



Intelligent fjärrvärmenät - Karlshamnsmodellen

Utveckling av utvärderingsprocess samt
ökad medvetenhet om modellens fördelar

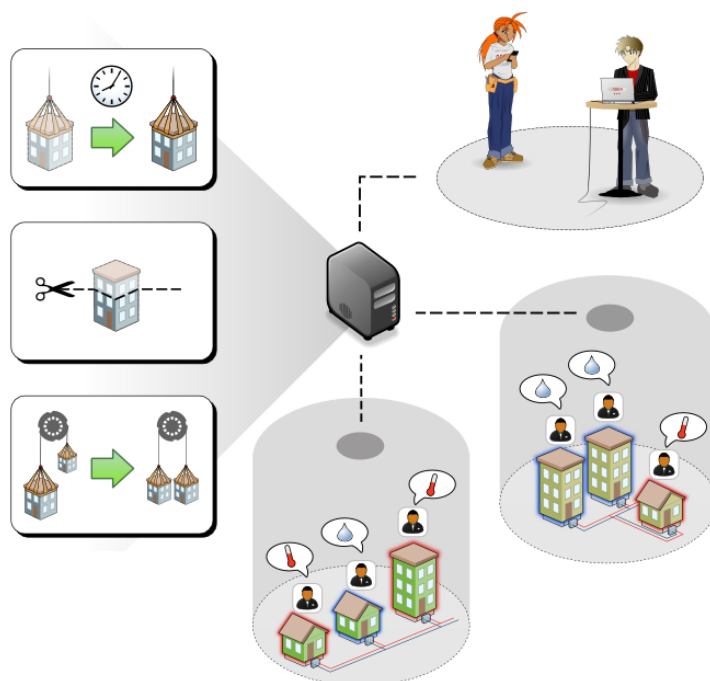


Karlshamn
eXergi

KARLSHAMNSBOSTÄDER
Nyckeln till ett bra boende!



NODA
INTELLIGENT SYSTEMS



Rapport: 2015:15

Rapportnamn: Intelligent fjärrvärmenät – Karlshamnsmodellen. Utveckling av utvärderingsprocess samt ökad medvetenhet om modellens fördelar.

Utgåva: Endast publicerad på webben.

Utgivare: Länsstyrelsen Blekinge län, 371 86 Karlskrona.

Länsstyrelsens rapporter: www.lansstyrelsen.se/blekinge/publikationer

ISSN: 1651-8527

Författare: Christian Johansson, NODA Intelligent Systems.

Kontaktperson: Cecilia Näslund, Länsstyrelsen i Blekinge län

Illustration omslag: NODA Intelligent Systems

Dnr: 420-4164-12

Författaren ansvarar själv för bedömningar, slutsatser och förslag i rapporten.

Miljö kvalitetsmål: Projektet som redovisas i rapporten bidrar till arbetet med miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan.

(Illustration: Tobias Flygar)



© Länsstyrelsen Blekinge län

Innehåll

Sammanfattning	6
Bakgrund	8
Projektuppföljning Klimatmiljonen Blekinge	9
Projektbeskrivning	10
Projektets genomförande.....	12
Utvärderingsprocess för intelligent fjärrvärme	12
Konceptcentrum i Svängsta.....	12
Kommunikationsplan för ökad medvetenhet om fjärrvärme	13
Resultatredovisning.....	14
Måluppfyllelse.....	15
Intelligent fjärrvärme	15
Fjärrvärme i samverkan.....	15
Vad är ett intelligent system?.....	16
Använd befintlig infrastruktur.....	16
Gemensamma vinster	17
Utvärderingsprocess – Jakobs Stege	17
Karlshamn fjärrvärmenät – praktisk tillämpning av utvärderingsprocess för intelligent fjärrvärme	18
Referenser	20

Sammanfattning

Sammanfattning på svenska

Denna rapport beskriver slutsatser och erfarenheter från projektet ”Kompetensutveckling inför framtidens intelligenta fjärrvärme” som Karlshamn Energi och Karlshamnsbostäder gemensamt ansökte om från Klimatmiljonen via Länsstyrelsen Blekinge.

Projektet har i huvudsak genomförts NODA Intelligent Systems och Karlshamn Energi. Finansiärer är Karlshamn Energi (44 %), Karlshamnsbostäder (6 %) och Länsstyrelsen i Blekinge (50 %).

Inom projektet har en utvärderingsprocess för intelligent fjärrvärme utvecklats och en rad åtgärder har genomförts för att sprida medvetenhet och kunskap om det arbete som genom åren har genomförts i Karlshamn. I slutet av projektet genomfördes ett seminarium som samlade deltagare från hela landet.

Parallellt med projektet har även arbetet med intelligent fjärrvärme utvecklats i Karlshamn och Karlshamn Energi har nu installerat närmare hundra kundcentraler inom ramen för det arbetet. Dessa kundcentraler samverkar i ett Smart Heat Grid för att effektivisera fjärrvärmedistributionen, spara energi till kunder och minska användandet av miljöpåverkande spetslastbränsle. Enligt Karlshamn Energi's egna beräkningar har systemet en återbetalningstid på mellan tre till fem år.

Rapporten följer först och främst upp projektarbetet inom Klimatmiljonen Blekinge i Karlshamn men ger även en bakgrund till de förutsättningar som har utvecklats i regionen. Rapporten beskriver även tekniken som används inom Smart Heat Grid och som utgör basen för arbetet inom intelligent fjärrvärme.

Sammanfattning på engelska

This report describes experiences and conclusions from the project “Competence development for the intelligent district heating of the future” that Karlshamn Energi and Karlshamnsbostäder jointly applied for from the Climate Million from Länsstyrelsen Blekinge.

NODA Intelligent Systems and Karlshamn Energi have primarily performed the project. The project is financed by Karlshamn Energi (44 %), Karlshamnsbostäder (6 %) and Länsstyrelsen i Blekinge (50 %).

An evaluation process for intelligent district heating has been developed within the project and a range of measures has been implemented to spread awareness and knowledge about the work that has been done in Karlshamn throughout the years. At the end of the project a seminar was held that gathered participants from the whole country.

In parallel with the project the work with intelligent district heating has continued to develop in Karlshamn, and Karlshamn Energi have now installed close to one hundred customer substations with the system. These customer substations are co-operating in a Smart Heat Grid system to make the district heating distribution more efficient, save energy for customers and reducing the use of environmentally unfriendly and expensive peak load fuels.

The report primarily discusses the project work within the Climate Million Blekinge in Karlshamn but also provides a background to the conditions that has been developed in the region. The report also describes the technology used in Smart Heat Grids and which is used as a basis for the work within intelligent district heating.

Intelligent fjärrvärmenät - Karlshamnsmodellen

Utveckling av utvärderingsprocess samt ökad medvetenhet om modellens fördelar

Bakgrund

Nästan hälften av all den energi som genereras i Europa används för värme och kyla. Enorma mängder energi går åt till att värma fastigheter och industriella processer. Samtidigt går samhället mot mer distribuerad och intermitterent energiproduktion som exempelvis sol- och vindel, vilket i sin tur kräver en robustare reglerförmåga inom distributionssystemen. Dessa insikter har gjort att termiska system i allmänhet och fjärrvärme i synnerhet har identifierats som viktiga pusselbitar för en framtida hållbar europeisk energiinfrastruktur. Termiska system har många gånger en inbyggd fysisk tröghet vilket möjliggör en flexibilitet efterfrågan. Detta gäller i princip alla termiska system som exempelvis värmepumpar eller gasbaserade system för uppvärmning. Fjärrvärmen är dock speciell i denna kontext eftersom fjärrvärmesystemen i sig är stora sammankopplade nätverk och för att det redan finns utbyggt i stora delar av Europa. Detta gäller inte minst i Sverige där fjärrvärmen har en särställning vad gäller uppvärmning. Genom sina centraliserade stordriftsfördelar vad gäller exempelvis användning av överskottsvärme eller olika typer av biobränsle är fjärrvärmen väldigt flexibel vad gäller produktionsmöjligheter. Som exempel kan nämnas att det i stora delar var den stora omställning inom fjärrvärmeproduktion som Sverige genomförde under 90-talet som möjliggjorde för Sverige att uppfylla sina åtagande mot det dåvarande Kyoto-protokollet.

En viktig aspekt av fjärrvärmen är dess förmåga att agera som buffert gentemot elmarknaden, vilket möjliggörs av den termiska trögheten som framför allt finns hos fjärrvärmekundernas fastigheter men även till viss del inom fjärrvärmenätet i sig. På detta sätt kan fjärrvärmen vara en bas för att bygga framtida hybridsystem där elmarknaden i allt större grad knyts samman med de termiska systemen. Ett utökat utnyttjande av denna flexibilitet hjälper även till att minska fossilbaserad spetslastproduktion inom fjärrvärmen, optimering av kraftvärmeproduktion och jämnare effektprofiler inom fjärrvärmenätet vilket gynnar hållbar energiproduktion. Tekniskt sett utgör det även plattform för ökad samverkan mellan kunder och energibolag vilket i förlängningen kan leda till en ökad transparens i den momentana kostnadsfördelningen mellan energiproduktion och energiförbrukning. För att möjliggöra detta krävs det dock att nya typer av innovativ teknik kompletterar de existerande systemen som används för styrning och övervakning om fjärrvärme.

NODA Intelligent Systems och Karlshamn Energi har under de senaste åren genomfört en bred satsning för att främja den här typen av framtida intelligenta fjärrvärmesystem. Tillsammans med Swedavia och Energimyndigheten genomfördes för ett antal år sedan ett projekt för att bereda väg för teknik som ökar effektiviteten och minskar miljöpåverkan inom svenska fjärrvärmenät. Även om fjärrvärmen i sig är en effektiv och hållbar teknik återstår det fortfarande flera utmaningar, vilket är anledningen till att NODA och Karlshamn Energi tillsammans med flera andra aktörer i Karlshamn fortsätter att driva

utvecklingen gentemot innovativa lösningar ur såväl tekniska som marknadsmässiga perspektiv.

Karlshamn Energi installerade under hösten 2012 Smart Heat Grid teknik från NODA i Svängsta strax utanför Karlshamn i Blekinge. Svängsta är en mindre tätort vars fjärrvärmenät är sammankopplat med det större fjärrvärmenätet i Karlshamn där det får sin primära värme ifrån. Näten är dock hydrauliskt avskilda vilket gör att nätet i Svängsta är en utmärkt testanläggning för projekt av den här typen i mindre skala. Ett tjugotal av de största kundcentralerna i Svängsta, inklusive Haldafabriken, kopplades samman i Smart Heat Grid. Detta ledde till att ungefär hälften av det totala effektbehovet i Svängsta direkt kunde samverka inom ramen för projektet. Normalt sett är den operativa styrfunktionen i ett fjärrvärmenät helt beroende på effektbehovet, men med hjälp av Smart Heat Grid kan det momentana effektbehovet samverka med övriga produktionsparametrar. Under projektets gång har Smart Heat Grid byggts ut till att nu omfatta hela Karlshamn med totalt närmare hundra kundcentraler som är aktiva inom ramen för systemet.

Arbetet som görs i Karlshamn är något som har byggts upp under flera år och som har en bakgrund inom forskning inom datavetenskap på Blekinge Tekniska Högskola (BTH). BTH var tidigt ute inom innovativ utveckling av ITC-baserade modeller för distribuerad samverkan inom komplexa system, och hade redan i slutet på 1990-talet påbörjat en inriktning mot just energisystem i allmänhet och fjärrvärme i synnerhet. I början på 2000-talet inledde BTH ett forskningssamarbete med Alfa Laval som också delfinansierades av Vinnova. BTH fortsatte även efter det projektet med att utveckla innovativ teknik inom fjärrvärme, vilket har lett fram till ett stort antal internationellt publicerade vetenskapliga artiklar, ett flertal svenska rapporter publicerade av Svensk Fjärrvärme samt två doktorsavhandlingar inom datavetenskap. Detta arbete ledde fram till att flera konkreta behov av teknikutveckling identifierades och detta i sin tur ledde sedermera fram till att forskarna bakom detta arbete bildade NODA Intelligent Systems som en spin-off från forskningsansatsen.

Det är alltså en långsiktig praktisk samverkan som har lagt grunden för de framgångar som nu kan visas upp i Karlshamn. Den här typen av samverkan över organisationsgränser brukar kallas triple helix när det handlar om att knyta samman det offentliga, akademien och näringslivet. I Karlshamn har denna samverkan omsatts i konkret praktik och det är detta som kallas Karlshamnsmodellen.

Projektuppföljning Klimatmiljonen Blekinge

Det formella namnet på projektet som denna text är en slutrapport till är ”Kompetensutveckling inför framtidens intelligenta fjärrvärme”. Den grundläggande tanken bakom detta projekt var att ta tillvara de erfarenheter och kunskaper som byggdes upp i det parallella arbetet inom Smart Heat Grid som framför allt NODA, BTH och Karlshamn Energi genomför inom ramen för Karlshamnsmodellen. Dessa erfarenheter skulle sedan kunna leda till en ökad utveckling och användning av teknik som effektiviserar energi-användningen och minska miljöpåverkan inom svenska fjärrvärmenät. En stor del av projektet handlade med andra ord om att sprida medvetenhet om arbetet inom Karlshamnsmodellen och att sätta Karlshamn på kartan inom innovativ fjärrvärmeteknik.

De parter som medverkat i projektet har varit Karlshamn Energi, Karlshamnsbostäder, NODA Intelligent Systems samt Blekinge Tekniska Högskola. Karlshamn Energi är ett

kommunalt energibolag som verkar inom Karlshamn kommun. De bedriver verksamhet inom värme, elnät, bredband och tjänster. Det kommunala fastighetsbolaget Karlshamnsbostäder ingår i samma koncern som Karlshamn Energi och verkar också inom Karlshamn kommun med framför allt uthyrning av bostäder. NODA är ett forskningsbaserat SME-bolag baserat i Karlshamn, med kontor även i Malmö. NODA utvecklar och marknadsför IT-baserade system för intelligent styrning inom energisystem i allmänhet och fjärrvärme i synnerhet. BTH är en Sveriges tydligaste profilerade högskolor, där tillämpad IT och innovation för hållbar tillväxt står i fokus. BTH bedriver forskning på hög internationell nivå och rankas bland de sex bästa lärosätena i världen inom programvaruteknik och hållbar utveckling. Forskningen utgör ungefär en tredjedel av verksamheten på BTH, och de har ungefär 6000 studenter och knappt 500 anställda.

Projektbeskrivning

Syftet med projektet enligt ansökan var att främja förståelsen och medvetenheten om de energisatsningar som görs i Karlshamn och för att tydliggöra den miljönytta och de ekonomiska fördelar som detta medför. Målet var att utveckla en utvärderingsprocess samt att skapa ett kunskapsunderlag baserat på data från fjärrvärmeverksamheten.

Projektet hade fyra primära aktiviteter som löpte under projektets gång. Dessa aktiviteter var ämnade att uppfylla projektets mål och syfte.

Aktivitet A: Utvärdering av historisk data

I denna aktivitet kommer genomföraren att sammanställa och utvärdera de historiska driftsdata som finns tillgänglig från fjärrvärmeverksamheten i Svängsta.

Aktivitet B: Referensunderlag

Baserat på utvärderingen av historisk data kommer ett referensunderlag att skapas. Detta utgör en basnivå som det framtida arbetet med energieffektivisering inom fjärrvärmeverksamheten kan utvärderas gentemot.

Aktivitet C: Utvärderingsprocess

För att förenkla framtida utvärderingar av energieffektiviserande åtgärder och för att gynna en framtida plattform för forskning och utveckling inom fjärrvärmeteknik i Karlshamnsregionen kommer en utvärderingsprocess att utvecklas. Detta skapar ett ramverk som underlättar den praktiska processen att utvärdera nya tekniker och innovationer inom energieffektivisering. Det ger även ett försprång för plattformen ur ett regionalt och nationellt perspektiv.

Aktivitet D: Kommunikationsplan

För att förmedla den kunskap som projektet bygger upp kommer en kommunikationsplan att upprättas vilket utmynnar i underlag för kommunikation lokalt, regionalt och nationellt inom energibranscher och kommunala verksamheter. Seminarium kommer även att genomföras för att delge aktörer, finansiärer och övriga intressenter de resultat som byggs upp.

Själv grundtanken med detta projekt var att växla upp de värden som skapas i de parallella projekten inom intelligent fjärrvärme i Karlshamn, vilket skulle leda till en kost-

nadseffektivitet i förhållande till projektresultat. Tanken var också ett fortsatt gynnande av triple helix ansatsen i regionen där såväl kommunala verksamheter som lokalt näringsliv och högskola är inblandade i.

Tidsplanen enligt ansökan visas i tabell 1.

Tabell 1: Tidsplan för projektet

<i>Tidpunkt</i>	<i>Händelse</i>
2013 Jan	Projektstart
2013 Jan-Dec	Utvärdering av historisk data
2013 Aug-Dec	Referensunderlag
2013 Nov	Delrapport inlämnad
2013 Dec	Seminarium
2014 Jan-Jun	Utvärderingsprocess
2014 April-Okt	Kommunikationsplan
2014 Okt	Seminarium
2014 Nov	Slutrapport inlämnad

Projektet hade en total budget om 500 000 SEK fördelat enligt tabell 2.

Tabell 2: Projektbudget

	2013	2014
Projektledning	31 000	29 000
Projektgenomförande	188 000	172 000
Resor	16 000	14 000
Seminarium	26 000	24 000
Totalt	261 000	239 000

Enligt ansökan skulle denna budget finansieras enligt tabell 3.

Tabell 3: Budgetfinansiering

Finansiär	Summa (SEK)	Andel
Karlshamn Energi AB	220 000	44 %
Karlshamnsbostäder AB	30 000	6 %
Länsstyrelsen Blekinge	250 000	50 %
Totalt	500 000	100 %

Samarbetspartners inom projektet har varit Karlshamn Energi, Karlshamnsbostäder, NODA Intelligent Systems samt Blekinge Tekniska Högskola. Styrgruppen har bestått av personer från alla dessa parter och Länsstyrelsen Blekinge har vid behov beretts plats i styrgruppen.

Länsstyrelsen Blekinge beviljade denna ansökan men minskade stödbeloppet till 230 000 SEK. Länsstyrelsen satte även ett specifikt villkor om att information skulle

förmedlas till andra fjärrvärmeaktörer i Blekinge angående potentialen av effektiviseringsåtgärder som kan uppnås med den teknik som utvärderas i projektet.

Projektets genomförande

Projektet har utförts inom ramen för de fyra beskrivna aktiviteterna. Genomförandet har under projekttiden efterhand dock blivit försenat. Denna försening beror framför allt på att projektgruppen har haft en vilja att genomföra projektets innehåll enligt den ursprungliga tanken istället för att släppa på innehållet enbart för att möta tidpunkter. Projektet har genomsyrats av verkstad istället för prat, och ibland tenderar verkstad att ta längre tid än planerat. Fördelen är dock att mål uppfylls och saker och ting blir gjorda som driver på utvecklingen av framtidens hållbara energisystem i Blekinge.

Installation och driftsättning inom styrsystem från NODA har fortsatt parallellt med detta projekt och nu ingår nästa hundra av de största fastigheterna i Karlshamns fjärrvärmenät i systemet. Resultatet av detta är att driften av fjärrvärmenätet blir energieffektivare, billigare och mer miljövänlig. Redan nu går det att se tydliga positiva resultat av systemet genom minskad användning av fossil spetslast och en allmänt mer balanserad drift i systemet, och Karlshamn Energi uppskattar själv att systemet har en återbetalningstid för dem själva på mellan 3-5 år. Karlshamn Energi och NODA fortsätter även tillsammans ett löpande arbete för att vidareutveckla systemet i Karlshamn för att ta tillvara dess fulla potential.

Utvärderingsprocess för intelligent fjärrvärme

Som en del av projektet har NODA och Karlshamn Energi implementerat ett ramverk för insamling av data i Karlshamn fjärrvärmenät, och även utvecklat en modell för att analysera och följa upp potentialen. Detta har samlats i den metodik som informellt kallas Jakobs Stege. Denna metodik bygger på en formaliserad process för att korrelera data från ett givet fjärrvärmenät med den generella erfarenhet som har byggts upp från tidigare projekt. Detta ramverk har använts som underlag för ett masterarbete på BTH rörande avancerad lastprognostisering inom fjärrvärmenät [1]. Detta arbete ledde sedermera till en vetenskaplig artikel som under augusti 2014 blev publicerad på en internationell forskningskonferens [2]. Studenten som var huvudförfattare till artikeln fick även pris för bästa studentarbete av den europeiska fjärrvärmeorganisationen DHC+ på ”The 4th Generation District Heating Conference” som gick av stapeln under augusti 2015.

Konceptcentrum i Svängsta

En del av projektplaneringen handlade om att vidare undersöka möjligheterna för ett konceptcentrum för innovativ fjärrvärmeteknik i Svängsta. Som en del av detta arbete har Karlshamn Energi haft en dialog med Värmek. Värmek är en organisation som ägs av svenska fjärrvärmebolag med huvudsyfte att sköta upphandlingar av produkter och tjänster inom försörjningssektorn. En ansökan har även sammanställts för att söka medel för att gå vidare med detta arbete. Med i detta arbete var Karlshamn Energi, NODA, BTH, Fjärrvärmeutveckling AB (FVU), NetPort Science Park och Schneider Electric. Den ansökan är dock inte godkänd och det specifika problemet står för närvarande utan medel.

Kommunikationsplan för ökad medvetenhet om fjärrvärme

I samband med att Länsstyrelsen Blekinge beviljade projektet tillkom ett villkor om att sprida medvetenhet om projektet specifikt till fjärrvärmebolag inom länet. Detta villkor styrde till stor del den kommunikationsplan som utvecklades och genomfördes i projektet. Tanken med kommunikationsplanen var att alla inom projektet skulle koordinera sin kommunikation så att samma budskap förmedlades oavsett avsändare. Vidare skulle kommunikationen vara kontinuerlig, kreativ och aktiv. Det huvudsakliga budskapet i kommunikationen fokuserade på att Karlshamn har världens största intelligenta fjärrvärmenät. För just kommunikationsplanen var syftet att skapa kännedom om koncepten som omger tekniken på såväl regional som nationell och internationell nivå. Kommunikationsplanen har under projektets gång blivit allt mer central i arbetet, inte minst beroende på det specifika villkoret som Länsstyrelsen satte för projektet.

Som en del av kommunikationsarbetet så har flera artiklar publicerats för att sprida projektets budskap. Två stora artiklar har publicerats i lokaltidningen Sydöstran som beskriver hur vi jobbar med energieffektivisering. Även om Sydöstran är en regional tidning så har artiklarna fått en stor spridning via sociala medier. Vidare har Commersen i Karlshamn publicerat en artikel om arbetet inom fjärrvärme. Vi har även haft en uppmärksammat artikel i Fjärrvärmetidningen som beskriver arbetet i Karlshamn. Fjärrvärmetidningen är en nischad branschtidning, men den har å andra sidan en extremt stark ställning inom just den nischen.

En viktig del av kommunikationsplanen var även att genomföra presentationer av de resultat som kommit fram ur arbetet i Karlshamn. Ur detta perspektiv var en viktig händelse när Anders Strange (VD, Karlshamn Energi) och Christian Johansson (CTO, NODA) tillsammans presenterade Karlshamnsmodellen inför den samlade svenska fjärrvärmebranschen på Fjärrvärmedagarna i Nynäshamn i april 2014. Uppdaterade resultat har även presenterats senare av Ken Sellén (Värmechef, Karlshamn Energi) i liknande sammanhang under våren 2015.

Den 25 mars 2015 anordnades ett seminarium i Karlshamn på NetPort Science Park med titeln ”Världens största intelligenta fjärrvärmenät”. Seminariet anordnades av NetPort Science Park med NetPort Energikluster, Karlshamn Energi, Länsstyrelsen Blekinge och NODA som medarrangörer. Under seminariet presenterades resultat från arbetet i Karlshamn samt att det hölls presentationer om fjärrvärmen generellt. Seminariet avslutades med en paneldebatt med branschföreträdare. Följande punkter presenterades på seminariet:

- Fjärrvärmen i Europa, Urban Persson (Halmstad Universitet)
- Fjärrvärmen i Sverige, Ulrika Jardfelt (Svensk Fjärrvärme)
- Karlshamnsmodellen, Christian Johansson (NODA) och Jakob Elmerstig (Karlshamn Energi)
- Internet of Things för energibranschen, Paul Davidsson (Malmö Universitet)
- Paneldebatt

Seminariet var uppskattat av de mer än femtio personer som var där, och det har lett till en hel del uppmärksamhet som har hållit i sig sedan dess. Namnet och inriktningen på seminariet gjorde att det onekligen stack ut lite i mängden jämfört med den här typen av tillställningar. Seminariet var också det huvudsakliga verktyget för att nå ut med in-

formation till fjärrvärmeaktörer i länet, och bland deltagarna fanns representanter från fjärrvärmebolagen i både Sölvesborg och Karlskrona samt ett flertal närliggande aktörer utanför länet. Under hösten 2015 har NODA påbörjat samarbete med både Kraftringen i Karlskrona och Ronneby Miljö & Teknik inom intelligent fjärrvärme. Rent generellt gav seminariet upphov till stort intresse och det gav många ringar på vattnet inom branschen.

Syftet med projektet var att bereda väg för den här typen av teknik. Arbetet i Karlshamn som utförts parallellt med projektet har dock inte bara sett vägen beredas för tekniken, utan även sett tekniken genomförd i praktiken. Karlshamn Energi har nu närmare hundra kundcentraler som samverkar inom ramen för framtidens intelligenta fjärrvärme. Det är vid dags dato mer än i något annat fjärrvärmenät, oavsett om det är kommersiella system eller forskningsprojekt. Utvecklingen av tekniken fortsätter också och NODA medverkar nu i ett flertal internationella och nationella forskningsprojekt för att driva forskningen vidare. Som exempel kan nämnas SHINE där även Karlshamn Energi medverkar. Det projektet är finansierat av NODA, Karlshamn Energi och Vinnova, och syftar till att utveckla modeller för att koppla samman energismarta hem med det intelligenta fjärrvärmenätet.

Detta projekt har som helhet varit en viktig pusselbit i det kontinuerliga arbetet inom ramen för en praktiskt fungerande triple helix konstellation i Karlshamn.

Resultatredovisning

Projektet har producerat ett antal resultat som leder fram mot det syfte och mål som ställdes upp inför projektstarten.

- Seminarium – ett välbesökt seminarium genomfördes under våren 2015 som samlade deltagare från hela landet
- Presentationer – NODA och Karlshamn Energi har vid ett flertal tillfälle presenterat resultat av arbetet i Karlshamn. Detta har framför allt skett på tillställningar anordnade av Svensk Fjärrvärme, vilket har gett en god spridning inom fjärrvärmebranschen
- Artiklar – projektet har lett till publicerade artiklar i såväl regional press (Sydöstran, Commersen) som branschpress (Fjärrvärmetidningen)
- Utvärderingsprocess – en metodik för att utvärdera värdet av tekniken i ett fjärrvärmenät har utvecklats
- Referensdata – under hela projektets gång har data samlats in från fjärrvärmenätet i Karlshamn. Dessa data har använts inom ramen för ett samarbetsprojekt med BTH gällande avancerad operativ laststyrning
- Vetenskaplig artikel – samarbetsprojektet med BTH utmynnade i en vetenskaplig artikel som blev godkänd och publicerad på en internationell forskningskonferens inom fjärrvärme (The 14th International Symposium of District Heating & Cooling, Stockholm, 2014)

Måluppfyllelse

Målet med projektet var att utveckla en utvärderingsprocess för den här typen av teknik inom fjärrvärme, samt att sprida medvetenhet och kunskap om arbetet som har gjorts i Karlshamn gällande intelligent fjärrvärme. Baserat på de resultat som har uppnåtts kan detta mål förmodligen anses vara uppnått.

Under projektets gång har det blivit ett visst skifte av fokus från teoretisk utvärderingsprocess till det praktiska arbetet för att sprida kunskap och medvetenhet. Detta har att göra med de behov som har identifierats under projektets gång och som vi därmed har anpassat oss till.

Intelligent fjärrvärme

Fjärrvärme är i grunden en samhällsligt sund teknik som bidrar till såväl ekonomiska som miljömässiga fördelar inom den svenska energiinfrastrukturen. Rent allmänt kan den svenska fjärrvärmens beskrivas som en framgångssaga. De senaste årens produktionsomställningar inom fjärrvärmebranschen är en tysk miljörevolution är det som det som till stor del gör att Sverige nu står rustat för att skapa en hållbar energiinfrastruktur. Att samlas omkring fjärrvärmens är för både fastighetsägare och energibolag ett sätt att samverka mot ett mer hållbart samhälle.

I Sverige är fjärrvärmens en väldigt viktig del av samhällets infrastruktur och tekniken finns utbyggd i de flesta tätorter i landet. Även om fjärrvärmens i mångt och mycket är en mogen och etablerad teknik finns det dock delar av den som kan förbättras och effektiviseras för både kunder och fjärrvärmeleverantörer. En viktig aspekt av detta är att hitta tekniker för en tydligare samverkan mellan de som genererar värmeenergin och de som använder den. På så sätt går det att effektivisera fjärrvärmens ur ett systemperspektiv vilket leder till såväl ekonomiska som miljömässiga fördelar. Den som här kallas intelligent fjärrvärme är en viktig del för att praktiskt kunna genomföra denna systemeffektivisering.

Fjärrvärme i samverkan

NODA utvecklar en produkt som kallas Smart Heat Grid, vilket är en implementation av tekniken för intelligent fjärrvärme. Det är Smart Heat Grid som har använts som grund för arbetet i Karlshamn. Detta är en plattform för att knyta samman kunder och fjärrvärmeleverantörer. Genom att kombinera traditionell ingenjörskonst med modern IT-teknik skapas förutsättningar för att reducera utsläpp, optimera produktionsstrategier och energieffektivisera i hela ledet från energibolag till fjärrvärmekund.

Systemet samordnar effektuttag i fjärrvärmecentraler och kopplar samman detta med operativa produktionsförutsättningar. Normalt sett är ett fjärrvärmenät helt behovsstyrt och som energibolag kan man bara påverka framledningstemperatur och tryckhållning. NODA Smart Heat Grid skapar en tredje frihetsgrad genom att möjliggöra operativ behovsstyrning i realtid.

- *Reducering av spetslast* – De flesta fjärrvärmenät har en miljövänlig baslast, men ibland måste man spetsa produktionen för att täcka behovet. Spetslast är

väldigt ofta fossilbaserad, vilket är dyrt och miljövänligt. Genom att styra behovet kan spetslasten minskas eller helt undvikas.

- Balansering av lastprofil – Genom operativ samverkan mellan produktionsförutsättningar och konsumtionsbehov utjämnas effektbehov och dämpas returtemperaturer.
- Optimerad kraftvärme – Låter fastigheter samverka som en virtuell hetvattentank och matcha värmebehovet med höga spotpriser på elmarknaden.
- Plattform för energitjänster – Effektivisera energianvändning i fastigheter och spara pengar och miljö, samtidigt som fjärrvärmebolaget knyter sig närmare sina kunder.

Vad är ett intelligent system?

NODA Smart Heat Grid kallas inom ramen för detta projekt för ett intelligent system, och detta görs för att det uppvisar tre grundläggande funktioner som allmänt kan anses bör finnas för att göra ett system intelligent. Den första funktionen är förmågan att uppfatta indata från sin omvärld. För ett intelligent värmesystem handlar det exempelvis om förmågan att mäta temperaturer, tryck eller flöden, men även om förmågan att få indata från sin omgivning som väderprognoser eller produktionsförutsättningar i fjärrvärmenätet. Den andra funktionen är förmågan att analysera och utvärdera dessa indata. För värmesystem handlar detta om förmågan att automatiserat dra slutsatser baserat på alla mätvärde och all kommunikation med omvärlden som genereras. Det sista steget är förmågan att agera baserat på analysen och utvärderingen. För värmesystemet handlar det om en förmåga att styra effektuttag och energianvändning baserat på underlag från analysfasen.

I NODA Smart Heat Grid fungerar alla dessa tre steg automatiskt tillsammans i en process som kontinuerligt uppdateras baserat på aktuella förutsättningar i fastigheter, distributionsnät och produktion. Systemet mäter för att uppfatta indata, analyserar för att omvandla indata till information och styr sedan värmesystemet baserat på den informationen.

Använd befintlig infrastruktur

Tanken med NODA Smart Heat Grid är att arbeta med befintliga system och att göra dessa smartare. Fjärrvärmecentraler kopplas samman i en teknisk plattform som sedan samverkar med de förutsättningar som finns inom produktion och distribution. För att göra detta så enkelt och kostnadseffektivt som möjligt används retro-fit lösningar för att upgradera befintliga system för kommunikation och datahantering. Det handlar alltså inte om att byta ut en mängd hårdvara, utan vi arbetar i mångt och mycket med vad som redan finns installerat runt om i fjärrvärmenätet. Den grundläggande tanken är snarare att utnyttja modern IT-teknik för att effektivisera befintliga system.

Alla vet hur dyrt det är att bygga ackumulatortankar, byta ut distributionsledningarna när trånga sektioner uppstår eller att bygga om hela fastighetsbestånd med nya fjärrvärmecentraler. Många av de problem som intelligent fjärrvärme löser kan man bygga sig ur med hjälp av traditionell teknik, men risken är överhängande att detta inte blir gjort eftersom dessa typer av lösningar helt enkelt är för dyra.

Gemensamma vinster

Det är inte bara fjärrvärmeleverantören som vinner på intelligent fjärrvärme, utan även fastighetsägarna uppnår en rad fördelar av systemet. Ett exempel är när energibolaget arbetar för att minska spetslasten, vilket i praktiken innebär energibesparingar för de fastighetsägare som medverkar i systemet. Det kan verka konstigt att energibolag aktivt jobbar för att sälja mindre mängd energi, men faktum är att spetslast är så dyr att dess kostnad i normala fall inte ens täcks av försäljningsintäkterna. Räkna man sedan även in dess skadliga miljöpåverkan så är det ganska lätt att inse varför energibolaget gärna slipper att sälja just den energimängden.

De styrningar som utförs i de enskilda fastigheterna är som mest ett fåtal timmar åt gången, och aldrig så att det påverkar inomhusklimatet. Den här typen av effektoptimering möjliggörs på grund av den termiska trögheten i fastigheten. Styrkan i systemet ligger i samordningen mellan flera fastigheter, vilket gör att inget märks i den enskilda fastigheten.

Det finns ett flertal fördelar för fastighetsägaren med att vara delaktig i ett intelligent fjärrvärmenät. Först och främst innebär den systemövergripande effektoptimeringen även konkreta energibesparingar i de enskilda fastigheterna. Systemet mäter och analyserar kontinuerligt fastigheternas värmeanvändning vilket skapar en mängd information och beslutsunderlag vilket är ett stort stöd i det löpande energieffektiviseringsarbetet. Genom att samverka i ett intelligent fjärrvärmenät bidrar även fastighetsägarna till att dämpa prisutvecklingen på fjärrvärmen ur ett mer långsiktigt perspektiv och att göra tekniken mer miljövänlig.

Utvärderingsprocess – Jakobs Stege

Den utvärderingsprocess som har utvecklats inom ramen för projektet kallas internt för Jakobs Stege. Namnet kommer av en energiexpert som arbetar på Karlshamn Energi och som under lång tid efterfrågade en modell för att uppskatta hur länge det gick att styra på olika nivåer i en fastighet. En sådan modell utvecklades sedermera baserat på erfarenheter i tidigare installationer och den fick formen av en trappa eller steg. I modellen har varje steg en viss tidsintervall i förhållande till styrintensitet. Ju högre styrintensitet desto korta tid kan styrningen vara aktiv. De grundläggande styrstegen kan definieras enligt följande:

Tabell 4: Generella styrsteg inom Jakobs Stege

Styrintensitet	Tidslängd
30-50 % av momentant effektuttag	1-4 timmar
20-30 % av momentant effektuttag	5-8 timmar
10-20 % av momentant effektuttag	+8 timmar

Det kan noteras att den lägsta styrintensiteten i praktiken ger upphov till ett energibesparingsystem som kan upprätthålla styrning under lång tid. Modellen kan sen förfinas för olika typer av fastighetstyper eller användarkaraktäristik. Därefter tar man fram en operativ energisignatur för de fastigheter som ingår eller kan komma att ingå i systemet. Genom att sedan kombinera energisignaturen med olika nivåer på utomhustemperaturen under värmesäsongen samt de olika stegen går det att räkna fram de tekniska förutsättningarna för tillgänglig flexibilitet. Baserat på detta kan sedan en omvandling göras i

förhållande till ekonomiska och miljömässiga förutsättningar i varje enskilt fjärrvärmenät, vilket beror på aktuella bränslen och därmed förknippade kostnader och utsläpp.

Jakobs Stege används nu regelmässigt av NODA för att utvärdera nya anläggningar för Smart Heat Grid både i Sverige och ute i Europa.

Karlshamn fjärrvärmenät – praktisk tillämpning av utvärderingsprocess för intelligent fjärrvärme

Karlshamn Energi är ett kommunalt bolag med ett fyrtiotal anställda och med en omsättning på runt 200 MSEK. Karlshamn Energi har tre primära affärsområden inom bredband, el och fjärrvärme. De säljer årligen ungefär 120 GWh el och 200 GWh fjärrvärme. De har även ett 1000 Mbit stadsnät som de ansvarar för.

Vad gäller fjärrvärmen har Karlshamn Energi haft en gynnsam utveckling under de senaste 25 åren. Sedan starten har de ökat från ungefär 70 GWh sålt energi till runt 200 GWh. Detta är givetvis positivt med tanke på att fjärrvärmen i Karlshamn är väldigt billig och miljövänlig, men det skapar samtidigt en del utmaningar när system växer utanför de gränser som beräknades i samband med byggandet. Den absolut största delen av fjärrvärmen i Karlshamn kommer från Södra Cell Mörrum. Detta är en närliggande industri som säljer sin överskottsvärme till Karlshamn Energi, vilket i sin tur gör att fjärrvärmepriset i Karlshamn kan hållas så pass lågt. För närvarande ligger fjärrvärmepriset i Karlshamn på elfte lägsta i hela Sverige.

När nu fjärrvärmeförsäljningen växer krävs det dock innovativa lösningar för att kunna fortsätta expansionen. Karlshamn Energi arbetar kontinuerligt med tryckstegringsstationer, returtemperaturer, automatiska förladdningar av fjärrvärmenätet och så vidare. De senare åren har de även börjat använda NODA Smart Heat Grid inom ramen för deras satsning på intelligent fjärrvärme. Överskottsvärmen från Södra Cell täcker det absolut mesta av värmebehovet i Karlshamn, men ibland räcker det inte till och då måste Karlshamn Energi spetsa nätet för att tillgodose leveransbehovet. Detta görs genom en mix av pellets, gasol, olja samt värme från AAK inne i centrala Karlshamn. Syftet med att använda intelligent fjärrvärme är att minimera användandet av dessa dyra och i vissa fall miljöovänliga bränslealternativ.

Samarbetet i Karlshamn mellan Karlshamn Energi, NODA och BTH påbörjades redan under tidigt 2000-tal. De första årens arbete hade dock en klar forskningsfokus och det är inte förrän de senaste åren som satsningen på intelligent fjärrvärme tagit fart. Detta arbete påbörjades i Svängsta strax utanför Karlshamn i Halda som är en större industri-lokal, och utökades under 2012-13 till hela området i Svängsta. Efterhand har systemet sen byggts ut för att omfatta närmare hundra fastigheter runt om i hela Karlshamns fjärrvärmenät. Nu omfattar Smart Heat Grid systemet i Karlshamn runt 30 % av den sålda energivolymen i nätet. I hela fjärrvärmenätet finns det ungefär 1 500 kunder, varav närmare 1 000 är villakunder. De närmare 100 kunderna som ingår i systemet är bland de största kunderna i hela nätet.

Systemet ger Karlshamn Energi en förmåga att styra ungefär 10-15 % av den momentana effekten i fjärrvärmenätet. Allt detta fungerar helt automatiskt även om det även

kan hanteras manuellt vid behov. De fastigheter som ingår i systemet är uppdelade i fyra geografiska kluster. Varje sådant kluster kan sedan användas som en virtuell ackumulatortank som kan användas för att styra effektbehovet. Systemet anpassar sig kontinuerligt till de momentana förutsättningarna i varje enskild fastighet för att hela tiden balansera styrförmågan utan att påverka leveranskvaliteten till fjärrvärmekunden. Klustren är definierade baserat på hur fjärrvärmenätet är uppbyggt och i förhållande till var tryckstegringsstationer och pannanläggningar är placerade. Det primära syftet är att undvika dyr och miljövänlig spetslastproduktion. Exempelvis finns det några trånga sektioner i fjärrvärmenätet vilket i kombination med stora effektuttag medför leveransproblem så att pumparna inte klarar av att upprätthålla tryckhöjden i det området. Händer något sådant kommer Smart Heat Grid att automatiskt aktiveras för att balansera ner effektuttaget, vilket i sin tur leder till att spetslast kan minimeras eller helt undvikas.

För att automatisera detta beteende har Karlshamn Energi designat ett antal styrsценario som har integrerats i deras övergripande styrsystem. De har i nuläget femton stycken sådana styrsценarier som aktiveras baserat på en rad olika operativa förutsättningar. Ett sådant scenario kan exempelvis vara att trycket har ökat i framledningen och att returpumpen arbetar kraftigt. I detta läge är det en överhängande risk att leveransen inte kommer att klaras av länge till ifall inte en spetslastpanna aktiveras för att täcka upp behovet. Med Smart Heat Grid kan då istället ett styrsценario aktiveras för att reducera behovet istället, utan att den faktiska leveranskvaliteten hos kund påverkas. När sedan effektuttaget sjunker undan kan systemet automatiskt släppa styrsценariot för att återgå till normal leverans inom klustret.

Resultatet för Karlshamn Energi med att använda intelligent fjärrvärme är minskad oljeanvändning och en större flexibilitet i fjärrvärmenätet. Mängden olja som minskas varierar givetvis beroende på de operativa förutsättningarna. Som exempel kan nämnas en vecka där en minskad oljeanvändning om 240 MWh uppmättes, och där mellan 2-5 MW reducerades mer eller mindre kontinuerligt. Generellt sett kan systemet minska flödet i vissa trånga sektioner med mellan 20-25 % och med ungefär 10 % i hela nätverket.

Målet för Karlshamn Energi har framför allt handlat om att hitta en situation för både energibolag och kund att vinna på användningen av intelligent fjärrvärme. Primära aspekter av systemet har varit att inte påverka komforten, att minska kundens kostnader samt att minska kostnaderna för Karlshamn Energi. För att uppnå detta måste det finnas ett gott samarbetsklimat mellan kund och fjärrvärmebolag, vilket är något Karlshamn Energi har arbetat konsekvent med.

Ur ett ekonomiskt perspektiv räknar Karlshamn Energi med en återbetalningstid på uppemot fem år om interna kostnader för att driftsätta och hantera systemet räknas in. Detta inkluderar även de initiala installationskostnaderna samt årlig kostnader till NODA. Intelligent fjärrvärme har gett Karlshamn Energi en plattform för att genomföra konkreta åtgärder för energieffektivisering, att knyta sina kunder närmare sig inom ramen för fjärrvärmeaffären och har gett dem möjligheten att stärka sin miljöprofil.

Referenser

[1] Provatas, S. "An online machine learning algorithm for heat load forecasting in district heating systems". Master Thesis no: MGCS-2014-64, 2014, Blekinge Institute of Technology.

[2] Provatas, S., Lavesson, N. and Johansson, C. "An online machine learning algorithm for heat load forecasting in district heating system", The 14th International Symposium on District Heating and Cooling, 2014, Stockholm, Sweden.

Länsstyrelsen Blekinge län
371 86 Karlskrona
Tel: 010-22 40 000.
E-post: blekinge@lansstyrelsen.se
www.lansstyrelsen.se/blekinge

Rapporter Länsstyrelsen Blekinge län ISSN 1651–8527