

PM INOM VÄRMEMARKNAD SVERIGE, MARS 2022

# Sänkt framledningstemperatur i fjärrvärmenätet

Möjligheter och utmaningar  
i fjärrvärmecentralen och sekundärsystem

ARVID RENSFELDT, VANJA MÅNBORG OCH MÅRTEN HARALDSSON, PROFU



# Sammanfattning

Att sänka temperaturerna i fjärrvärmesystem kan medföra flera potentiella nyttor, detta gäller både framlednings- och returledningstemperaturen. En tydlig nytta med att sänka framledningstemperaturen är möjligheten att nyttja mer lågtempererad värme, exempelvis från restvärme, för att producera fjärrvärme. I Luleå produceras fjärrvärmerna idag nästan uteslutande från förbränning av restgaser från stålindustrin, en process som ger värme med hög temperatur. Idag planerar stålindustrin i Luleå att förändra sin produktionsprocess från grunden. Om den planerade omställningen av ståltillverkningen genomförs kommer de restgaser som används i Luleås fjärrvärmeproduktion att försvinna och istället kommer det finnas en stor mängd restvärme med lägre temperatur att tillgå. Om Luleå Energi vill maximera nyttjandet av denna restvärme och minimera behovet av annan produktionskapacitet kommer man att behöva sänka framledningstemperaturen i fjärrvärmesystemet.

Detta arbete syftar till att kartlägga utmaningar och möjligheter med att sänka framledningstemperaturen i befintliga fjärrvärmesystem. Fokus i detta projekt ligger på de delar av fjärrvärmesystemet som ligger inom kundernas fastigheter, nämligen fjärrvärmecentralen och sekundärsystemen. Projektet har bestått av en litteraturstudie, intervjuer och workshops samt kvalitativ analys av den information som inhämtats. Vi har baserat våra frågeställningar och analyser på ett scenario där den maximala framledningstemperaturen i Luleås fjärrvärmesystem behöver sänkas från 115 °C ner till ca 80 °C. En sänkning ner till 80 grader får ses som en långsiktig målbild och Luleå Energi kommer att arbeta successivt med sänkningen av framledningstemperaturen.

Inom projektet har vi identifierat potentiella utmaningar inom flera av de studerade delsystemen. Denna rapport innehåller en lista med 15 sådana utmaningar och förslag på möjliga åtgärder. Minst utmaningar ser vi kopplat till system för beredning av tappvarmvatten. För fjärrvärmecentralen och radiatorsystemet

har vi identifierat fler utmaningar. De fjärrvärmeanvändare som sannolikt kan uppleva problem först till följd av en sänkning av framledningstemperaturen är främst sekundärnätanslutna användare som också står inför någon av de andra utmaningar som identifierats samt vissa industrier som använder fjärrvärme för processvärme. Sammanfattningsvis är dock vår bedömning att förutsättningarna för att betydligt sänka den maximala framledningstemperaturen i Luleås fjärrvärmesystem är goda med avseende på de delar som ligger inom kundernas fastigheter. Detta då många komponenter historiskt har överdimensionerats vilket möjliggör för drift med lägre temperatur och högre flöde. Förutom utmaningarna kopplade till kundernas fastigheter finns också utmaningar i distributionsnätet med att överföra tillräcklig effekt givet lägre framledningstemperatur. Dessa utmaningar berörs bara ytligt i detta arbete men vi har fått indikationer om att de kan vara omfattande. Detta är något som lyfts fram av flera aktörer i branschen vid våra intervjuer. I Luleå har man börjat studera dessa utmaningar inom ett annat projekt.

En viktig fråga som kommer att realiseras när man börjar identifiera konkreta åtgärder att genomföra i kundernas fastigheter är vem som ska betala för dessa. Denna fråga är ännu inte besvarad men svaret kan bero på olika faktorer som exempelvis vilka specifika åtgärder som behöver genomföras och om det finns några fler nyttor med dessa för kunden eller för Luleå Energi. I dagsläget har kunderna inga tydliga ekonomiska incitament enbart för att anpassa sina fastigheter till en lägre framledningstemperatur.

En viktig framgångsfaktor som lyfts fram under projektet för att lyckas med en omställning som den man ser framför sig i Luleå är att tidigt involvera kunderna, föra en nära dialog med dem och få med dem i omställningen. Detta innebär bland annat att man förklarar bakgrunden till och syftet med omställningen och att man arbetar fram en gemensam målbild som alla förstår och ser som eftersträvarsvärd.

# Innehåll

<b>Sammanfattning</b>	2
<b>Inledning</b>	4
<b>Bakgrund</b>	5
Situationen i Luleå	5
Vad menar vi med sänkt framledningstemperatur	5
Historisk utveckling för temperaturnivåer i svenska fjärrvärmesystem	7
Motiv för att sänka temperaturen i fjärrvärmesystem	7
<b>Status i dagens system</b>	9
Fjärrvärmecentralen	9
Sekundärsystem	10
Ventilationssystem	10
Radiatorsystem	11
Tappvarmvattensystem	10
Vanliga specialfall	11
<b>Identifierade utmaningar</b>	11
Fjärrvärmecentralen	11
Sekundärsystem	12
Ventilationskrets	12
Radiatorkrets	12
Tappvarmvattenkrets	13
Vanliga specialfall	13
<b>Förslag på åtgärder</b>	14
<b>Diskussion</b>	20
<b>Referenser</b>	21

# Inledning

Detta arbete har genomförts i samverkan mellan Värmemarknad Sverige och Luleå Energi. Arbetet syftar till att kartlägga utmaningar och möjligheter som kan uppstå om framledningstemperaturen i det befintliga fjärrvärmesystemet sänks. Fokus i detta projekt ligger på de delar av fjärrvärmesystemet som ligger inom kundernas fastigheter, nämligen fjärrvärmecentralen och sekundärsystemen, och behovet av anpassning i dessa delsystem. Risken för problem med att överföra tillräcklig värmeeffekt i distributionsnätets olika delar då framledningstemperaturen sänks kommer också att beröras men i huvudsak ligger detta utanför studiens omfattning.

Projektet har genomförts som en fallstudie i Luleå. Ett av målen har varit att förse Luleå Energi med värdefull kunskap om vilka möjligheter som finns och

vilka åtgärder som krävs i fastigheterna för att upprätthålla en fungerande fjärrvärmeförsörjning med lägre framledningstemperaturer. Ett annat mål var att generellt höja kunskapsnivån inom branschen på detta område. Genom Värmemarknad Sverige ges tillgång till generella fakta om lågtemperaturfjärrvärme och de specifika resultaten från Luleå görs också allmängiltiga och tillgängliga för att öka kunskapen inom fjärrvärmebranschen i stort. Arbetet har i huvudsak bestått av en litteraturstudie, intervjuer och workshops med representanter för Luleå Energi och större fastighetsägare i Luleå kommun. Litteraturstudien har omfattat tidigare studier både i Sverige och internationellt medan intervjuerna har genomförts med diverse aktörer inom fjärrvärmesektorn i Sverige.

# Bakgrund

## Situationen i Luleå

Merparten av Luleå Energis värmeproduktion utgörs idag av värme från ett kraftvärmeverk som eldas med restgaser från stålindustrin. Detta är ett effektivt utnyttjande av restprodukter från en industri för att tillgodose behovet av värme och el i samhället. Inom stålindustrin står man nu inför ett systemskifte som kommer att förändra vilka resterenergi som Luleå Energi har tillgång till för sina värmeleveranser. Den nya tekniken för ståltillverkning som ska introduceras kommer fortsatt att ge

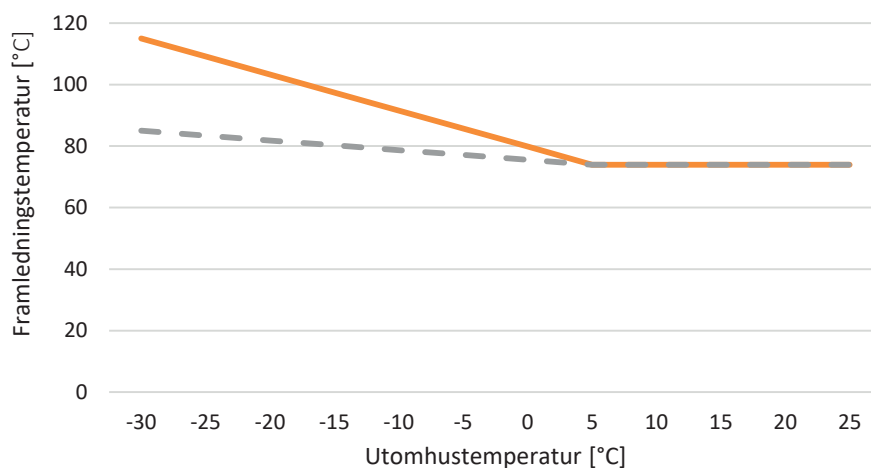
upphov till stora mängder restvärme men temperaturen på den värmen förväntas vara klart lägre än motsvarande värmeproduktion idag. För Luleå Energis del innebär detta att man kommer behöva anpassa tekniken och driften i fjärrvärmesystemet till lägre temperaturer om man vill kunna nyttja denna restvärme effektivt. Det kommer innebära förändringar i alla delar av fjärrvärmesystemet; produktion, distribution och i kundernas fastigheter.

## Vad menar vi med sänkt framledningstemperatur

Temperaturen i ett fjärrvärmenät förändras kontinuerligt utifrån energibalansen i systemet och skiljer sig i olika delar av nätet på grund av förluster till omgivningen. Temperaturen på framledning och returledning mäts vid varje kunds fjärrvärmecentral och vid flera andra platser i nätet, exempelvis vid produktionsanläggningarna. Det är vanligt att systemtemperaturen definieras som temperaturen vid dess huvudsakliga produktionsanläggning. I detta projekt syftar vi dock i första hand på framledningstempera-

turen vid kundens anslutningspunkt när vi pratar om framledningstemperatur. Detta är en mer tillgänglig och jämn referenspunkt utifrån kundens perspektiv då man inte behöver ta hänsyn till temperaturförluster i nätet.

Utifrån hur situationen sannolikt kommer att utvecklas i Luleås fjärrvärmesystem så kommer fokus i detta projekt vara sänkt maximal framledningstemperatur. I Figur 1 visas en principiell bild av fram-



**Figur 1.** Principiell bild av framledningstemperatur i Luleå Energis fjärrvärmesystem som funktion av utomhustemperatur idag (orange linje) och tänkbar framtida temperaturkurva efter omställning (grå streckad linje).

ledningstemperaturen som funktion av utomhus-temperatur i Luleå Energis fjärrvärmesystem idag (orange linje). Det är vid låga utomhustemperaturer som värmeeffektbehovet är som störst och som framledningstemperaturen är som högst i systemet. Därför ligger fokus på att sänka den maximala framledningstemperaturen så att en så stor del som möjligt av värmebehovet kan tillgodoses med restvärme även i framtiden. En tänkbar målbild för detta representeras av den streckade grå linjen i figuren nedan. I siffror innebär detta att den högsta framledningstemperaturen kan behöva minskas från dagens nivå på ungefär 115°C till ca 80°C. En sänkning ner till 80 grader får ses som en långsiktig målbild och Luleå Energi kommer att arbeta successivt med sänkningen av framledningstemperaturen.

Notera att värmelasten under varmare perioder består nästan uteslutande av energi till tappvarmvatten och eventuell processvärme till industrikunder. Då är framledningstemperaturen betydligt lägre, ca 75 grader. Denna lägre framledningstem-

peratur kommer inte påverkas av förändringar i tillgänglig restvärme till fjärrvärmeproduktionen och det skulle redan idag vara möjligt att tillgodose detta värmebehov med en värmekälla med en temperatur på exempelvis 80 grader.

Den huvudsakliga utmaningen med att sänka framledningstemperaturen är att det innebär att den termiska energin per volymenhet vatten minskar och därmed den värmeeffekt som kan tas ut givet ett visst flöde [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]. Ska den överförda värmeeffekten bibehållas samtidigt som framledningstemperaturen sänks så måste flödet ökas. Hur mycket man kan öka flödet beror av hur distributionsnätet, fjärrvärmecentralerna och sekundärsystemen är utformade då det finns olika mekaniska och termiska begränsningar i olika komponenter. Detta sätter gränsen för hur mycket framledningstemperaturen kan sänkas utan att några anpassningar eller åtgärder krävs. Därtill kan man såklart genomföra olika åtgärder för att kunna öka flödet ytterligare men dessa kommer att innebära någon tillkommande kostnad.

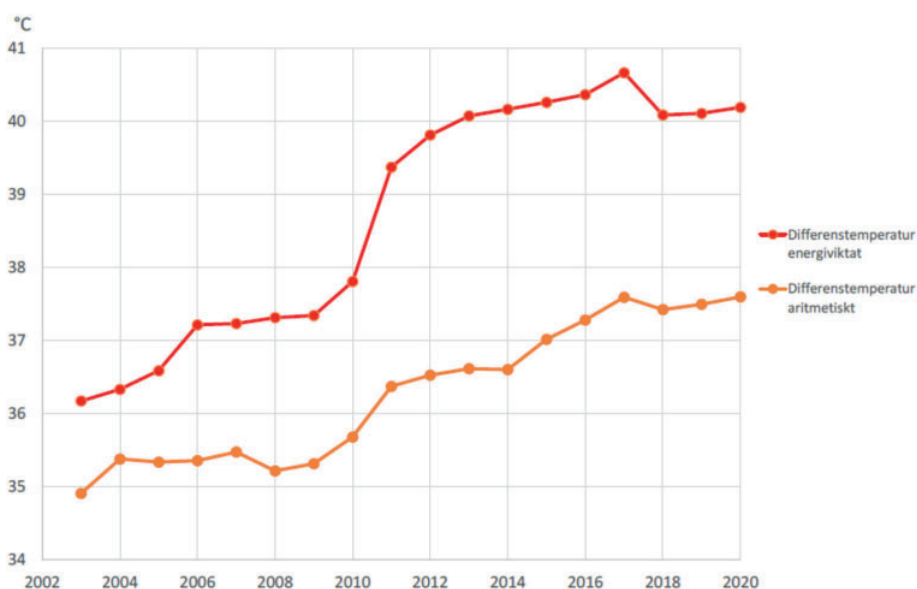


## Historisk utveckling för temperaturnivåer i svenska fjärrvärmesystem

Historiskt ligger den årliga genomsnittliga framledningstemperaturen i svenska fjärrvärmesystem på omkring 87 grader medan motsvarande värde för returtemperaturen är cirka 47 grader. Statistiska undersökningar av temperaturnivåer i svenska fjärrvärmesystem visar på att genomsnittlig framledningstemperatur ökat något under de senaste 10 åren medan det omvända gäller för returtemperaturen (Fjärrvärmebyrån, 2021).

Detta innebär att den genomsnittliga differens-temperaturen i näten har ökat vilket talar för en ökad energiöverföringskapacitet (se Figur 2 nedan). Att framledningstemperaturen i genomsnitt har ökat hänger sannolikt ihop med förtätningar i

bebyggelsen och att värmebehovet ökat snabbare än den fysiska kapaciteten i ledningsnäten. Andra möjliga orsaker till ökade framledningstemperaturer skulle till exempel kunna vara ökad förekomst av absorptionskylmaskiner i fjärrvärmenäten, maskiner som typiskt kräver en framledningstemperatur upp emot eller över 90 grader och som företrädesvis är i drift under sommaren när värmebehovet i fastigheterna generellt är lägre. En annan möjlig bidragande faktor skulle kunna vara en ökad användning av energiåtervinning av avfall som energikälla vilket kan leda till att systemet har ett överskott av värme sommartid och därmed minskade incitament för låga framledningstemperaturer.



**Figur 2.** Genomsnittlig temperaturdifferens i svenska fjärrvärmesystem 2003 - 2020. Källa: (Cilla Dahlberg Larsson, FVB, 2021).

## Motiv för att sänka temperaturen i fjärrvärmesystem

Det finns flera nyttor som kan uppnås genom att sänka driftstemperaturerna i fjärrvärmesystemet. Detta gäller både sänkt framledningstemperatur och sänkt returtemperatur. Som vi kunde se av historiken i föregående avsnitt har man i svenska fjärrvärmesystem fokuserat mer på att sänka returtemperaturen på senare år. Detta kan dels ha att göra med att man till stor del har värmeproduktion som inte drar så stor nytta av sänkta framledningstemperaturer och dels att andra nyttor med ökad framledningstemperatur, som ökad värmeöverföring, har övervägt.

De viktigaste nyttorna som förknippas med sänkta drifttemperaturer sammanfattas i Tabell 1 nedan samt huruvida dessa främst påverkas av förändrad framlednings- eller returtemperatur. Ökat värmeuttag från restvärme är en nytta som främst påverkas av sänkt framledningstemperatur. Ökat nyttjande av restvärme från industriella processer är också ett utvecklingsområde som lyfts fram som särskilt viktigt i EUs värme- och kylastrategi för att göra dessa sektorer mer hållbara (Europeiska kommissionen, 2016).

**Tabell 1:** Potentiella nyttor med sänkta temperaturnivåer i fjärrvärmesystem (blå = tydlig påverkan, orange = begränsad påverkan, vit = ingen påverkan).

Nytta	Framledningstemperatur	Returtemperatur
Ökad elproduktion från kraftvärmeverk		
Förbättrad verkningsgrad värmepumpar		
Ökad värmeåtervinning från rökgaskondensering		
Förbättrad verkningsgrad solvärme		
Ökat värmeuttag från restvärme		
Ökat värmeuttag från geotermi		
Minskade distributionsförluster		
Enklare och billigare material i nätet		

Sett till ekonomisk nytta som kan uppnås genom att sänka temperaturen i ett fjärrvärmesystem så kommer denna till stor del att variera från system till system och bero på vilka produktionstekniker som används eller kan börja nyttjas tack vare sänkningen. För system med en betydande andel restvärme har denna nytta uppskattats till ca 0,5-0,7 EUR/MWh·C° enligt en nyligen publicerad rapport (Averfalk H et al, 2021).

Som nämnts tidigare förväntas stora förändringar inom stålindustrin i Luleå som kommer att påverka möjligheterna att tillvarata restenergier för fjärrvärmesystem. Den helt avgörande faktorn av de som nämns i tabellen ovan är således för Luleås del att kunna tillvarata restvärme. För att fortsatt kunna leverera miljövänlig och ekonomiskt konkurrenskraftig fjärrvärme ser Luleå Energi det som avgörande att kunna tillvarata restvärme från ståltillverkningen även i framtiden. I de workshops som genomförts i projektet uttrycker också kunderna en tydlig vilja att möjliggöra detta. Detta indikerar att man gemensamt önskar arbeta för att anpassa fjärrvärmesystemet till de nya förutsättningarna. Det visar också på värdet av den kommunikation som Luleå Energi genomfört hittills kring de förändrade förutsättningar man ser framöver. Frågan om vem som ska betala för de åtgärder som behöver genomföras i kundernas fastigheter återstår dock att besvara. Det är i första hand fastighetsägarna som har rådighet över åtgärder för att sänka temperaturen i byggnadens system. Lönsamheten för att genomföra sådana åtgärder är beroende av vilka åtgärder som krävs och hur pris-

modellen för fjärrvärme är utformad (Boss, Pädam, & Larsson, 2021). I dagsläget har dock kunderna inga tydliga ekonomiska incitament enbart för att anpassa sina fastigheter till en lägre framledningstemperatur. Däremot kan det finnas incitament för vissa åtgärder i kundernas anläggningar som också möjliggör en sänkning av framledningstemperaturen.

I de flesta andra städer är incitamenten till sänkta framledningstemperaturer inte lika tydliga, särskilt inte för kunderna. De nyttor som beskrivs i tabellen ovan kommer först och främst fjärrvärmebolaget till del genom en effektivisering av produktion och distribution. I nästa steg kan detta innebära ett lägre fjärrvärmepreis till alla kunder. I många fjärrvärmeföretags prislister finns en komponent som ger kunderna incitament att sänka sin returtemperatur, men motsvarande komponent för sänkta framledningstemperaturer saknas. För varje individuell kund blir incitamenten att jobba med denna fråga därför otydliga. Om man som fjärrvärmebolag önskar att kunderna anpassar sig till lägre framledningstemperaturer krävs att man tydliggör nyttan för kunden, till exempel genom sin prissättning. Sannolikt saknar också många kunder kunskap om vad man kan göra för åtgärder. Även här behöver fjärrvärmebolaget ta initiativ. I Boss, Pädam & Larsson (2021) diskuteras flera möjliga styrmedel som kan öka incitamenten för att arbeta mot lägre temperaturer, ett exempel på detta är att införa temperaturstyrning i energieffektiviseringsstödet för flerbostadshus.

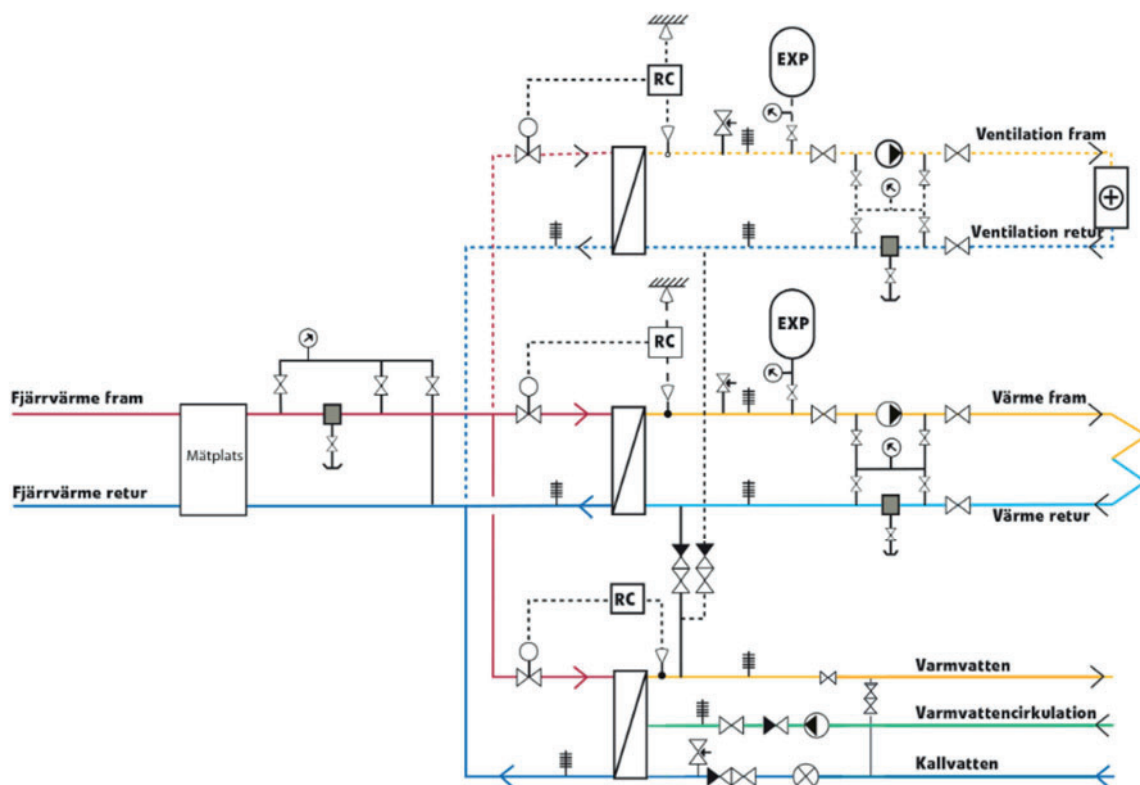


## Status i dagens system

### Fjärrvärmecentralen

Fjärrvärmecentralen är gränssnittet mellan fjärrvärmenätet och fastigheternas interna värmesystem (sekundärsystemen). Fjärrvärmecentralen hanterar överföringen av värme från det ena systemet till det andra och innehåller utrustning för att reglera tillförseln av värme till olika separata sekundärsystem.

Förutom värmeväxlare består fjärrvärmecentralen av flera ventiler, ställdon, temperaturgivare, flödesgivare, cirkulationspumpar och reglercentral. En schematisk bild av fjärrvärmecentralen, dess anslutning till fjärrvärmenätet (primärsidan) och sekundärsystemen visas i Figur 3 nedan.



Figur 3. Kopplingschema för fjärrvärmecentral med parallellkopplade sekundärsystem. Källa: Stockholm Exergi

I detta exempel finns tre separata parallellkopplade sekundärsystem för uppvärmning av ventilationsluft, värme till radiatorer och beredning av tappvarmvatten. Dessa är de sekundärsystem som vanligtvis återfinns i modernare bostadshus.

Fjärrvärmecentralens utformning varierar, både när det gäller ingående komponenter och kopplingsprincip för sekundärsystemen. Det vanligaste är att sekundärsystemen är kopplade parallellt men olika varianter av seriekoppling förekommer också.

Genomsnittliga temperaturer i svenska fjärrvärmenät har tidigare uppmätts till ungefär 87 grader för framledning och 47 grader för returledning (årsmedelvärden) (Fjärrvärmebyrån, 2021). I litteraturen anges att det finns en betydande teoretisk potential för sänkta temperaturer i dagens fjärrvärmecentraler (Averfalk & Werner, 2017). En specifik studie menar på att det borde vara möjligt att uppnå årsmedel för fram- och returtemperaturer på primärsidan omkring 69 respektive 34 grader i dagens system (typsystem) om alla funktionsfel först åtgärdats (Gumméus, 1989).

Bland intervjuade aktörer inom fjärrvärmesektorn råder en samstämmighet om att fjärrvärmecentralerna generellt överdimensionerats kraftigt (även idag) och att detta gäller både ventiler, värmeväxlare och interna ledningar. Exakt hur stor överdimensioneringen är och vilket utrymme som därmed finns för att sänka framledningstemperaturen har man svårare att kvantifiera generellt. Någon menar på att potentialen kan vara så stor som 100 % ökning av flöden medan en annan är mer försiktig och uppger en potential på 25-50 %. Här kan det såklart finnas variationer mellan exempelvis olika fjärrvärmesystem, centraler avsedda för villor respektive flerbostadshus eller lokaler, centraler byggda under olika tidsperioder med mera. Även när det gäller servisleddning, den ledning på primärsidan som matar fjärrvärmecentralen, så anger flera tillfrågade att dessa typiskt dimensioneras för betydligt högre flöden en vad som bör uppkomma under normala driftförhållanden och bör därmed också kunna hantera ökade flöden i viss mån.

### **Sekundärsystem**

Med sekundärsystem syftar vi på de tekniska system som finns inom fastigheterna och vars ändamål är att distribuera och överföra värme till den specifika värmesänkan. Exempelvis överför radiatorsystemet värme till luften inne i byggnaden medan tappvarmvattensystem överför värme till inkommande tappkallvatten för att bereda tappvarmvatten. Ventilationssystem, radiatorsystem och tappvarmvattensystem är de sekundärsystem som vanligtvis återfinns i moderna bostadshus. Utöver dessa finns också ett antal olika "vanliga specialfall" som också täcks in i denna studie, dessa är: sekundärnät, värmedriven kyla och processvärme till industrier.

#### *Ventilationssystem*

Ventilationssystem kommer i många olika utföranden och det är långt ifrån alla som inkluderar uppvärmning. Uppvärmning av tilluft görs typiskt i mekaniska FT- och FTX-system i kallare klimat. Detta sker i ett så kallat värmebatteri där värme växlas från vatten till luft, vanligtvis genom tätt sittande lameller med genomgående rör.

Moderna ventilationssystem med värmebatterier dimensioneras typiskt för framledningstemperaturer upp till 60 grader. Sådana moderna system bör inte utgöra någon utmaning för att sänka framledningstemperaturen. I befintlig bebyggelse finns dock gott om äldre ventilationssystem som är dimensionerade för, och kräver, högre framledningstemperaturer och

så är fallet även i Luleå. Dessa kan i vissa fall behöva en framledningstemperatur uppemot 80 grader när det är som kallast.

#### *Radiatorsystem*

Idag byggs hus med radiatorsystem dimensionerade för framledningstemperaturer upp till 60 grader. I äldre befintliga byggnader finns dock främst radiatorsystem som dimensionerats för framledningstemperaturer upp till 80-90 grader. Dock är det vanligt att många av dessa äldre system idag försörjs med betydligt lägre framledningstemperaturer även då värmebehovet är som störst (Åberg, et al., 2017). Detta kan delvis bero av viss ursprunglig överdimensionering i systemen men också av att värmebehovet i byggnaderna minskat över tid då man utfört olika åtgärder i byggnadens klimatskal, som till exempel att man bytt eller tätat fönster, tilläggsisolerat eller liknande (Averfalk H. , et al., 2017). Tillfrågade aktörer uppger att det definitivt finns ett mått av överdimensionering i äldre radiatorsystem men att moderna 60/40-system i kontrast är relativt väldimensionerade. Tillfrågade fastighetsägare i Luleå anger att majoriteten av deras byggnader har radiatorsystem där framledningstemperaturen idag aldrig överstiger 70 grader men att det finns undantag.

I litteraturen menar flera källor att de flesta radiatorsystem i Sverige bör kunna fungera med lägre framledningstemperaturer, dvs under 70 grader (Åberg, et al., 2017).

#### *Tappvarmvattensystem*

I tappvarmvattensystem är det främst hygien och hälsa som ställer krav på specifika temperaturer. Det är i första hand varmhållning för att minimera tillväxt av legionellabakterier som styr kraven (Averfalk & Werner, 2017). Här finns något olika krav på tappvarmvattensystem med större volymer stillastående vatten i ackumulatorer och system med varmvattencirkulation. Generellt kan man dock säga att det krävs en framledningstemperatur på ca 60-65 grader för att hålla rätt temperatur i hela systemet. Detta är också ett faktum som bekräftas av samtliga tillfrågade aktörer. I Luleå ligger framledningstemperaturen i fjärrvärmenätet på ca 74 grader då värmelasten till väldigt stor del består av värme till tappvarmvatten, detta indikerar att tappvarmvattensystemen i Luleå redan idag skulle klara en sänkt framledningstemperatur till minst 74 grader och sannolikt ännu något lägre.

## Vanliga specialfall

### *Sekundärnät*

Sekundärnät är distributionsnät som ligger mellan slutanvändare och det primära fjärrvärmenätet och som är hydrauliskt skilda från det primära fjärrvärmenätet. Ett sekundärnät innebär oftast en extra växling av värme mellan produktionen och slutanvändaren (i vissa sekundärnät sker ingen extra värmewaxling i enskilda byggnader utan radiator- och ventilationskretsar är direkt anslutna till sekundärnätet). Vid en sådan växling uppstår alltid en temperaturförlust där temperaturen på primärsidan måste vara högre än temperaturen på sekundärsidan. Detta kan därför göra sekundärnätens anslutna fastigheter mer känsliga för sänkta temperaturer. Det finns flera motiv till varför man byggt sekundärnät och generellt kan en skillnad göras mellan sekundärnät som ägs och förvaltas av fjärrvärmeföretaget och sekundärnät som ägs och förvaltas av fastighetsägarna.

Sekundärnät är ett typs-system som pekats ut som utmanande av flera tillfrågade aktörer vid våra intervjuer. Det kan gälla både sådana som ägs av fjärrvärmeföretaget själv och sådana som ägs av kunder. I Luleå finns ett flertal sekundärnät idag, både sådana som ägs av Luleå Energi och sådana som ägs av fastighetsägarna. De sekundärnät som ägs av Luleå Energi omfattar idag endast villakunder. Tidigare ägde man också sekundärnät som omfattade blandad bebyggelse men dessa har byggts bort. I Luleå finns kundägda sekundärnät främst i flerbostads-husområden och hos industrier.

## Identifierade utmaningar

### **Fjärrvärmecentralen**

Både i litteraturen och bland tillfrågade aktörer identifieras ett antal utmaningar inom fjärrvärmecentralen med avseende på sänkt framledningstemperatur.

Inom litteraturen fokuseras mycket på konkreta fel i befintliga installationer och hur dessa står i vägen för att uppnå den teoretiska potential som finns med dagens utrustning (Averfalk & Werner, 2017). Några av de vanligast förekommande felen uppges vara: feldimensionerade ventiler, felande styrventiler, felande ställdon, felande temperaturgivare,

### *Värmedriven kyla*

Värmedriven kyla är ett samlingsnamn för flera olika tekniker som absorptionskyla och sorptiv kyla vilka använder värmeenergi för att driva kylprocesser. Värmedriven kyla har specifika temperaturkrav beroende på vilken teknik som används. Sänks framledningstemperaturen så försämras verkningsgraden och vid en viss brytpunkt slutar processen att fungera helt. Värmedriven kyla har blivit vanligare i svenska fjärrvärmesystem, dels på grund av ökade kylbehov och dels på grund av en ökad förekomst av avfallsförbränning som energikälla där man ofta har ett värmeöverskott på sommaren. Förekomsten av värmedriven kyla och specifika temperaturkrav kan dock variera stort mellan olika fjärrvärmesystem.

### *Processvärme till industrier*

I många fjärrvärmenät finns industrikunder som använder fjärrvärmen för specifika processer i sin verksamhet. Dessa kunder har ofta ett krav på lägsta temperatur för att processen ska fungera och det är inte ovanligt att denna är klart högre än vad som krävs för uppvärmning av bostadshus. Av denna anledning utgör processvärmekunder ofta en utmaning för sänkta temperaturer i fjärrvärmenätet och detta bekräftas av flera tillfrågade aktörer vid våra intervjuer. Dock har processvärmekunder ofta lastprofiler som skiljer sig väsentligt från uppvärmningskunder vilket kan göra att de inte bidrar till maxeffektbehovet på vintern på samma sätt.

felinställda reglerkurvor, läckage och kortslutningar (Månsson, 2021).

Våra frågor under intervjuerna fokuserade mer på begränsningar i relativt välfungerande fjärrvärmecentraler. En utmaning som lyftes var bland annat att vissa fjärrvärmecentraler, särskilt hos mindre eller medelstora kunder, har sämre teknik för reglering vilken kan försvåra anpassning av anläggningen till drift med lägre temperaturer. Vissa ansåg också att några typer av fjärrvärmecentraler byggts med relativt små värmeväxlare i förhållande till andra

komponenter och att dessa skulle kunna bli en begränsning för att sänka framledningstemperaturen. Kopplat till den historiska överdimensioneringen av fjärrvärmecentralerna så diskuterades också att man i vissa fjärrvärmesystem arbetat systematiskt med att byta ut överdimensionerade ventiler för att på så sätt förbättra funktionen med dagens förutsättningar. Detta kan innebära ett hinder för att sänka temperaturen framöver då risken finns att de nya ventilerna då istället blir underdimensionerade vilket skulle kräva att ventilerna byts ut på nytt. När det kommer till faktiska fel i fastigheternas fjärrvärmecentraler så framkom från intervjuerna att en central problematik är ägandeskap och rådighet. Fastighetsägarna äger i de flesta fall fjärrvärmecentralen och innehar därmed rådigheten att åtgärda eventuella fel men saknar generellt motivation och kunskap att identifiera och åtgärda dem.

Ytterligare en utmaning som omfattar fjärrvärmecentralen men också sekundärsystemen är att kunskapen om vilken utrustning som sitter i byggnaderna och skicket på denna utrustning saknas. Detta gäller både för fjärrvärmeföretaget och för kunderna (Boss, Pädam, & Larsson, 2021). I vissa fall kan gälla att kunden sitter på mer kunskap och i andra fall att fjärrvärmeföretaget gör det.

## Sekundärsystem

### Ventilationskrets

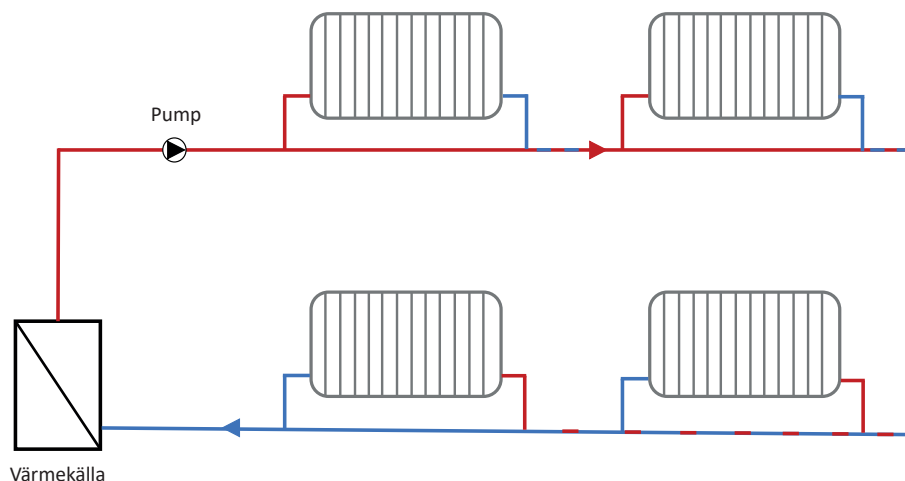
Det är främst äldre ventilationssystem som lyfts fram som utmaningar för ventilationssystemen, att dessa är dimensionerade för högre temperaturer och

har sämre värmeöverföringsförmåga. I Luleå verkar detta vara vanligast förekommande i lokalfastigheter. Ett konkret exempel på detta är en större industris lokaler där man har många äldre ventilationsaggregat som kräver framledningstemperaturer över 70 grader vid dimensionerande utomhustemperatur. En utmaning som kan finnas med att åtgärda ventilationssystemet är att utrymmet kan vara begränsande för att installera större värmebatterier som har bättre värmeöverföringsförmåga.

### Radiatorkrets

Radiatorsystem förekommer i olika utföranden. Bland annat finns det ettrörssystem där samtliga radiatorer är kopplade i serie på ett rör (se Figur 4). Ettrörssystem anses generellt ha något sämre funktion än tvårörssystem och vara svårare att justera, vilket innebär att systemen kräver en högre framledningstemperatur. I Luleå är ettrörssystem relativt vanligt förekommande, särskilt i så kallade "Älvsbyhus" som byggts under 60- och 70-talet.

I vissa radiatorsystem (både ettrörs- och tvårörs) kan det finnas enstaka "kritiska" radiatorer som är underdimensionerade och blir begränsande för hela systemet ur aspekten att framledningstemperaturen måste hållas högre för att leverera tillräcklig effekt till de kritiska radiatorerna. I ett bredare perspektiv är just dålig injustering eller termisk balansering ett problem som förekommer och som innebär att framledningstemperaturen i praktiken hålls högre än vad som tekniskt sett är nödvändigt.



Figur 4. Kopplingsprincip för ettrörssystem för radiatorer.

Några fastighetsägare i Luleå påpekar att det finns vissa fastigheter med äldre radiatorsystem som fortfarande kräver framledningstemperaturer upp mot 80 grader.

#### *Tappvarmvattenkrets*

Generellt har få utmaningar identifierats kopplat till tappvarmvattensystem vid sänkt framledningstemperatur i fjärrvärmenätet (i den omfattning som avses inom detta projekt). En möjlig utmaning som aktörer i Luleå lyft fram är att varmvattenregulatorer i villor ofta är tryckstyrda och att funktionen hos dessa komponenter eventuellt kan påverkas negativt av höjda flöden som följd av sänkt temperatur. Det nämns också att ventiler möjligtvis kan få svårare att hålla tätt om trycket i systemet ökar och att man på så sätt skulle få sämre funktion.

### **Vanliga specialfall**

#### *Sekundärnät*

I Luleå gäller att det fortfarande finns ett flertal sekundärnät, både sådana som ägs av Luleå Energi respektive sådana som ägs av fastighetsägarna. Luleå Energi har sämre kännedom om systemens utformning och skick om sekundärnät som ägs av fastighetsägare. Sekundärnät som Luleå Energi äger omfattar endast villakunder och framledningstemperaturen till dessa har idag ett börvärde på strax över 80 grader när det är som kallast.

Vid dialog med fastighetsägare i Luleå framkommer att ett flertal har sekundärnät där värmeväxling sker i två steg innan värmen når slutanvändaren vilket leder till ytterligare temperaturfall. För dessa krävs idag sannolikt en framledningstemperatur mellan 80 och 90 grader som högst.

#### *Värmedriven kyla*

Värmedriven kyla har specifika temperaturkrav beroende på vilken teknik som används. Absorptionskylmaskiner kräver ofta relativt höga framledningstemperaturer som kan ligga över 90 grader. Sänks framledningstemperaturen så försämras verkningsgraden och vid en viss brytpunkt slutar processen att fungera helt. Detta innebär en tydlig utmaning för att sänka framledningstemperaturen i fjärrvärmenätet.

Luleå Energi har installerat en anläggning med sorptiv kyla i företagets huvudkontor. Denna maskin kan drivas med relativt låga temperaturer och fungerar väl på sommaren då framledningstemperaturen ligger kring 74 grader i fjärrvärmenätet. Därutöver känner varken Luleå Energi eller tillfrågade fastighetsägare till att det finns några fler värmedrivna kylanläggningar. Därav är inte detta en utmaning just i Luleås fjärrvärmesystem.

#### *Processvärme till industrier*

Processvärmekunder är en mycket heterogen kundkategori som har vitt skilda krav på leveranstemperatur men ofta är kravet på lägsta temperatur högre än vad som krävs för uppvärmning av fastigheter.

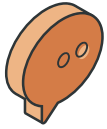
I Luleå har vi identifierat ett flertal kunder av denna typ. Vid en industrianläggning har man en måleriverkstad som behöver varmvatten med minst 80 grader. Värmen växlas två gånger innan den når verkstaden. Redan idag finns perioder av året då fjärrvärmen inte klarar av att leverera tillräcklig temperatur (bland annat på sommaren) och företaget löser detta genom två elpannor som tillför ytterligare värme vid behov. Skulle framledningstemperaturen i fjärrvärmenätet sänkas utan att andra åtgärder vidtas skulle det innebära ett ökat behov av spetsenergi och därmed en ökad elförbrukning. Hur betydelsefull effekten blir är dock svårt att uppskatta utan närmare utredning.

En annan industri har en oljedepå där man har varmhållning av oljecisterner som drivs med fjärrvärme. Även här växlas värmen två gånger innan den når oljan, i detta fall för att minimera risken för läckage av den ena vätskan till den andra. Oljan måste varmhållas till minst 65 grader. För detta måste framledningstemperaturen i fjärrvärmenätet vid leveranspunkten vara strax över 70 grader. Kunden uppger att det hittills har fungerat förutom vid enstaka tillfällen men att man ser möjliga utmaningar med sänkta temperaturer.

## Förslag på åtgärder

Vi har, utifrån de utmaningar som presenterats i föregående kapitel, valt ut ett antal som är mer relevanta för Luleå. De utvalda utmaningarna sammanfattas i tabellen nedan. Därefter beskrivs möjliga förslag på åtgärder för respektive utmaning.

Nr.	System	Utmaning
1	Fjärrvärmecentralen (FC) samt sekundärsystem	Det saknas kunskap om vilken typ av utrustning som idag sitter installerad i kundernas fastigheter och skicket på denna. Bristen finns främst hos Luleå Energi men även hos kunderna själva i viss utsträckning.
2	FC	Idag kräver FC högre temperaturer än vad som tekniskt borde krävas, främst pga. olika fel som ex. läckage, kortslutningar, feldimensionerade ventiler m.m. Dessa är ofta svåra att upptäcka utan att undersöka på plats.
3	FC	Vissa FC, framförallt hos mindre kunder, har sämre möjligheter för reglering vilket kan försvåra anpassning till lägre temperaturer. Detsamma kan även gälla i större byggnader med gamla system.
4	FC	Ventiler har på senare år dimensionerats ned för att ge bättre möjligheter till styrning. Dessa kan behöva dimensioneras upp igen för att kunna hantera ökade flöden.
5	FC	Kunder äger oftast FC och det saknas delvis kunskap och ekonomiska incitament för att upprätthålla fullgod funktion i anläggningarna.
6	Ventilation	Äldre ventilationssystem kräver ofta högre framledningstemperaturer, över 70 grader. Uppfattningen är att många av dessa sitter i lokaler och hos industrier.
7	Ventilation	Vissa villor i Luleå har luftburen värme, dessa har typiskt små värmebatterier som kräver högre framledningstemperatur.
8	Radiator	Gamla ettrörssystem kan typiskt inte leverera lika bra avkylning pga. svårigheter med injustering och kräver därför högre framledningstemperaturer. I Luleå gäller detta till stor del Älvsbyhus från 60- och 70-talet.
9	Radiator	I vissa byggnader kan det finnas "kritiska radiatorer" som är underdimensionerade och som agerar flaskhalsar för systemet då de kräver högre temperatur än övriga radiatorer.
10	Radiator	Överdimensionerade pumpar i radiatorsystemen begränsar möjligheten att reglera ned flödet vilket ger dålig avkylning och behov av högre framledningstemperatur.
11	Radiator	Det finns fortfarande en andel byggnader med 80/60-system som faktiskt kräver dessa temperaturer när det är som kallast.
12	Tappvarmvatten	Varmvattenregulatorer i villor är ofta tryckstyrda. Funktionen hos dessa kan försämrats med ett ökat differenstryck i nätet.
13	Sekundärnät	Sekundärnät innebär ytterligare värmeväxling mellan värmekällan och slutkund och därmed större temperaturfall. Därför kan sekundärnätanslutna kunder ofta kräva högre framledningstemperatur än primärnätanslutna, allt annat lika. I vissa sekundärnät växlas värmen två gånger innan det når slutanvändaren, detta innebär ytterligare högre krav på framledningstemperaturen från fjärrvärmensnätet.
14	Sekundärnät	För de kundägda sekundärnäten gäller också att Luleå Energi har dålig kunskap om konfiguration och skick på dessa.
15	Processvärme	Flera industrikunder använder fjärrvärme för processvärme och vissa av dessa har temperaturkrav upp emot eller strax över 80 grader. I några fall finns redan idag spetsvärme som täcker upp då fjärrvärmens inte räcker till temperaturmässigt.



I kommande stycken kommer vi att utveckla varje utmaning något samt presentera förslag på åtgärder för att möta utmaningen.

## 1.

### Utmaning:

Idag saknas kunskap om vilken typ av utrustning som sitter installerad i kundernas fastigheter och skicket på denna utrustning. Bristen finns främst hos Luleå Energi men även hos kunderna själva. Denna brist på kunskap gör att det är svårt att mer i detalj och kvantitativt analysera hur kundernas värmesystem kommer att fungera under förändrade driftförhållanden. Det blir också svårare att uppskatta omfattningen och kostnaden för åtgärder som blir nödvändiga för att anpassa systemen till nya driftförhållanden.

### Förslag på åtgärd:

Här är det av vikt att ha bra kundrelationer och kunna ta hjälp av kunderna i den utsträckning det går. I Luleå arbetar man parallellt med ett annat projekt som fokuserar på sänkning av returtemperatur inom vilket man har en nära dialog med flera större kunder. För kunder som har serviceavtal med Luleå Energi finns möjlighet till mer utförlig inventering av kundernas anläggningar när man ändå är ute på servicebesök. För en sådan insats är det viktigt att detta förbereds och görs strukturerat så att rätt information samlas in och sammanställs på ett lämpligt sätt. När det gäller sekundärsystemen är det generellt svårare att samla in information i samband med andra inbokade besök (då man vid dessa bara undersöker FC). Eventuellt måste man göra mer riktade insatser där man intervjuar fastighetsägaren eller får tillgång till andra delar av byggnaderna och lägga mer tid på att inventera utrustning i sekundärsystem. Det är även möjligt att man kan ta hjälp av kunderna mer direkt och skicka ut en enkät eller enklare inventeringsmanual och formulär.

## 2.

### Utmaning:

Idag kräver fjärrvärmecentralerna ofta högre temperaturer än vad som tekniskt borde krävas, detta är främst pga. olika fel som exempelvis läckage, kortslutningar, feldimensionerade ventiler m.m. Detta innebär att systemen i nuvarande skick kanske inte

skulle klara av en större sänkning av framledningstemperaturen men att detta kan ändras om dessa tekniska fel åtgärdas. Dessa fel kan vara relativt enkla att åtgärda men är ofta svåra att upptäcka utan att undersöka på plats.

### Förslag på åtgärd:

Fjärrvärmecentraler med mer allvarliga fel bör kunna identifieras genom analys av mätdata på distans, även om vilken typ av fel det rör sig om inte kan bestämmas. Flera fjärrvärmeföretag gör sådana analyser regelbundet och bör därmed kunna upptäcka och åtgärda de mer allvarliga felen hos större kunder. Här får man hjälp av den ökade digitaliseringen av fjärrvärmecentralerna och framöver kan sannolikt övervakning och identifiering av felanläggningar till stor del göras automatiskt. I Luleå är även detta något som faller inom det pågående projektet som syftar till att sänka returtemperaturen i systemet. Även för denna utmaning är det fördelaktigt om kunderna har serviceavtal då fler fel kan identifieras, kategoriseras och åtgärdas vid servicebesök.

## 3.

### Utmaning:

Vissa fjärrvärmecentraler, kanske speciellt hos mindre kunder eller äldre varianter, har sämre möjligheter till reglering vilket kan försvåra anpassningen till nya driftförhållanden och lägre temperaturer. Detta beror på en enklare utformning av fjärrvärmecentralen med andra komponenter som saknar samma funktioner som finns i nya fjärrvärmecentraler idag. Hur stor denna utmaning är i praktiken är okänt.

### Förslag på åtgärd:

Denna utmaning kopplar till viss del an till utmaning nr 1 om brist på kunskap om kundernas anläggningar och åtgärdas därför också delvis genom inventering och förbättrad kunskap. Det kan handla om att identifiera specifika komponenter såsom

regulatorer som inte uppfyller funktionskraven, gamla reglercentraler eller liknande. Eventuellt kan dessa komponenter behöva bytas ut för att önskad funktion ska uppnås.

## 4.

### Utmaning:

I flera fjärrvärmesystem har man arbetat aktivt med att byta ut styrventiler som historiskt varit överdimensionerade för att förbättra funktionen under rådande driftförhållanden. En sådan neddimensionering begränsar hur höga flöden som fjärrvärmecentralen kan hantera och därmed hur mycket man kan sänka framledningstemperaturen och samtidigt behålla önskad prestanda. Enligt de olika aktörerna inom fjärrvärmebranschen så har styrventiler i fjärrvärmecentraler historiskt varit gravt överdimensionerade. Luleå Energi tror även att de nya ventiler man sätter in idag lämnar visst utrymme för ökade flöden men det är osäkert hur stort detta utrymme är.

### Förslag på åtgärd:

Man bör, så gott man kan, identifiera den flödesökning som blir resultatet av den temperatursänkning som eftersträvas och kommunicera denna med kunderna. Kunderna bör då i sin tur kunna kontrollera om deras ventiler klarar detta. I det fall ventiler måste bytas ut är detta en relativt enkel åtgärd. Detta är också något som Luleå Energi kan kontrollera i samband med servicebesök hos de kunder som har serviceavtal.

## 5.

### Utmaning:

I vanliga fall äger kunden fjärrvärmecentralen och särskilt sekundärsystemen. I många fall saknas viss kunskap och/eller ekonomiska incitament för att upprätthålla fullgod funktion i anläggningarna. Luleå Energi ser bristen på kunskap som en större utmaning än avsaknaden av ekonomiska incitament. Ekonomiska incitament kan finnas men inte uppfattas av kunden.

### Förslag på åtgärd:

Fjärrvärmeföretaget måste arbeta mer aktivt och bygga kunskap hos kunderna samt hjälpa dem förstå de ekonomiska incitament man faktiskt förser kunden med. Fjärrvärmeföretaget kan också möjligtvis göra justeringar i prismodellen om man

anser att detta skulle skapa bättre incitament. Det finns också möjligheten att erbjuda kunderna att fjärrvärmeföretaget övertar ägandet av vissa delar av kundanläggningen. Idag finns fjärrvärmesystem där fjärrvärmeföretaget äger majoriteten av fjärrvärmecentralerna. En annan möjlighet är också att sälja fler serviceavtal till kunderna och på så sätt höja standarden. Luleå Energi förstår att de behöver jobba mer aktivt i denna fråga och har påbörjat riktade insatser av detta slag, senast mot villakunder, och fått positiv respons.



## 6.

### Utmaning:

Det finns fortfarande äldre ventilationssystem som kräver högre framledningstemperaturer, ofta över 70 grader. I Luleå är uppfattningen att många av dessa återfinns i lokaler och hos industrier.

### Förslag på åtgärd:

Äldre ventilationssystem kan vara nära eller redan ha passerat den tidpunkt då det är lönsamt att byta ut dem av andra anledningar. Särskilt byte av gamla ventilationsfläktar brukar vara relativt lönsamt att genomföra. I annat fall kan man också undersöka huruvida det är möjligt att arbeta mer med smart styrning av ventilationen, så att ventilationen styrs ned när det är som kallast och på så sätt minska det maximala temperaturbehovet.



## 7.

### Utmaning:

Det kan också finnas villor med luftburen värme som huvudsaklig uppvärmning. I Luleå förekommer detta i en inte obetydlig andel av villorna. Dessa värmesystem har typiskt mindre värmebatterier och kräver relativt hög framledningstemperatur.

### Förslag på åtgärd:

I Luleå gäller att det i en stor andel av dessa hus börjar bli dags att byta hela fjärrvärmecentralen. Vid ett sådant tillfälle kan Luleå Energi även erbjuda att byta till nya och bättre värmebatterier. Luleå Energi har också erfarenhet av att många av dessa hus har dålig avkylning i sina värmesystem och ofta beror det på att värmebatterierna är igensatta med damm. Då kan en enkel rengöring av systemet förbättra funktionen.

## 8.

### Utmaning:

Gamla radiatorsystem med ettrörskonfiguration kräver högre framledningstemperatur än system med två rör och är ofta svårare att injustera för att få en god avkylning. I Luleå finns ett betydande antal fastigheter med ettrörssystem.

### Förslag på åtgärd:

En enkel åtgärd för denna utmaning som visat sig effektiv i Luleå är att rensola radiatorkretsen, detta har typiskt gjorts då man bytt fjärrvärmecentralen i byggnaden och har alltså förbättrat hela radiator-

kretsens funktion. En möjlig åtgärd för att öka avkylningen är att installera så kallade konvektorfläktar under radiatorerna som driver på luftflödet och därmed ökar den konvektiva värmeöverföringen. En annan åtgärd som är mer omfattande är att byta ut små radiatorer till större, vilket också kommer innebära att man måste justera in radiatorsystemet på nytt. Luleå Energi är också intresserade av att inkludera några hus av denna typ i ett pilotprojekt med mer avancerad mätning och övervakning för att mer noggrant studera prestandan i sådana system.

## 9.

### Utmaning:

I vissa byggnader finns "kritiska radiatorer" vilka är underdimensionerade för den volym de ska värma. Detta innebär att de kräver högre temperatur än resterande radiatorer och agerar flaskhals för hela systemet. Detta kan bero på en ursprunglig feldimensionering eller på att något har förändrats i byggnaden sedan den byggdes som att man plockat bort en radiator, rivit en vägg eller liknande.

### Förslag på åtgärd:

För att försöka identifiera sådana fall kan man göra en inventering av temperaturkurvan i radiatorsystemen och notera system med ovanligt höga framledningstemperaturer. Fastighetsägaren kan också göra tester i sina byggnader genom att justera ned temperaturen successivt i radiatorsystemen och se om specifika lägenheter/utrymmen uppvisar problem eller om det är generellt i hela byggnaden. Mer



konkreta åtgärder kan även här vara att installera konvektorfläktar som ökar avkylningen. Att installera en större eller extra radiator i det utsatta utrymmet är en annan möjlig åtgärd.

## 10.

### Utmaning:

I vissa sekundärsystem och kanske främst i radiatorsystem kan det finnas en utmaning i att cirkulationspumpen är överdimensionerad vilket innebär att möjligheten att finjustera eller reglera ned flödet är begränsad. Detta kan i sin tur innebära en sämre avkylning och därmed ett behov av högre framledningstemperaturer.

### Förslag på åtgärd:

Sannolikt finns ingen annan åtgärd än att byta ut pumpen om den är överdimensionerad. Är pumpen gammal kan detta sannolikt vara lönsamt då moderna pumpar generellt är betydligt mer energieffektiva.

## 11.

### Utmaning:

Det finns fortfarande en del äldre byggnader med radiatorsystem som dimensionerats för framledningstemperaturer upp till 80 grader som fortfarande kräver dessa temperaturnivåer. I Luleå är uppfattningen att det finns relativt få sådana byggnader och att utmaningens omfattning därmed är begränsad.

### Förslag på åtgärd:

Denna utmaning har mycket gemensamt med utmaning nr 9 förutom att det här rör sig om en generell problematik i hela radiatorsystemet. Även här är en tänkbar åtgärd att installera konvektorfläktar som ökar avkylningen. Att byta ut eller installera extra radiatorer är en annan möjlig åtgärd. Man kan också tänka sig att försöka minska byggnadens värmebehov genom exempelvis tätning eller tilläggsisolering. Dessa åtgärder är mer omfattande och kostsamma men beroende på den specifika byggnadens skick och övriga behov av renovering kan det vara lämpligt.

## 12.

### Utmaning:

Varmvattenregulatorer i villor är ofta tryckstyrda. Funktionen hos dessa system kan försämrats då tryckförhållandena i systemet förändras. En erfarenhet från det närliggande mindre fjärrvärmenätet i Råneå, som har lägre differenstryck i systemet, är att de tryckrelaterade problemen är färre än i det stora Luleånätet vilket indikerar att ett ökat tryck kan innebära fler driftfel.

### Förslag på åtgärd:

Regulatorer kan bytas ut till moderna tryckstyrda eller elektriskt styrda. På många tryckstyrda regulatorer finns möjlighet att ställa in dem efter olika trycknivåer, denna funktion kan vara okänd för många men kan avhjälpa en del av problemen. Därför är det bra att informera kunderna om denna möjlighet och möjligtvis kontrollera så att regulatorerna är korrekt inställda vid servicebesök.

## 13.

### Utmaning:

Sekundärnät innebär ytterligare värmeväxling mellan värmekällan och slutanvändaren och därmed ett större temperaturfall. Därför kan sekundärnätanslutna kunder ofta behöva högre framledningstemperatur än primärnätanslutna, allt annat lika. I vissa sekundärnät växlas värmen två gånger innan varmvattnet når slutanvändaren, detta innebär ytterligare temperaturfall och en mer extrem version av samma utmaning. En växling av värmen kan typiskt resultera i ett temperaturfall på 3-8 grader beroende på värmväxlarens prestanda. Detta innebär att temperaturen i det primära fjärrvärmenätet kan behöva vara upp mot 15 grader högre än användarens faktiska temperaturbehov om värmen växlas två gånger.

### Förslag på åtgärd:

En möjlig åtgärd är att byta ut värmväxlare om det visar sig att dessa har dålig prestanda vilket först måste undersökas. En annan möjlig åtgärd är såklart att bygga bort sekundärnätet, detta kan dock vara en mycket omfattande och kostsam åtgärd. Man bör också titta på de olika byggnaderna/



slutanvändarna inom sekundärnätet, om det är någon som sticker ut med avseende på temperaturkrav kan det vara mer kostnadseffektivt att sätta in riktade åtgärder mot just denna. Sekundärnät är dock i ganska hög grad unika och det är svårt att ge mer generella förslag på åtgärder.

## 14.

### **Utmaning:**

Som för sekundärsystemen inom kundernas byggnader gäller även för de kundägda sekundärnäten att Luleå Energi har dålig kunskap om konfiguration och skick på dessa. Detta gör det svårt för Luleå Energi att agera för att identifiera andra möjliga utmaningar och hjälpa kunderna med åtgärder.

### **Förslag på åtgärd:**

Liksom för utmaning nr 1 gäller att fjärrvärmeföretaget måste jobba nära kunderna här och bygga kunskap om dessa system. Fördelen är att det rör sig om betydligt färre system och sannolikt finns en del information att tillgå från fastighetsägarna i form av ritningar och dylikt. För att bedöma nuvarande skick kan en mer arbetskrävande insats behövas i form av platsbesök.

## 15.

### **Utmaning:**

I många fjärrvärmenät finns industrikunder som använder fjärrvärme för processvärme. Det är vanligt att dessa har högre temperaturkrav än vad som krävs för byggnadsuppvärmning. I Luleå finns flera

sådana kunder, ingen av dessa har mycket höga temperaturkrav men vissa av dem behöver idag upp emot eller strax över 80 grader. För en av de större processvärmekunderna gäller att man redan idag har en lokal elpanna för spetsvärme denna kommer kunna täcka upp ett större behov som eventuellt kan uppstå då framledningstemperaturen i fjärrvärmenätet sänks. En större utmaning ser man hos en kund som använder fjärrvärme för varmhållning av oljecisterner. Anläggningen har idag problem med avkylningen och man ser begränsade möjligheter till att förbättra denna utan omfattande investeringar.

### **Förslag på åtgärd:**

För denna utmaning gäller att varje fall är specifikt. Generellt kan man alltid titta på någon lokal spetsanläggning som komplement till fjärrvärmen men detta är sällan önskvärt från fjärrvärmeföretagets perspektiv. Andra möjliga åtgärder kan vara att titta på processen i sig och se om det går att göra förändringar som minskar temperaturbehovet, det finns exempel på sådant samarbete i Luleå med en industrikund. I övrigt gäller att fjärrvärmeföretaget måste föra en nära dialog med kunderna och bistå dem så långt man kan i att utreda potentiella problem närmare.

## Diskussion

Denna studie har handlat om möjligheter och utmaningar kopplade till att sänka framledningstemperaturen i befintliga fjärrvärmesystem. Fokus har legat på de delar av systemet som finns inom fastigheterna, främst fjärrvärmecentralen och sekundärsystemen. Arbetet har övergripande behandlat allmängiltiga aspekter av ämnet medan de specifika förhållandena i Luleå har studerats mer i detalj.

Den maximala framledningstemperaturen i Luleås fjärrvärmenät ligger idag omkring 115 °C. Studien har visat på att det finns en betydande potential för att sänka den maximala framledningstemperaturen i fjärrvärmesystemet i Luleå utifrån dagens förutsättningar baserat på kundernas behov. En stor majoritet av fastigheterna bör klara att tillgodose uppvärmningsbehovet även om framledningstemperaturen sänks ner till 80-85 grader. Huruvida en sådan sänkning är tillräcklig för att uppnå Luleå Energis mål om att fortsätta nyttja restvärme från stålindustrin i stor utsträckning vet vi inte i dagsläget. De fjärrvärmeanvändare som sannolikt kan uppleva problem med en sådan sänkning av framledningstemperaturen är främst sekundärnätanslutna som också står inför någon av de andra utmaningar som identifierats samt vissa industrier som använder fjärrvärme för processvärme.

Vid ytterligare sänkning av framledningstemperaturen (under 80 grader) kommer betydligt fler fjärrvärmeanvändare uppleva problem med värmeleveranserna och mer omfattande åtgärder kommer att behöva genomföras för att bibehålla nuvarande funktion.

Ovanstående resonemang bygger på att den levererade effekten från fjärrvärmenätet kan bibehållas genom att flödet ökas för att kompensera för den lägre temperaturen. Som vi varit inne på tidigare är detta långt ifrån någon självklarhet. Flera aktörer som intervjuats inom detta projekt menar på att distributionsnätet sannolikt utgör en större utma-

ning än anpassningen av fjärrvärmecentraler och fastigheternas anläggningar. Som vi tidigare konstaterat har trenden på senare år snarare varit att framledningstemperaturen i svenska fjärrvärmesystem ökar något. Detta tyder på att nyttan med att sänka, eller bibehålla, framledningstemperaturen inte överväger de kostnader som är förknippade med att genomföra åtgärder i fjärrvärmenätet som skulle möjliggöra en sådan sänkning. Det kan också finnas ett mått av konservatism som påverkar fjärrvärmeföretagens agerande då man ser det som 'enklare' att arbeta vidare på den redan utstakade vägen istället för att mer noggrant utreda alternativen. I en framtid där alternativa värmekällor som just restvärme, geotermi m.m. möjligen utgör en större del av värmeproduktionen kommer nyttan av att sänka framledningstemperaturen bli mer tydlig.

En viktig framgångsfaktor som lyfts fram under projektet för att lyckas med en omställning som den man ser framför sig i Luleå är att tidigt involvera kunderna, föra en nära dialog med dem och få med dem i omställningen. Detta innebär bland annat att man tydligt förklarar syftet och nyttan med de förändringar som planeras innan man börjar genomföra eller föreslå åtgärder som påverkar kunderna. Här arbetar Luleå Energi proaktivt, både genom detta projekt och sitt kontinuerliga arbete med att bygga långsiktiga kundrelationer. Frågan om vem som ska betala för nödvändiga åtgärder i kundernas fastigheter återstår att besvara. Idag har kunderna inga tydliga ekonomiska incitament enbart för att anpassa sina fastigheter till lägre framledningstemperatur. Snarare är det i dagsläget så att lägre framledningstemperatur leder till ökad kostnad genom högre flöde. Kunderna betalar idag för flödet genom fjärrvärmecentralens primära värmeväxlare. Detta känner Luleå Energi till och man har uttalat att flödeskostnaden kommer att ses över innan någon specifik sänkning av framledningstemperaturen görs. För att komma fram till vem som ska stå för vilka kostnader kopplat till omställ-

ningen behövs en tydligare bild av vilka konkreta åtgärder som kommer att krävas i olika delar av hela fjärrvärmesystemet. För kunderna kan det finnas andra nyttor med vissa åtgärder, eller att de skulle genomförts ändå men att dessa nu genomförs lite tidigare än vad som annars varit planerat. Exempelvis byte av äldre ventilationsaggregat som vi nämnt tidigare. Typen av åtgärder som krävs och hur stort behovet av åtgärder i kundernas fastigheter respektive fjärrvärmenätet är kan vara faktorer som påverkar hur denna fråga hanteras i slutändan.

En tydlig utmaning som identifierats inom detta projekt är just att kunskapen om alla kunders fjärrvärmecentraler och sekundärssystem är begränsad, både hos fjärrvärmeföretaget och hos fastighetsägarna. Detta gör det svårt att kvantitativt analysera hur dessa delsystem skulle svara på en sänkning av framledningstemperaturen och var smärttröskeln för en sådan sänkning ligger innan mer omfattande åtgärder måste vidtas i kundernas fastigheter.

Därför finns det ett tydligt värde i att i ett relativt tidigt skede börja genomföra praktiska tester. Sådana tester kan ge mycket värdefull information om var problemen uppstår först och kanske belysa utmaningar som förbisetts i den teoretiska studien. Även här gäller såklart att det är mycket viktigt att tidigt och tydligt kommunicera till kunderna när och hur testerna ska genomföras och vilka effekter de kan tänkas känna av. Kunderna blir då även en del i testerna och hjälper till med övervakningen av dessa.

Att eftersträva betydligt lägre temperaturer i nya fjärrvärmesystem har varit en utvecklingsfråga som man jobbat med inom fjärrvärmesektorn i många år men att betydligt sänka framledningstemperaturen (tiotals grader) i befintliga fjärrvärmesystem på detta sätt är ytterst ovanligt. Därmed kan mycket ny kunskap komma från det arbete som ska göras i Luleå de kommande åren vilken kan öppna nya vägar för att fortsätta utveckla fjärrvärmen även på andra orter.

## Referenser

Averfalk H et al. (2021). *Low-Temperature District Heating Implementation Guidebook*. IEA DHC Report.

Averfalk, H., & Werner, S. (2017). *Framtida fjärrvärmeteknik*. Energiforsk.

Averfalk, H., Werner, S., Felsmann, C., Rühling, K., Wiltshire, R., & Svendsen, S. (2017). *Transformation Roadmap from High to Low Temperature District Heating Systems : Annex XI final report*. IEA DHC.

Boss, A., Pädam, S., & Larsson, O. (2021). *Mot lägre temperaturer i befintliga fjärrvärmesystem – en studie om hinder, incitament och styrmedel*. WSP Sverige.

Dahlberg Larsson, Cilla (2021.09.21). Arbeta med sänkta temperaturer i fjärrvärmesystemet. FVB. Energiforsk Webinarium.

Europeiska kommissionen. (2016). *EU Strategy on Heating and Cooling*.

Gumméus, P. (1989). *Analys av konventionella abonnentcentraler i fjärrvärmesystem*. Chalmers Tekniska Högskola. Doktorsavhandling.

Månsson, S. (2021). *Spot the difference! On the way towards automated fault handling in district heating buildings*. Lunds Universitet, Department of Energy Sciences.

Åberg, M., Fälting, L., Carlsson, J., Johansson, L., Widen, J., & Forssell, A. (2017). *Nya lösningar för fjärrvärme i miljonprogramsområden*. Energiforsk.



#### VÄRMEMARKNAD SVERIGE, ETAPP 4

Värmemarknad Sverige är ett tvärvetenskapligt forskningsprojekt som utforskar hur värme- och kylamarknaden och dess aktörer tillsammans kan bidra till ett resurseffektivt, flexibelt och robust energisystem. Den pågående etappen är nummer fyra i ordningen och har sin utgångspunkt i att uppvärmningssektorn ska vara fossilfri år 2030 och en kolsänka 2045. Genom att ta ett helhetsgrepp på värme- och kylafrågorna och involvera alla berörda aktörsgrupper kan nya

utmaningar och utvecklingsvägar identifieras och analyseras och kunskapen kan spridas brett inom sektorn. Systemperspektiv, resurseffektivitet och samspel står i fokus.

Knappt 40 organisationer, vilka representerar kunder, teknikleverantörer, energibolag, branschorganisationer och myndigheter, medverkar i den pågående etappen. Energimyndigheten är en av finansiärerna.

Läs mer på  
[www.varmemarknad.se](http://www.varmemarknad.se)