN?	8
1.3	OMFATTNING AV ENERGIKLASSNINGSSYSTEM	9
1.4	HUR BLIR FJÄRRVÄRMECENTRALER MER ENERGIEFFEKTIVA?	9
<b>2</b>	<b>POTENTIAL FÖR ENERGIEFFEKTIVISERING</b>	<b>11</b>
2.1	METOD FÖR ANALYS	11
2.2	MINSKADE VÄRMEFÖRLUSTER	12
2.2.1	Värmeförluster från växlare till värmesystem och gemensamma delar	12
2.2.2	Värmeförluster för varmvattenberedning	14
2.3	MINSKAD ELANVÄNDNING	20
2.4	LÄGRE RETURTEMPERATUR	22
2.5	MINSKAD MAXIMAL VÄRMEEFFEKT	24
2.6	SAMMANSTÄLLNING – VILKA PARAMETRAR ÄR VIKTIGA	25
<b>3</b>	<b>FÖRSLAG TILL METOD FÖR ENERGIKLASSNING</b>	<b>28</b>
3.1	PROVMETODER OCH POÄNGSKALOR	28
3.1.1	Värmeförluster	28
3.1.2	Elanvändning	32
3.1.3	Returtemperatur	32
3.1.4	Värmeeffekt	33
3.2	TOTAL ENERGIKLASS FÖR EN FJÄRRVÄRMECENTRAL	34
<b>4</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>36</b>

# 1 INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

För ett väl fungerande fjärrvärmenät och nöjda kunder är det viktigt att fjärrvärmecentraler har god funktion och håller förväntad prestanda. Sedan 1999 finns ett system för certifiering av fjärrvärmecentraler, där Svensk Fjärrvärme i samarbete med SP ställer krav på funktion, utförande och dokumentation (F:103/SPCR 113) (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 2009; Svensk Fjärrvärme 2009). Det har lett till en standardisering och bidragit till att produkterna håller en viss prestanda. Bland de tekniska aspekter som bedöms kan nämnas varmvattentemperatur och tid för att erhålla en stabil nivå, kapacitet för värme och varmvatten samt returtemperaturer. Det har varit fokus på funktion och säkerhet, medan energieffektivitet och miljöaspekter inte har adresserats direkt, även om returtemperaturer och snabb leverans av varmvatten har betydelse för detta.

Miljö, i första hand klimatförändringar, och energieffektivitet har fått allt större uppmärksamhet under senare år. Inom EU pågår arbete med krav och energiklassning för energianvändande produkter (ekodesigndirektivet), där allt från lampor till pumpar och varmvattenberedare bedöms. Fjärrvärmecentraler ingår inte i nuläget, men det finns ändå anledning att införa en bedömning av energieffektivitet i Sverige. Det har tidigare gjorts studier i Danmark med syfte att införa energiklassning, men något system har ännu inte införts. I Finland har en förstudie gjorts. Det diskuteras även inom Euroheat & Power att ta fram ett europeiskt system för energiklassning, men det ligger fortfarande några år framåt i tiden.

## 1.2 Vad påverkar energieffektiviteten?

Det finns olika sätt att energieffektivisera och det är inte säkert att alla åtgärder ger önskat resultat i ett systemperspektiv. Exempelvis skulle en liten minskning i energianvändning i fjärrvärmecentralen kunna leda till ett större effektbehov under en kortare tid, vilket i sin tur skulle kunna minska totalverkningsgraden i fjärrvärmesystemet. I den här studien undersöks potentialen för olika sätt att effektivisera och förslag till en metod för energiklassning ges med stöd av detta. De parametrar som påverkar energieffektiviteten och som har behandlats i den här studien är:

- Värmeförluster
- Elanvändning (i cirkulationspump)
- Returtemperatur
- Maximal fjärrvärmeeffekt

Energieffektiviteten påverkas förstås i hög grad av produktion och distribution samt av byggnaden där fjärrvärmecentralen installeras, men här har fokus varit



fjärrvärmecentralens roll. För att få ett systemperspektiv har skillnader mellan effektiva och mindre effektiva centraler jämförts och satts i relation till total energianvändning i byggnader.

### 1.3 Omfattning av energiklassningssystem

Det energiklassningssystem som föreslås är tänkt att gälla standardiserade fjärrvärmecentraler för både småhus och flerbostadshus. Den typ av fjärrvärmecentral som främst har varit i åtanke är med värmeväxlare mellan fjärrvärme och byggnadens värmesystem samt med värmeväxlare (genomströmningsberedning) för varmvatten, d.v.s. samma typ som omfattas av befintligt certifieringssystem. Det är möjligt att energieffektiviteten kan förbättras ytterligare genom andra typer av centraler, men då påverkas troligen också funktion eller andra förutsättningar. Går utvecklingen mot någon helt annan typ av fjärrvärmecentraler kan systemet för energiklassning revideras för att passa dessa.

### 1.4 Hur blir fjärrvärmecentraler mer energieffektiva?

De flesta fjärrvärmecentraler på den svenska marknaden är i stort sett oisolerade och kan därför väntas ha stora värmeförluster. Det har tidigare varit vanligare med isolering och i exempelvis Danmark är centralerna normalt isolerade. Hur varmhållning i småhuscentraler sker, för att hålla den redo för varmvattentappning under sommaren när inget värmebehov förekommer, påverkar också förlusterna. Elanvändning skiljer mycket mellan olika typer av cirkulationspumpar. På senare år har effektiva pumpar med tryckstyrd varvtalsreglering utvecklats.

Returtemperaturen beror dels på byggnadens värmesystem, dels på värmeväxlarnas prestanda. Vid certifiering ställs krav på returtemperatur vid maximal kapacitet. Detta kan vara lämpligt att inkludera även vid energiklassning, då returtemperatur påverkar fjärrvärmens totala energieffektivitet genom verkningsgrad vid produktion och flödesbehov i distributionsnätet. Det är också önskvärt att minimera variationer i effektuttag från fjärrvärmenät för att kunna utnyttja kapacitet i produktion och distribution på bästa sätt. Behoven varierar dels med årstiden och det har en fjärrvärmecentral inte möjlighet att påverka. Dels varierar det över dygnet, där det största behovet vanligen inträffar på morgonen med mycket användning av tappvarmvatten. Dagensvariationer skulle kunna minskas till exempel genom att minska värmeförlusterna medan tappningar sker eller under en tid på morgonen. Man kan också tänka sig ackumulering för att kunna sprida ut behovet över en längre tid, men det sker i så fall på bekostnad av större värmeförluster.

Energi klassning bör baseras på en skala från produkter med dagens sämsta energieffektivitet till den effektivitet som är praktiskt möjlig utan att påverka funktionen för mycket. Fjärrvärmecentraler enligt dessa nivåer skissas i Tabell 1.

Tabell 1. Egenskaper för fjärrvärmecentraler med låg respektive hög energiklass

<b>Låg energiklass (G)</b>	<b>Hög energiklass (A)</b>
Oisolerad, stora ytor	Välisolerade rör och komponenter, med skåp, kompakt design
Långsam varmvattenreglering – stabiliseringstid i nivå med dagens certifieringskrav (100 s)	Snabb varmvattenreglering – några få sekunder till stabil temperatur
Cirkulationspump med hög elanvändning (utan varvtalsreglering)	Energieffektiv cirkulationspump (med varvtalsreglering, klarar Ekodesignkrav för 2015)
Höga returtemperaturer – högre än kraven vid certifiering	Låga returtemperaturer – bättre än certifieringskraven
Höga effekttoppar (för stora styrventiler, inga funktioner för att begränsa effekttoppar)	Lägre effekttoppar, funktion för varmvattenprioritering eller andra möjligheter att tidsförskjuta laster

## 2 POTENTIAL FÖR ENERGIEFFEKTIVISERING

### 2.1 Metod för analys

För att skapa ett system för energiklassning som gynnar effektiva åtgärder för minskad energianvändning behöver man försöka få en bild av hur olika förändringar påverkar total energianvändning. Det finns inget entydigt sätt att jämföra de olika parametrarna som nämndes i inledningen:

- Värmeförluster
- Elanvändning
- Returtemperatur
- Maximal fjärrvärmeeffekt

Data om värmeförluster och elanvändning under olika förutsättningar har tagits från andra studier och i viss mån räknats om till årliga värden. Returtemperatur och maximal fjärrvärmeeffekt är mer komplicerat. Där har resonemang förts om hur förändringar påverkar fjärrvärmesystemet utanför fjärrvärmecentralen, d.v.s. produktion och distribution, vilket gett uppskattningar på vilken energi som kan sparas.

Olika former av energi (fjärrvärme och el) har sedan räknats om till primärenergi och klimatpåverkan (koldioxidekvivalenter) för att möjliggöra jämförelser. Detta kräver generaliseringar då varje fjärrvärmesystem är unikt, medan en fjärrvärmecentral ska få en energiklass som gäller oberoende av var den sedan används. För primärenergi har faktorer från regeringens utredning *Ett energieffektivare Sverige* (Bruce 2008) använts (1,0 för fjärrvärme och 2,5 för el). För klimatpåverkan har beräkningar gjorts utifrån nordisk el respektive genomsnittlig svensk fjärrvärme (allokerat enligt alternativproduktionsmetoden) (85 och 118 g CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kWh för fjärrvärme respektive el) (Wahlström 2008; Energimarknadsinspektionen 2010).

Analysen ger alltså inga exakta mått och generella sanningar. Syftet är att det ska ge vägledning om vilka parametrar som bör bedömas i ett energiklassningssystem. Det ska visa om några energieffektiviseringsåtgärder har mycket större betydelse än andra eller om det finns parametrar som har försumbar betydelse.

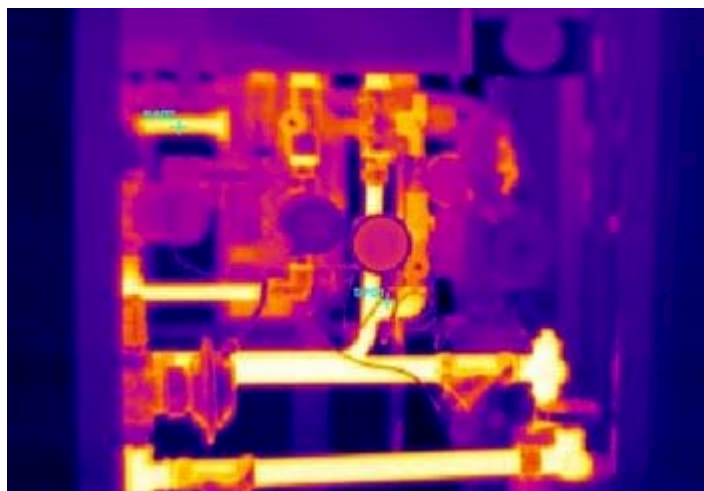
## 2.2 Minskade värmeförluster

Att minska värmeförluster genom att isolera bättre är antagligen det mest uppenbara sättet att energieffektivisera en fjärrvärmecentral. De flesta nya fjärrvärmecentraler i Sverige är i stort sett oisolerade. I Danmark har utredningar gjorts om energiklassning (Holm Christiansen 2003; Holm Christiansen 2005) och där lades stort fokus på värmeförluster. I Danmark är det också vanligare att fjärrvärmecentraler isoleras. Förutom isoleringen påverkar också temperaturnivån i fjärrvärmecentralen och yttorlekar värmeförlusterna. Värmeförlusterna i en fjärrvärmecentral kan delas upp i värmeförluster för växlare till värmesystem och gemensamma delar respektive värmeförluster för varmvattenberedning.

### 2.2.1 Värmeförluster från växlare till värmesystem och gemensamma delar

I det danska projektet *Energimärkning av fjernvarmeunits – et pilotprojekt* (Holm Christiansen 2003) mättes förluster vid konstant temperatur, 50 °C skillnad mellan fjärrvärmecentral och omgivning. Mätningar gjordes på två centraler med värmeväxlare mellan primärsida och sekundärsida, system 5 (enligt deras beteckningar, som på varmvattensidan hade varmvattenberedare) och system 6 (med direktväxling för varmvatten). Därefter gjordes beräkningar av årliga värmeförluster.

Båda centralerna hade isolerad värmeväxlare, men oisolerade rör och kopplingar. System 5 hade ett relativt tätslutande skåp och system 6 hade ett skåp med öppningar. För system 6 gjordes också en mätning efter att rören isolerats (dock inte böjar, ventiler etc.).



Figur 1. Exempel på fjärrvärmecentral som undersöktes i det danska projektet (termograferingsbild). (Holm Christiansen 2003)

Beräkningarna av årlig värmeförlust är uppdelade på vinter och sommar, 245 respektive 120 dagar. Vidare baseras de på vanligen förekommande temperaturer i danska fjärrvärmenät, 70 °C fram på vintern och 60 °C på sommaren respektive 40 °C i returtemperatur, värmesystem med temperatur 35 °C – 65 °C och omgivningstemperatur 20 °C. Svenska fjärrvärmenät har vanligen högre temperaturer än danska och förlusterna blir därför större. Om framledningstemperaturen är 90 °C istället för 70 °C på vintern blir differensen mot rumstemperatur och därmed värmeförlusten 40 % större. Andra delar av centralen (retur och sekundärsida) är inte så mycket varmare. För att få mer representativa förluster för centraler i svenska fjärrvärmenät görs här en grov uppskattning genom att räkna upp värmeförlusterna från det danska projektet med 30 %.

Förluster i hela centralerna exklusive varmvattenberedare/varmvattenväxlare har sammanställts i Tabell 2.

Tabell 2. Värmeförluster i fjärrvärmecentral exklusive varmvattenberedare/varmvattenväxlare enligt dansk utredning. (Holm Christiansen 2003)

<b>Fjärrvärmecentral</b>	<b>Uppmätt värmeförlust vid 50 °C differens [W]</b>	<b>Årlig värmeförlust beräknad i det danska projektet [kWh]</b>	<b>Årlig värmeförlust uppräknad med 30 % för svenska nät [kWh]</b>
1. ”System 5” Isolerad växlare, oisolerade rör och kopplingar, relativt tätt skåp.	220	764	993
2. ”System 6” Isolerad växlare, oisolerade rör och kopplingar, skåp med öppningar.	266	823	1070
3. ”System 6 med isolerade rör”	187	591	768

Central nummer 3 i Tabell 2 har isolerad växlare och till största delen isolerade rördelar samt ett skåp runt om. Den utgör den produkt som har minst värmeförluster även om ytterligare besparingar skulle kunna göras genom att isolera även rörböjar, ventiler etc., använda ett tätare skåp (enligt ”system 5”) och använda effektivare isolering.

Störst värmeförluster har central 2. Många centraler på den svenska marknaden saknar dock både skåp och isolering på växlaren. I en fortsättning på ovan nämnda

danska projekt (Holm Christiansen 2005) gjordes bl. a. en jämförelse mellan centraler med och utan skåp. Där visades att en sådan kunde minska förlusterna med 25-35 %. Räknas ovanstående värden upp i motsvarande grad skulle värmeförlusten för central 2 vara 1530 kWh per år. Med oisolerad växlare skulle den bli ännu större.

En del av värmeförlusterna kan dock tas tillvara om fjärrvärmecentralen är placerad i ett utrymme som ändå ska värmas upp. En stor del av ”förlusterna” från fjärrvärmecentralen tillförs ofta som uppvärmning och minskar därigenom behovet från radiatorer eller motsvarande. I Tabell 3 har de största och minsta värmeförlusterna, enligt resonemanget ovan, sammanställts och jämförts. Omräkning har gjorts till primärenergi och klimatpåverkan, där en återvinningsgrad på 70 % av värmeförlusterna har antagits. Som synes ligger skillnaden på en faktor 2 mellan högsta och lägsta värde.

Tabell 3. Största och minsta årlig värmeförlust från växlare till värmesystem och gemensamma delar samt omräknat till primärenergi.

	Värmeförlust [kWh]	Primärenergi [kWh]	Klimatpåverkan [kg CO <sub>2</sub> - ekvivalenter]
Största värmeförlust	1530	460	39
Minsta värmeförlust	770	230	20
Skillnad	760	230	19

Värmeförlusterna beror av temperaturskillnaden i fjärrvärmecentralen mot rummet, av ytstorleken och av värmeledningen mellan vatten och luft (isolering). Om byggnadens värmebehov minskar kommer inte förlusterna från centralen att minska i samma omfattning. Temperaturen till värmesystemet kan sänkas, men i primärsidans framledning hålls ungefär samma temperatur så länge värmebehov föreligger. Därmed får fjärrvärmecentralens värmeförluster relativt sett större betydelse vid minskat värmebehov.

### 2.2.2 Värmeförluster för varmvattenberedning

Värmeförluster för varmvattenberedning är mer komplicerat att beräkna än för radiatorvärme på grund av stora variationer mellan tappningar och under tomgångsperioder. Förlusterna kan delas upp i:

- Förluster vid stabil tappning
- Förluster under tiden från att tappning påbörjas tills vatten med stabil temperatur vid rätt nivå erhålls – stabiliseringstid

- Förluster vid tomgång, med varmhållningsfunktion för småhuscentraler eller med varmvattencirkulation i flerbostadshus

Olika sätt att mäta, beräkna och uppskatta de olika delarna kan ge stora skillnader i resultat. Här ges några exempel för småhuscentraler som visar på vilka storleksordningar det kan röra sig om och indikerar bland annat i vilken grad isolering kan påverka förlusterna.

### **Uppskattning av årliga förluster för central med förbigång för varmhållning**

I den danska förstudien (Holm Christiansen 2003) mättes förluster från varmvattenberedare på samma sätt som för värmedelen enligt ovan, men för varmvattenproduktion genom direktväxling kunde den metoden inte användas. Istället gjordes en uppskattning av värmeförlusten baserat på komponenternas dimension. Komponenterna för varmvatten var oisolerade och centralen hade en förbigång för varmhållning.

Eftersom temperaturen i växlaren sjunker mellan tappningarna uppskattades att genomsnittlig temperaturskillnad under ett år mellan växlare och omgivning var 10 % av skillnaden mellan tappvattentemperatur och omgivningstemperatur, d.v.s. 3,5 °C.

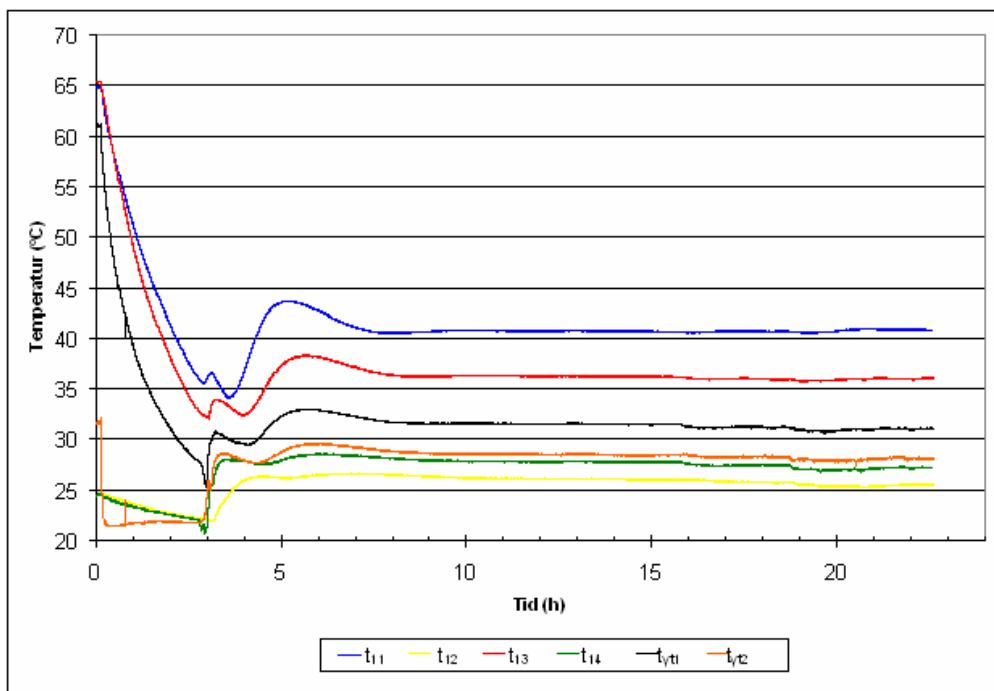
Värmeförlusten uppskattades vid 50 °C temperaturskillnad till 90 W för växlaren och anslutande rör. Årlig värmeförlust beräknades till 50 kWh. Till detta bör också läggas förluster under sommaren för gemensamma delar för värme och varmvatten, då radiatorvärme är avstängd. Denna förlust beräknades till 129 kWh med oisolerade rör respektive 99 kWh med isolerade rör. Totalt ger detta årliga förluster om **180 kWh** respektive **150 kWh**.

### **Mätning och simulering av förluster vid tomgång för central med varmhållning genom varmvattenväxlaren**

För en fjärrvärmecentral med varmhållningsfunktion integrerad med varmvattenregleringen hålls vattnet i växlaren varmt mellan tappningar. SP (Alsbjer 2009) har gjort mätningar av temperaturer hos en sådan fjärrvärmecentral, utan isolering, under tomgångsprov (se Figur 2). Temperaturerna vid fjärrvärmecentralens anslutningar under stabilt tillstånd var 36 °C och 27 °C vid framledning respektive retur. Flödet uppskattades till 6 l/h. Värmeförlusten kan därmed beräknas till ungefär 63 W.

Under årstider med värmebehov hålls de för värme och varmvatten gemensamma ledningarna varma för produktionen av radiatorvärme. För att hålla växlaren för varmvatten varm blir det ändå vissa förluster i växlaren och i anslutningsrören till denna. Växlarens ytemperaturer nära respektive anslutning uppmättes till 31 °C och 28 °C. Om det antas att hälften av förlusterna mellan fjärrvärmecentralens

anslutningar och växlaren härrör från de gemensamma ledningarna och hälften till varmvattenväxlarens anslutningar, beräknar vi förlusten för varmhållning av varmvattenväxlare och anslutande rör (d.v.s. exklusive gemensamma rör) till 42 W. Årlig tomgångsförlust med samma uppdelning mellan vinter och sommar som ovan (245 respektive 120 dagar) kan därmed uppskattas till **430 kWh**.



Figur 2. Tomgångsprov på en småhuscentral. Mätpunkter för temperaturer:  $t_{11}$  och  $t_{12}$  vid provriggens mätpunkter fram respektive retur, enligt certifieringsprovning ett par meter ifrån centralen.  $t_{13}$  och  $t_{14}$  vid centralens anslutningspunkter fram respektive retur.  $t_{yt1}$  och  $t_{yt2}$  yttemperatur vid vardera värmväxlaranslutning. (Alsbyer 2009)

Detta är mer än dubbelt så stor förlust jämfört med den danska uppskattningen, vilken dessutom ska inkludera förluster under tappning. Det kan förklaras med att den uppmätta genomsnittliga temperaturen i fjärrvärmecentralen är ungefär 11 °C över rumstemperaturen, medan det i den danska uppskattningen antogs skilja 3,5 °C mot omgivningen. Dessutom hade centralen i den danska studien en förbigång för varmhållning, medan varmhållning i SPs utvärdering gick genom växlaren, vilket rimligen ger en större yta och därmed större förlust.

Wollerstrand (Wollerstrand 2010) har utifrån ovan nämnda mätningar gjort simuleringar för att beräkna hur mycket förlusterna kan minskas genom isolering av rören. Genom att använda samma mätpunkter och antaganden som ovan kan förlusterna utifrån simuleringen beräknas till 33 W på sommaren respektive 22 W på vintern, vilket ger den årliga värmeförlusten **220 kWh**. Dessa data pekar alltså på att

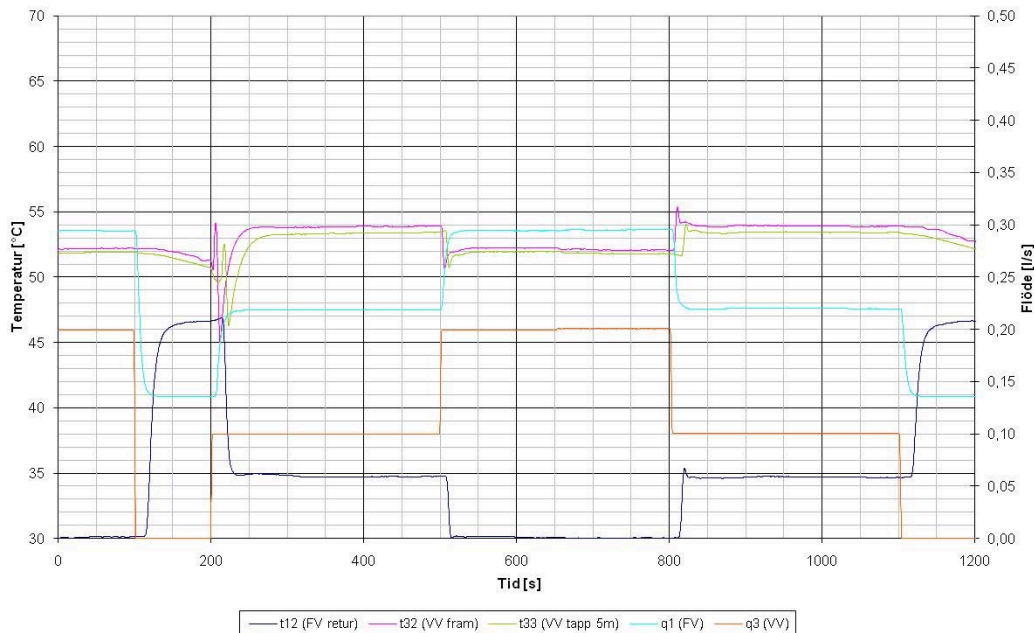


värmeförlusterna vid tomgång kan halveras genom isolering av rören. Både denna simulering och den danska beräkningen visar alltså på goda resultat av att isolera.

Dessa mätningar och beräkningar visar på vad som sker i fjärrvärmecentralen. Utvidgas perspektivet till serviceledningar (eller större del av fjärrvärmenätet) blir det mer komplicerat. Varmhållningsfunktionen finns för att hålla serviceledningen tillräckligt varm så att centralen kan ge varmvatten snabbt. Hålls temperaturen låg vid centralens framledning där serviceledningarna är långa finns risk att det tar för lång tid att få varmvatten. Att minimera förlusterna i centralen genom isolering är positivt, men temperaturen behöver hållas på en tillräcklig nivå, vilken beror av serviceledningarnas volym. Att bara se till minimerade förluster i fjärrvärmecentralen kan därför ge negativa konsekvenser på funktionen. Temperaturnivå vid centralens anslutning mot framledningen bör bestämmas av serviceledningarna vid aktuell installation.

#### **Uppskattning av förluster vid temperaturstabilisering för tappning**

En förlust som inte ingår i datan ovan är det varmvatten som tappas från att en kran öppnas tills varmvatten av rätt temperatur och stabilitet erhålls. Svensk Fjärrvärmes certifieringsregler F:103-7 (Svensk Fjärrvärme 2009) föreskriver en stabiliseringstid på maximalt 100 s vid dynamisk provning. De flesta certifierade fjärrvärmecentraler ger stabil temperatur efter 10-50 s (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 2007-2011). Exempel på dynamisk provning ges i Figur 3. Den orangea kurvan representerar tappflöde, den rosa och gröna varmvattentemperatur vid centralens anslutning respektive vid ett tappställe.



Figur 3. Dynamisk provning av tappvarmvatten där insvängningsförlopp vid varierande tappflöde visas. (Boss 2010)

Uppskattning görs av dessa förluster under ett år med 10 tappningar per dag, tappvattenflöde på 0,1 l/s och 40 °C skillnad mellan kall- och varmvatten. Full effekt ges inte under insvängningstiden och tappvattnet kan ofta användas innan temperaturen är helt stabil genom att temperaturen jämnas ut i blandare. Genomsnittlig förlorad effekt under stabiliseringstiden antas vara en fjärdedel av effekten vid stabilt läge. Detta ger årlig värmeförlust **210 kWh** vid 50 s stabiliseringstid respektive **40 kWh** vid 10 s stabiliseringstid. Skillnaden ligger på nästan samma nivå som för tomgång. Också här finnas alltså en möjlighet att effektivisera, speciellt om man utgår från den nivå som föreskrivs i certifieringsreglerna vilken är ännu högre.

### Mätning av årliga förluster genom standardiserad tappcykel

Ett annat sätt att mäta förluster för varmvattenberedning är att köra en cykel med varmvattentappningar som motsvarar normal förbrukning. En sådan metod finns föreslagen från den europeiska utredningen om energianvändande produkter (Ekodesign), Annex IV (European Commission 2008). Den är egentligen inte avsedd för fjärrvärme, men den är ändå möjlig att tillämpa för det. En fördel med den metoden är att den tar hänsyn till förluster såväl vid tomgång som vid tappning och även vid start av tappning tills varmvatten av acceptabel temperatur erhålls.

SP har tidigare (på uppdrag av Energimyndigheten) utvärderat varmvattenberedning hos en fjärrvärmecentral enligt ovanstående metod (Alsbjer 2009), i kombination med prEN255-3 (CEN 2008). Fjärrvärmens framledningstemperatur var 80 °C och varmvattentemperaturen 60 °C. Det var en småhuscentral med genomströmningsberedning och varmhållning genom varmvattenväxlaren. Mätningen resulterade i en verkningsgrad på 91 %, vilket innebär den energimängd som fås ut som varmvatten av acceptabel temperatur i förhållande till fjärrvärme (egentligen primärenergi men då faktorn 1,0 använts blir det samma tal) som förbrukas under ett representativt dygn. I den här metoden räknas 32 % av de årliga förlusterna av som återvunnet till husets värmesystem. Å andra sidan ingår förluster i rördelar gemensamma för värme och varmvatten. Räknas verkningsgraden om till årlig värmeförlust utifrån Annex IV blir denna **253 kWh**.

#### **Sammanställning av potential för minskade förluster**

Det går inte direkt att jämföra alla ovanstående värden då olika metoder använts där olika typer av förluster bedöms. Som nämndes ovan är de uppmätta förlusterna från SPs mätning vid tomgång större än förluster som uppskattats för både tappning och tomgång i den danska utredningen. Vid tappning är temperaturskillnaden mot omgivningen större än vid tomgång. För den central SP mätte på där temperaturskillnaden mot omgivningen vid tomgång var c:a 11 °C bör förlusten vid tappning vara i storleksordningen 3-5 gånger större. Däremot sker tappning i småhus under en liten andel av tiden. Förlusterna vid tomgång kan också skilja mer än vid tappning mellan olika centraler då varmhållningsfunktionen kan konstrueras på olika sätt (flöde genom varmvattenväxlaren eller förbigång).

För att visa på potential till minskade värmeförluster behövs jämförbara data som representerar funktioner som kan utgöra skillnad. Därför har valet gjorts att fokusera på förluster vid tomgång och förluster vid temperaturstabilisering för tappning, vilka skiljer mycket mellan olika produkter.

I Tabell 4 nedan sammanställs den största och den minsta värmeförlusten från tomgång utan respektive med isolering. Vid omräkning till primärenergi och klimatpåverkan har också antagits 70 % värmeåtervinning under vintern, samma nivå som för förluster i värmesystemet enligt föregående avsnitt (2.2.1). I Tabell 5 görs motsvarande jämförelse för stabiliseringstid.

Tabell 4. Största och minsta årlig värmeförlust från tomgång samt omräknat till primärenergi och klimatpåverkan.

	<b>Värmeförlust [kWh]</b>	<b>Primärenergi [kWh]</b>	<b>Klimatpåverkan [kg CO<sub>2</sub>- ekvivalenter]</b>
Största värmeförlust (utan isolering)	430	260	22
Minsta värmeförlust (med isolering)	220	130	11
Skillnad	200	60	5

Bland provade och certifierade fjärrvärmecentraler finns produkter som har hållit högre temperaturer (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut 2007-2011) än det som uppmättes i det här referensfallet. Det finns också centraler med varmhållning via förbigång istället som i referensfallet genom varmvattenväxlaren. Därför är spannet i verkligheten ännu större än vad Tabell 4 visar.

Tabell 5. Värmeförluster vid temperaturstabilisering för tappvarmvatten.

	<b>Värmeförlust [kWh]</b>	<b>Primärenergi [kWh]</b>	<b>Klimatpåverkan [kg CO<sub>2</sub>- ekvivalenter]</b>
Värmeförlust vid 50 s stabilisering	210	110	10
Värmeförlust vid 10 s stabilisering	40	20	2
Skillnad	170	90	8

I hus med vvc (flerbostadshus) har inte fjärrvärmecentralens utformning så stor betydelse för tomgångsförlusterna eftersom temperaturen inte bestäms av centralen. Ledningslängd och isolering har viss påverkan.

### 2.3 Minskad elanvändning

Genom att välja rätt dimensionerade och effektiva pumpar för cirkulation av värme och ev. tappvarmvatten kan elanvändningen minskas. Finns elektronisk reglering i centralen förbrukar den förstås också el, men pumpen använder normalt betydligt mer.



Figur 4. Cirkulationspump. (Boss 2010)

SP har undersökt energianvändning hos 15 cirkulationspumpar för villor (Energimyndigheten 2007; Ruud 2007) och 11 för flerbostadshus (Boss 2010; Energimyndigheten 2010) och funnit att skillnaden är stor mellan olika pumpar, framförallt beroende på om de har automatisk varvalsreglering eller inte. I utvärderingen undersöktes i första hand pumpar som idag finns på marknaden, men som referens även gamla pumpar. De gamla pumparna använde mest el. Största och minsta uppmätta eleffekt (vid fullflöde) och beräknad årlig elanvändning för de nya villapumparna visas i Tabell 6.

Tabell 6. Elanvändning hos cirkulationspumpar för villor.

	<b>Eleffekt vid fullflöde [W]</b>	<b>Årlig elanvändning, konstant flöde [kWh]</b>	<b>Årlig elanvändning, variabelt flöde [kWh]</b>
Största elanvändning	71	406	359
Minsta elanvändning	20	118	94

Skillnaden mellan bästa och sämsta ovan är en faktor 3-4. En pump från 1970-talet använde nästan dubbelt så mycket el som den minst effektiva av de nya. I stort sett all den använda elen omvandlas till värme som transporteras ut i radiatorsystemet och kan minska behovet av fjärrvärme. En pump med stort elbehov minskar därför behovet av fjärrvärme jämfört med en pump som använder lite el. För att beräkna primäre energi har pumpens elanvändning multiplicerats med skillnaden mellan primärenergifaktorer för el och fjärrvärme samt motsvarande för klimatpåverkan. Största och minsta värden (i system med variabelt flöde) ges i Tabell 7.

Tabell 7. Största och minsta årlig elanvändning för cirkulationspump samt omräknat till primärenergi och klimatpåverkan.

	<b>Elanvändning [kWh]</b>	<b>Primärenergi [kWh]</b>	<b>Klimatpåverkan [kg CO<sub>2</sub>- ekvivalenter]</b>
Största elanvändning	359	540	12
Minsta elanvändning	94	140	3
Skillnad	265	400	9

Pumparna för flerbostadshus beräknades årligen använda mellan 3400 och 13800 kWh el vid konstantflödessystem respektive mellan 2500 och 10500 kWh vid variabelt flöde, men då pumparna hade olika kapaciteter är den jämförelsen missvisande. Räknas siffrorna istället om i förhållande till pumparnas respektive kapacitet (hydraulisk effekt) ligger förhållandet mellan största och minsta kring en faktor 2. Verkningsgraden är generellt bättre för stora pumpar och skillnaderna vid provningen var mindre mellan de olika produkterna än för de små pumparna. I förhållande till värmebehovet är besparingspotentialen beroende på pump därför mindre i flerbostadshus än i småhus. Dock finns där också pump för varmvattencirkulation, vilken har mindre kapacitet och kan antas ha verkningsgrad i nivå med villapumparna.

## 2.4 Lägre returtemperatur

Lägre returtemperatur från fjärrvärmecentralen gynnar fjärrvärmenätet på flera sätt:

- Mindre värmeförluster i distributionen
- Mindre elanvändning hos pumpar på grund av mindre flöde då skillnaden mellan framlednings- och returtemperatur är större
- Högre verkningsgrad i många typer av produktionsanläggningar – högre elverkningsgrad i kraftvärmeverk, högre värmefaktor i värmepumpar – samt bättre tillvaratagande av spillvärme

Genomsnittlig returtemperatur över ett år i svenska nät är ungefär 47 °C (Werner 2004). Det finns stor potential att sänka detta värde. Ett teoretiskt möjligt värde har ansetts vara 32 °C. Sänkning är beroende av många faktorer i byggnader och fjärrvärmenät. Fjärrvärmecentraler kan bidra till sänkt returtemperatur främst genom prestanda för värmeväxlare. Reglering har också betydelse.

För att uppskatta effekter av sänkt returtemperatur har följande utgångsläge antagits:

- Genomsnittlig framledningstemperatur 80 °C (FVB), retur 47 °C
- El till pumpar i distributionsnätet 2 % av levererad värme (i grundfallet)
- Värmeförluster i distributionsnätet 10 % av levererad värme (i grundfallet)
- Genomsnittlig omgivningstemperatur 6 °C

Utifrån detta grundfall har förenklade beräkningar gjorts för att bedöma effekter av att sänka den genomsnittliga returtemperaturen med 2 °C. Bakgrunden till valet av 2 °C sänkning för jämförelsen är att det skiljer ungefär 1,5 °C vid provning av maximal värmekapacitet och ungefär 4 °C vid maximal varmvattenkapacitet för olika certifierade fjärrvärmecentraler. Vidare har förbättringar av värmeförluster, el till pumpar och verkningsgrad beräknats genom följande metoder/uppskattningar:

- Verkningsgraden i produktion ökar med 1 % vid 2 °C lägre returtemperatur
- Värmeförluster i distribution är proportionellt mot skillnaden mellan medelvärdet av fram- och returtemperatur respektive omgivningstemperatur
- El till distributionspumpar är proportionellt mot flödet upphöjt till tre
- 75 % av tillförd elenergi från distributionspumpar tillgodogörs som värme, vilket innebär att minskad elenergi ersätts med ökad värmeproduktion

Hur verkningsgraden i produktionen påverkas av returtemperatur varierar mycket mellan olika anläggningar. Selinder och Wallentun (Selinder och Wallentun 2009) angav effektiviseringar på 1-2 % i värmeverk, 0-3 % i kraftvärmeverk, 0-3 % i värmepumpar och 10-15 % ökat utnyttjande av spillvärme vid 5 °C sänkt returtemperatur. Mot bakgrund av detta och statistik om hur mycket av olika anläggningar som används i Sverige (Energimarknadsinspektionen 2010) har den genomsnittliga höjningen av verkningsgrad uppskattats till 1 % vid 2 °C sänkning av returtemperatur.

Beräkningarna ger en total skillnad mellan fallen enligt Tabell 8 (för en villa med värmebehov 20 000 kWh), där största delen härrör från produktion, men också en betydande del från pumpenergi i distribution.

Tabell 8. Resultat av sänkt returtemperatur omräknat till primärenergi och klimatpåverkan.

	<b>Minskad returtemperatur [°C]</b>	<b>Primärenergi [kWh]</b>	<b>Klimatpåverkan [kg CO<sub>2</sub>- ekvivalenter]</b>
Skillnad	2	350	23

Effektiviseringspotentialen vid sänkning av returtemperaturen med ett visst antal grader är proportionell mot använd fjärrvärmenergi. Det har alltså lika stor relativ betydelse för ett flerbostadshus som för en villa.

## 2.5 Minskad maximal värmeeffekt

Effektuttagen av fjärrvärme varierar kraftigt under ett år eller ett dygn. För att klara de högsta effekttopparna används produktionsanläggningar som oftast är såväl dyrare och som kräver mer primäre energi och påverkar miljö mer. Dessutom krävs större kapacitet i distributionsnätet. Pumpar kräver mer el när effekten är som störst, men de blir också mindre effektiva vid mer normala effekter/flöden eftersom de då går på dellast.

Främst är det utetemperaturen som styr effektbehovet, men även hur tappvarmvattnet används har stor betydelse. I en Fjärrsynrapport om att sänka effektbehov (Lindén 2009) utreddes olika sätt att minska de största uttagen. Många åtgärder handlar om att optimera driften i aktuella byggnader, anpassa temperatur och ventilation efter verkliga behov, och att se till att vidtagna åtgärder fungerar löpande. Några förslag gäller funktioner som bör finnas i fjärrvärmecentraler, som varmvattenprioritering, att minska eller stänga av värmeförsel när varmvatten tappas. Eftersom det finns en tröghet i värmesystem och byggnad kommer ett kortare avbrott normalt inte att försämra komforten.

Effekten kommer då att minska kraftigt för en enskild konsument. För en villa med dimensionerande varmvattenbehov på 33 kW (enligt F:103-7) och värmebehov på 20 kW (vanlig dimensionering för certifierade småhuscentraler) skulle maxeffekten minska från 53 kW (samtidig värme och varmvatten) till 33 kW (endast varmvatten), dvs. med 38 % om värmeförseln stängs av helt vid varmvattentappning. För ett större område där alla har den funktionen skulle minskningen procentuellt sett inte bli lika stor eftersom varmvattentappningar inte sker samtidigt. För att hålla samma inomhustemperatur behöver lite mer värme tillföras efter tappningarna istället.

Ett annat alternativ är att sänka värmeförseln under en längre period när effektbehovet totalt i nätet är som störst. Detta brukar inträffa på morgnarna när de största varmvattentappningar sker. Exempelvis kan framledningstemperaturen eller flödet i radiatorsystemet sänkas mellan kl. 6 och 9 (Lindén 2009).

Därutöver är det viktigt att fjärrvärmecentralen har rätt kapacitet för byggnaden, t.ex. att styrventiler inte är för stora så att effektuttagen blir ojämna och onödigt höga på grund av dem.

Som exempel har man genom olika åtgärder i fjärrvärmecentraler kunna sänka maximala effektbehov i delar av fjärrvärmenät upp till 5 % (Göteborg, Södertörn)



enligt referensgruppen. En uppskattning av potentialen för energieffektivisering görs genom att utgå från grundfallet med en villa med värmebehovet 20 000 kWh per år utan varmvattenprioritering eller andra funktioner för att styra effektbehovet. Detta jämförs med en minskning av toppeffekt som totalt i nätet ger 5 % lägre toppeffekt. Följande antaganden om hur det påverkar produktion och distribution görs:

- Andelen olja i värmeverk som spetslast halveras (från 2,6 %)
- Distributionspump kan dimensioneras för 5 % lägre maxflöde och verkningsgraden höjs för givet flöde så att årlig pumpenergi minskar med 5 %.

Resultaten av beräkningarna ges i Tabell 9.

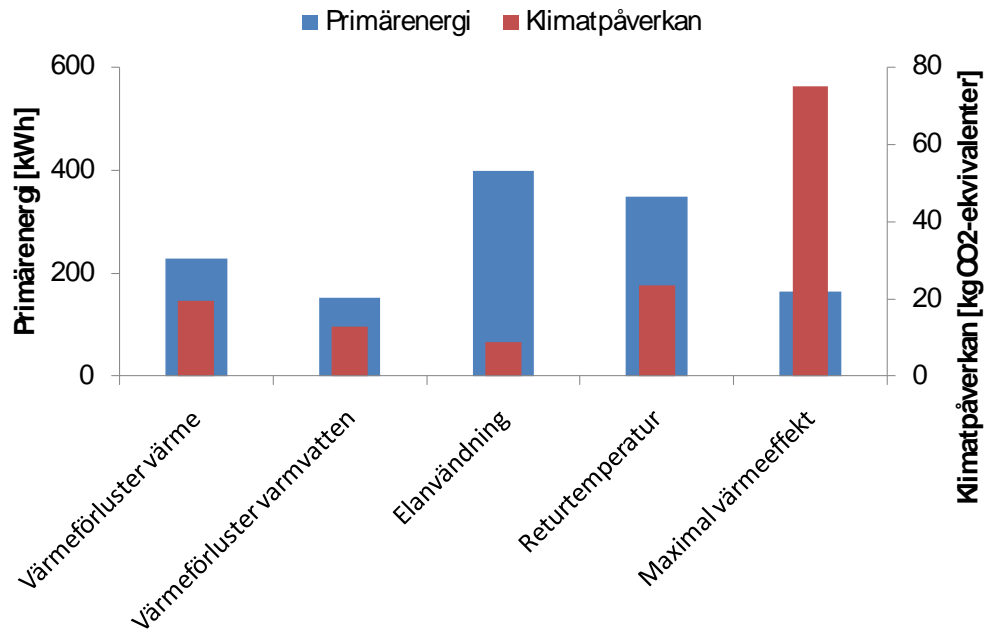
Tabell 9. Resultat av minskad maxeffekt omräknat till primärenergi och klimatpåverkan.

	<b>Minskning av maxeffekt [%]</b>	<b>Primärenergi [kWh]</b>	<b>Klimatpåverkan [kg CO<sub>2</sub>- ekvivalenter]</b>
Skillnad	5	170	75

I ett befintligt fjärrvärmenät kan minskade maxeffekter också ge större kapacitet och möjlighet att ansluta fler kunder.

## 2.6 Sammanställning – vilka parametrar är viktiga

Från analysen kan man se att alla diskuterade parametrar har betydelse för energianvändning och miljöpåverkan. Det finns potential att energieffektivisera på flera sätt. I Figur 5 visas en sammanställning av potentialen till energieffektivisering genom att visa skillnaderna i primärenergi och klimatpåverkan mellan de ”bästa” och de ”sämsta” varianterna enligt ovan.



Figur 5. Sammanställning av potential till energieffektivisering för olika parametrar.

Värmeförluster har i diagrammet delats upp för värme och för varmvatten på grund av att de skiljer sig åt i hur de påverkas av förändringar och i hur mätningar görs.

Här kan man se att effektiviseringspotentialen mätt i primärenergi är av samma storleksordning för alla parametrar, men något större för elanvändning eller för värmeförluster om man slår ihop värmeförluster från radiatorvärme och varmvatten. Mätt i klimatpåverkan är potentialen för energieffektivisering genom sänkt maxeffekt störst. Total potential för energieffektivisering i de undersökta fallen är 5-10 % av en villas värmebehov räknat i primärenergi eller klimatpåverkan.

Analyserna utgår från en villa med årligt värmebehov på 20 000 kWh, genomsnittlig svensk fjärrvärmeproduktion och en rad andra antaganden och uppskattningar. Ändras dessa utgångspunkter ändras också betydelsen av de olika metoderna till energieffektivisering. Framförallt skiljer det mycket mellan olika fjärrvärmenät beroende på vilka produktionsanläggningar och bränslen som används etc. För stor vikt ska alltså inte läggas vid absoluta tal, utan den viktiga slutsatsen är att alla diskuterade parametrar har betydelse och bör värderas vid energiklassning.

För ett **lågenergihus** minskar antagligen förlusterna från produktionen av radiatorvärme genom att hålla en lägre temperatur, men för varmvattenberedning minskar inte förlusterna. Värmeförluster från fjärrvärmecentralen, speciellt från varmvattendelen, blir därmed en större andel av husets värmeanvändning och får större relativ betydelse. Använder man samma pump får pumpens elanvändning

också större betydelse, för ett lågflödessystem bör pumpen dimensioneras utifrån det lägre flödet. Returtemperaturen blir lägre om temperaturen i husets värmesystem är lägre. Maxeffekten i förhållande till årligt energibehov blir däremot större eftersom värmebehovet är mindre medan lika mycket effekt tas ut vid varmvattentappningar.

I **flerbostadshus** skiljer sig förutsättningarna gentemot småhus på flera sätt. Värmeförluster från varmvatten tenderar att vara större då det oftast finns varmvattencirkulation så att värmeväxlaren för varmvatten måste hållas på en högre temperatur än för system utan varmvattencirkulation. Däremot är kapaciteten för varmvatten i förhållande till årligt behov mindre på grund av sammanlagring mellan lägenheterna, vilket gör att förlusterna inte ökar i samma grad som varmvattenanvändningen. Maxeffekten i förhållande till årligt värmebehov är mindre än för småhus då det finns en sammanlagring av varmvattentappningar från olika lägenheter. Dock har det inte så stor betydelse sett ur hela fjärrvärmenätets perspektiv om sammanlagring sker i ett enskilt flerbostadshus eller i ett villakvarter.

## 3 FÖRSLAG TILL METOD FÖR ENERGIKLASSNING

I det här kapitlet ges förslag till metod för att energiklassa fjärrvärmecentraler. Flera parametrar behöver mätas eller undersökas på annat sätt. I avsnitt 3.1 beskrivs hur det kan göras och i avsnitt 3.2 ges förslag på hur resultat från olika delar kan vägas samman till en energiklass. Nivåer för energiklasser baseras på de utvärderingar som beskrivits i föregående kapitel.

### 3.1 Provmetoder och poängskalor

För att bedöma energiklass behöver olika provningar och granskningar göras, där parametrar som har betydelse för energianvändning mäts. Provmetoder föreslås här med tanke på att täcka de parametrar som har betydelse och kan skilja mellan olika produkter. I första hand föreslås användande av metoder som ingår vid provning för certifiering för att möjliggöra samordningsvinster. I andra fall hänvisas till metoder och krav på europeisk nivå för att förenkla eventuell gemensam energiklassning på internationell (europeisk, nordisk) nivå i framtiden. I något fall diskuteras också alternativa metoder.

Poängskalor ges för att enligt avsnitt 3.2 väga samman till en energiklass för respektive fjärrvärmecentral. Skalorna sätts så att lägsta poäng eftersträvas och används vid sammanvägning så att energiklass A ges vid poäng under 1 och energiklass G ges vid poäng över 6.

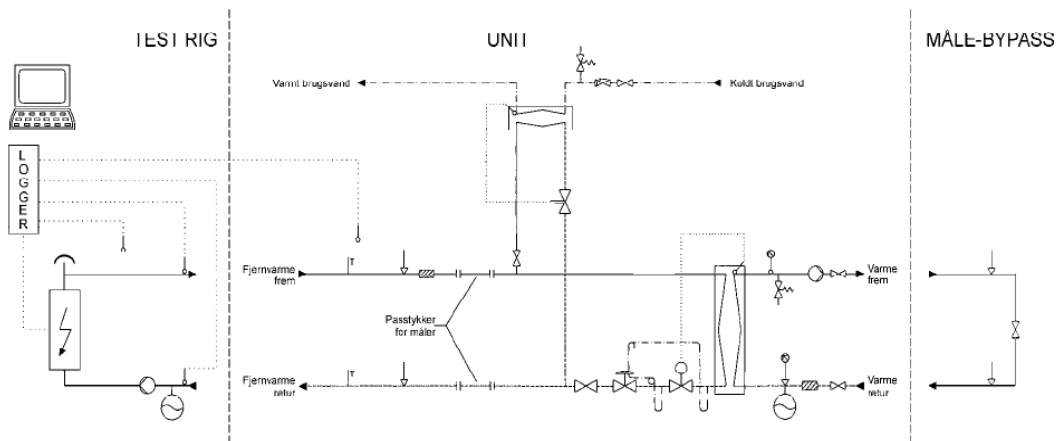
#### 3.1.1 Värmeförluster

##### 3.1.1.1 Värme och gemensamma delar

Det finns en europeisk metod för provning av värmepannor med oljebrännare, EN 304 (CEN 2003), där mätning av värmeförluster ingår. I det danska projekt som nämnts tidigare har den metoden använts för att mäta förluster i fjärrvärmecentraler och den föreslogs ingå i deras energiklassning. Vi föreslår att tillämpa den metoden även här.

I korthet innebär metoden att mäta hur mycket värme som behöver tillföras för att hålla vattnet i fjärrvärmecentralen på en konstant nivå. Vattnet värms till 50 °C över rumstemperaturen och cirkuleras så att det skiljer 2-4 °C mellan framledning och retur. Värme tillförs på primärsidan med en elektrisk värmare. För att inkludera förluster på värmesidan cirkuleras vatten där genom en bypassledning. Tillförd

elektrisk effekt loggas och korrigeras för förluster i mätutrustning och tillförsel från pumpar. Alternativt kan flöde och temperaturer loggas för att beräkna tillförd effekt. Figur 6 är en bild från den danska förstudien, där mätuppställningen skissats.



Figur 6. Skiss av uppställning för mätning av värmeförluster från den danska förstudien. (Holm Christiansen 2003)

I det danska förslaget till energiklassning angavs klasserna A-G för en linjär skala mellan 1,8 och 6,3 W/K, motsvarande 90 och 315 W mätt vid 50 °C temperaturskillnad. För att sträva efter jämförbara system föreslår vi att använda samma nivåer. Dock sätts inte energiklass direkt, utan poäng ges för sammanvägning med övriga parametrar till total energiklass.

Således föreslås följande poängskala för småhuscentraler:

1 poäng: 90 W

6 poäng: 315 W

Formel för poängberäkning:  $Poäng = Q^{0,022} - 1$

där  $Q$  är värmeförlusten

1 poäng motsvarar en välisolerad fjärrvärmecentral och 6 poäng motsvarar en nästan oisolerad fjärrvärmecentral (jämför med avsnitt 2.2.1).

Fjärrvärmecentraler för flerbostadshus med större värmekapacitet behöver större värmeväxlare och andra komponenter samt grövre och längre rör. Med större ytor mot omgivningen får de också större värmeförluster. Gränserna för att energiklassa fjärrvärmecentraler för flerbostadshus föreslås vara vid samma relativa värmeförluster (i förhållande till kapacitet). Dessa anges i Tabell 10, där effekterna för småhuscentraler har skalats upp. Småhuscentralernas kapacitet har då antagits vara 20 kW.

Tabell 10. Poängskala för värmeförluster från fjärrvärmecentraler för flerbostadshus.

Storlek	1 poäng	6 poäng	Formel för poängberäkning
R1 80 kW	360 W	1260 W	$Q \ 0,0056 - I$
R2 125 kW	560 W	1970 W	$Q \ 0,0036 - I$
R3 230 kW	1035 W	3620 W	$Q \ 0,0019 - I$
R4 365 kW	1640 W	5750 W	$Q \ 0,0012 - I$

### 3.1.1.2 Varmvatten

I avsnitt 2.2.2 delades förluster vid varmvattenberedning upp i tre delar; förluster vid stabil tappning, förluster under stabiliseringstid (för rätt temperatur) och förluster vid tomgång.

#### Stabil tappning

I den danska utredningen (Holm Christiansen 2005) föreslogs tillämpningen av en europeisk metod, EN 12897 eller prEN 50440, för varmvattenberedare. Dessa lämpar sig dock inte att användas för fjärrvärmecentraler med varmvattenberedning i värmväxlare, då det inte finns någon beredare som ska hålla en viss temperaturnivå.

Varmvattentemperaturen vid tappning bestäms inte i första hand av fjärrvärmecentralen och utformningen på växlare skiljer i de flesta fall inte mycket. Dessutom är den relativa tiden för tappning, åtminstone i småhus, kort. Därför bör skillnaden i värmeförluster vid tappning mellan olika produkter vara relativt liten och bedömningen är att mätning av dessa inte är av primär betydelse.

#### Tomgång

Vad gäller förluster vid tomgång skulle de kunna mätas under det tomgångsprov som görs i samband med certifiering och som omnämns i avsnitt 2.2.2. Förlusterna blir då beroende av temperatur och, vilket också diskuteras i samma avsnitt, temperaturen kan påverka funktionen. Därför bedömer vi inte det som en lämplig metod.

Minskade förluster genom isolering bör däremot premieras. Vid den provning som föreslogs ovan, av förluster från värme och gemensamma delar, kommer ledningar för varmhållning indirekt hållas varma, även om det inte nödvändigtvis är flöde igenom. Därför kommer även de delar som används vid varmhållning i viss mån att påverka resultaten vid den mätningen. Eftersom temperaturen hålls på en

förutbestämd nivå leder god isolering till bättre poäng samtidigt som den blir oberoende av varmhållningsfunktionens temperaturinställning.

### Stabiliseringstid

Vid provning enligt dagens certifieringsregler F:103-7 bedöms insvängningstiden till stabil varmvattentemperatur. Kravet där är max 100 s, vilket de allra flesta av dagens fjärrvärmecentraler klarar med god marginal. Samma data kan användas för energiklassning, med tillägg av fler gränser. Förslagsvis kan gränserna sättas för ett medelvärde av alla stabiliseringstiderna för varmvattentemperaturen vid fjärrvärmecentralens anslutning mot varmvattensystemet ( $t_{32}$ ) i de dynamiska provpunkterna.

Följande poängskala föreslås för både småhuscentraler och centraler för flerbostadshus:

1 poäng 5 s

6 poäng 55 s

Formel för poängberäkning:  $Poäng = T \cdot 0,1 + 0,5$

där  $T$  är stabiliseringstiden

1 poäng motsvarar ungefär de snabbaste bland certifierade fjärrvärmecentraler och 6 poäng de långsammaste.

### Diskussion om alternativ metod

En alternativ metod för att mäta förlusterna från varmvattenberedning är att använda den europeiska metoden i Annex IV (som i grunden inte omfattar fjärrvärme).

Fördelen skulle vara att alla förluster från ”normal” användning inkluderas genom att ett dygns cykel av tappningar undersöks.

Anledningar till att den inte föreslås i första hand är flera. Tomgångstemperaturen påverkar resultatet, vilket inte är önskvärt på grund av att det kan påverka funktionen, enligt tidigare diskussion. Metoden tar också relativt lång tid att genomföra. Det finns förslag till nivåer för energiklassning av varmvattenberedare enligt metod i Annex IV i ett arbetsdokument från EU (European Commission 2010) för klasser från G till A+++ , men nivåerna är inte rimliga för att jämföra olika fjärrvärmecentraler.

För exempelvis ”tappcykel L” är förslagen till krav för klass A+++ 107 % verkningsgrad medan klass G motsvarar verkningsgrad under 27 %. Som nämntes i avsnitt 2.2.2 har en fjärrvärmecentral provats enligt metoden och verkningsgraden fastslogs då till 91 %, vilket skulle motsvara klass A++. Den provade centralen var en småhuscentral av ”vanlig” modell och utan isolering. Att den skulle hamna under en hög energiklass beror på att fjärrvärme har en relativt låg primärenergifaktor och med största sannolikhet skulle nästan alla fjärrvärmecentraler hamna i samma klass om

samma klassindelning tillämpades som för de varmvattenberedare som ingår i metoden.

### 3.1.2 Elanvändning

Cirkulationspumpar för värme och varmvatten är de komponenter i en fjärrvärmecentral som normalt använder mest el. Från januari 2013 ställer EU krav på att alla fristående cirkulationspumpar utan axeltätning, med undantag för pumpar integrerade i vissa produkter, ska uppfylla krav på energieffektivitet för att få sättas på marknaden (Europeiska gemenskapernas kommission 2009). Kraven innefattar den typ av pumpar som används i fjärrvärmecentraler. Kraven kommer att utesluta en stor del av de pumpar som idag används och från augusti 2015 kommer kraven att skärpas ytterligare.

Kraven sätts i form av ett energieffektivitetsindex, EEI, vilket är ett mått på hur mycket el pumpen använder i förhållande till nyttiggjord pumpenergi, med viktning för olika delaster. Kravet från januari 2013 är  $EEI < 0,27$  och från augusti 2013  $EEI < 0,23$ .

Det kommer alltså krav på europeisk nivå vid ungefär samma tid som det kan väntas att ett system för energiklassning av fjärrvärmecentraler kan börja tillämpas. Därför föreslås att endast uppfyllande av de europeiska kraven kontrolleras vid energiklassning och att ingen uppdelning i klasser görs utifrån elanvändning. Poäng sätts som:

1 poäng: Klarar EUs ekodesignkrav

6 poäng: Klarar inte EUs ekodesignkrav

### 3.1.3 Returtemperatur

För certifiering finns krav på maximal acceptabel returtemperatur vid dimensionerande värme- respektive varmvattenlast. Returtemperatur är relevant även för energiklassning. Förslagsvis används resultaten från provpunkt 1 (dimensionerande värmelast) och provpunkt 3 (dimensionerande varmvattenlast) i F:103-7. Följande skalor föreslås.

Värme dimensionerande last, provpunkt 1, skillnad mellan retur från radiatorkretsen och fjärrvärmereturen,  $t_{12}-t_{21}$ :

1 poäng: 1 °C

6 poäng: 5 °C

Formel för poängberäkning:  $Poäng = (t_{12}-t_{21}) \cdot 1,25 - 0,25$

Kravet vid certifiering enligt F:103-7 är maximalt 3 °C.



Varmvatten, flöde enligt F:103-7, provpunkt 3, returtemperatur,  $t_{12}$ :

1 poäng: 18 °C

6 poäng: 26 °C

Formel för poängberäkning:  $Poäng = t_{12} - 0,625 - 10,25$

Kravet vid certifiering enligt F:103-7 är maximalt 22 °C.

### 3.1.4 Värmeeffekt

Den högsta effekten beror till största delen på byggnaden, men fjärrvärmecentralen kan begränsa att onödigt höga effekter tas ut, genom att vara rätt dimensionerad och att möjliggöra begränsande funktioner.

Styrventiler av rätt dimension är viktigt för att begränsa och att motverka instabil reglering som gör att onödigt höga effekter tillfälligt tas ut. Svensk Fjärrvärmes tekniska bestämmelser F:101 (Svensk Fjärrvärme 2008) ger rekommendationer om styrventiler beroende på lägenhetsantal. Det är däremot inte rimligt att ställa krav eller energiklassa utifrån ventilstorlek, då förutsättningarna är beroende av värmesystemet (flöde och temperatur) där centralen installeras.

Huruvida fjärrvärmecentralen har funktion för varmvattenprioritering kan kontrolleras vid dynamiska provningar enligt certifieringsprovningarna. Värmelasten ska då minska kraftigt eller upphöra vid tappning. Det kan också finnas någon funktion för tidsstyrning av värmelaster. Detta kontrolleras antagligen enklast genom att studera dokumentation eller programvara för reglering. Eventuellt görs den här bedömningen bara för fjärrvärmecentraler för flerbostadshus, där funktionen gör störst nytta.

Följande poängsättning föreslås:

1 poäng: Finns varmvattenprioritering, där ingen värme tillförs vid tappning, eller funktion för tidsstyrd värmeminskning

3 poäng: Finns varmvattenprioritering, där värmetillförseln är maximalt hälften av dimensionerande effekt vid tappning

6 poäng: Finns ingen funktion för att minska maxeffekter

### 3.2 Total energiklass för en fjärrvärmecentral

För att ge energiklass till en fjärrvärmecentral vägs alla resultat samman. Förslagsvis beräknas total poäng enligt Tabell 11. Poängen för de olika parametrarna multipliceras med respektive vikt till en viktad poäng. De viktade poängerna summeras sedan till en totalpoäng.

Ifall olika delar inkluderas i energiklassning av fjärrvärmecentraler för småhus respektive för flerbostadshus, behöver vikterna justeras för respektive typ så att total vikt blir 1,0.

Tabell 11. Sammanvägning av poäng.

Parameter	Poäng	Vikt	Viktad poäng
Värmeförluster från varm fjärrvärmecentral	$x_1$	0,3	$0,3 x_1$
Värmeförluster från varmvatten vid stabiliseringstid	$x_2$	0,1	$0,1 x_2$
Elanvändning i pump	$x_3$	0,2	$0,2 x_3$
Returtemperatur vid värmelast	$x_4$	0,1	$0,1 x_4$
Returtemperatur vid varmvattentappning	$x_5$	0,1	$0,1 x_5$
Funktion för effektminskning	$x_6$	0,2	$0,2 x_6$

Totalpoängen räknas därefter om till energiklass enligt följande, Tabell 12.

Tabell 12. Tilldelning av energiklass.

Energi	Summa totalpoäng
A	poäng < 1,0
B	$1,0 \leq \text{poäng} < 2,0$
C	$2,0 \leq \text{poäng} < 3,0$
D	$3,0 \leq \text{poäng} < 4,0$
E	$4,0 \leq \text{poäng} < 5,0$
F	$5,0 \leq \text{poäng} < 6,0$
G	poäng $\geq 6,0$



## 4 REFERENSER

Alsbjerg, M.: "Provning av system för tappvattenberedning", SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. 2009.

Alsbjerg, M.: "Termografering av värmeväxlare under tomgångsprov", SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. 2009.

Boss, A.: "Provning av cirkulationspumpar", SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. 2010.

Boss, A.: "Provning av fjärrvärmecentral. PX00056". [www.svenskfjarrvarme.se](http://www.svenskfjarrvarme.se) Certifierade centraler för småhus, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. 2010.

Bruce, T.: "Ett energieffektivare Sverige". Statens offentliga utredningar. SOU 2008:25. 2008.

CEN: "Värmepannor – Provningsmetod för värmepannor med förstoftningsolja-brännare". EN 304:1992/A2:2003. 2003.

CEN: "Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors - Heating mode - Testing and requirements for marking for domestic hot water units". prEN 255-3. 2008.

Energimarknadsinspektionen: "Rapporter om drift- och affärsförhållanden. Produktion (2009)". <http://www.ei.se/For-Energiforetag/Fjarrvarme/Inrapporterade-data/>. 2010

Energimyndigheten: "Cirkulationspumpar." Retrieved 2011-06-10, <http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Testerresultat/Testresultat/Cirkulationspumpar/?tab=2>. 2007.

Energimyndigheten: "Cirkulationspumpar för flerbostadshus." Retrieved 2011-06-10, <http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Testerresultat/Testresultat/Cirkulationspumpar-for-flerbostadshus/?tab=2>. 2010.

European Commission: "Annex IV on Eco-design implementing measures for dedicated water heaters - Draft v2". 2008.

European Commission: "Working Document COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) No .../.. of [...] implementing Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council with regard to energy labelling of water heaters and hot water storage tanks". 2010 (2010-06-18).

Europeiska gemenskapernas kommission: "KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EG) nr 641/2009 av den 22 juli 2009 om genomförande av Europaparlamentets och rådets direktiv 2005/32/EG vad gäller krav på ekodesign för fristående

cirkulationspumpar utan axeltätning och produktintegrerade cirkulationspumpar utan axeltätning", Europeiska unionens officiella tidning. 2009.

FVB: "Produktblad Temperatursänkning."  
[http://mk.quicknet.se/13062/upload/dokument/pb\\_tempsankning.pdf](http://mk.quicknet.se/13062/upload/dokument/pb_tempsankning.pdf).

Holm Christiansen, C.: "Energimärkning af fjernvarmeunits – et pilotprojekt", Teknologisk Institut. Danske Fjernvarmeværkers Forening DFF F&U-konto. 2003.

Holm Christiansen, C.: "Værktøjer til energimærkning og vurdering af brugerinstallationers energieffektivitet", Teknologisk Institut. Dansk fjernvarmes F&U-konto. 2005.

Lindén, A.: "Metoder för att sänka effektbehovet vid fjärrvärme". Fjärrsyn rapport 2009:41. 2009.

Ruud, S.: "Provning av cirkulationspumpar", SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. 2007.

Selinder, P. och H. Wallentun: "Modell för ändrade förutsättningar i fjärrvärmenät". Fjärrsyn rapport 2009:50. 2009.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut: "Provning av fjärrvärmecentral". (Flera rapporter) P701543, P702027, P703498, P801409, P804198, P806280, P901667, PX00056, PX04045-A. [www.svenskfjarrvarme.se](http://www.svenskfjarrvarme.se) Certifierade centraler för småhus, Svensk Fjärrvärme. 2007-2011.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut: "Certifieringsregler för P-märkning av Fjärrvärmecentraler". SPCR 113. 2009.

Svensk Fjärrvärme: "Fjärrvärmecentralen. Utförande och installation". Tekniska bestämmelser F:101. 2008.

Svensk Fjärrvärme: "Certifiering av fjärrvärmecentraler". Tekniska bestämmelser F:103-7. 2009.

Wahlström, Å.: "EFFem Kalkyl." <http://www.effektiv.org/miljobel/>. 2008.

Werner, S.: "Nytta med svensk fjärrvärmeforskning". Svensk Fjärrvärme. Forskning och Utveckling - Orientering 2004:9. 2004.

Wollerstrand, J.: "Morgondagens fjärrvärmecentral". Fjärrvärmecentraldagarna, Nacka. 2010



Forskning som stärker fjärrvärme och fjärrkyla, uppmuntrar konkurrenskraftig affärs- och teknikutveckling och skapar resurseffektiva lösningar för framtidens hållbara energisystem. Kunskap från Fjärrsyn är till nytta för fjärrvärmebranschen, kunderna, miljön och samhället i stort. Programmet finansieras av Energimyndigheten tillsammans med fjärrvärmebranschen och omsätter cirka 19 miljoner kronor om året. Mer information finns på [www.fjarrsyn.se](http://www.fjarrsyn.se)

## ENERGIKLASSNING AV FJÄRRVÄRMECENTRALER

Genom EU-direktivet om ekodesign får allt fler produkter krav på energieffektivitet. Även fjärrvärmecentraler har potential att bli mer energieffektiva än vad de är i dag. Vid certifiering av fjärrvärmecentraler bedöms funktion och prestanda. Men däremot saknas en sammanställning av hur mycket olika komponenter och funktioner påverkar den totala energianvändningen i fjärrvärmecentralerna.

Här har man bedömt potentialen för energieffektivisering hos fjärrvärmecentraler. Rapporten ger också förslag till en metod för energiklassning. I det energiklassningssystem som förordas ingår värmeförluster, elanvändning, returtemperatur och maximal fjärrvärmeeffekt.

I första hand ska de provmetoder som används vid certifiering tillämpas också till bedömning av energieffektivitet för att kunna samordna certifiering och energiklassning. Provmotoderna ska även innehålla europeiska standarder för att underlätta vid en eventuell gemensam energiklassning i Europa i framtiden.

