



# Kompletterande styrsystem för vattenburna värmesystem i flerbostadshus

Kartläggning av styrsystem och erfarenheter

Elisabeth Hildebrand

Examensarbete på Civilingenjörsnivå  
Avdelningen för Energihushållning  
Institutionen för Energivetenskaper  
Lunds Tekniska Högskola | Lunds  
Universitet  
2017



# Kompletterande styrsystem för vattenburna värmesystem i flerbostadshus

Kartläggning av styrsystem och erfarenheter

Elisabeth Hildebrand

Augusti 2017, Lund

Föreliggande examensarbete på civilingenjörsnivå har genomförts vid Avd. för Energi-  
hushållning, Inst. för Energivetenskaper, Lunds Universitet – LTH.Handledare på LU-LTH:  
biträdande lektor Kerstin Sernhed; examinator på LU-LTH: Docent Marcus Thern.

Projektet har genomförts i samarbete med IVL Svenska Miljöinstitutet.

Examensarbete på Civilingenjörsnivå

ISRN LUTMDN/TMHP-17/5398-SE

ISSN 0282-1990

© 2017 Elisabeth Hildebrand samt Energivetenskaper

Energi-hushållning

Institutionen för Energivetenskaper

Lunds Universitet - Lunds Tekniska Högskola

Box 118, 221 00 Lund

[www.energy.lth.se](http://www.energy.lth.se)

## Sammanfattning

Idag är det många äldre flerbostadshus som står inför behov av renovering och energieffektivisering. Äldre byggnader har en betydligt högre energianvändning, för uppvärmning och varmvatten, än dagen nybyggda byggnader. Uppvärmningen av lokaler och bostäder svarade år 2014 för ungefär 35 procent av den totala energianvändningen. I kombination av en ökad urbanisering och ett renoveringsbehov av äldre byggnader, pågår nu ett EU-projekt Cityfied. Projektets syfte är att utveckla en modell med nytänkande och kostnadseffektiv teknik, för att omvandla energisystemet i europeiska städer till framtidens smarta städer. Fokus ligger på energieffektiviseringsmodeller för äldre bostadsområden. De svenska partnererna till projektet är IVL Svenska Miljöinstitutet, Krafringen Energi AB, Lunds Kommun och Lunds Fastighets AB (LKF) och kommer att genomföra de svenska delarna i projektet. I bostadsområdet Linero i Lund, ägt av LKF, görs idag renoveringar med fokus på att nå en högre energistandard. Som en del i projektet installeras Nodas styrsystem för att styra värmesystemet energieffektivt i kombination med att förbättra inomhusklimatet. Installationen kommer att följas och resultatet kommer utvärderas inom Cityfied-projektet. Det finns fler liknande styrsystem på marknaden och i denna rapport, som också ska bli en del av Cityfied-projektet, har fler styrsystem presenterats och jämförts teoretiskt. Intervjuer med fastighetsbolag har genomförts i syfte att samla in erfarenheter om hur de arbetar med styrning av värmen i sina bostäder idag, samt hur de arbetar med energieffektiviseringsåtgärder.

Här presenteras ett sammanfattat resultat av min analys:

- Ett styrsystem, som mäter exempelvis inomhustemperatur, utomhustemperatur och väderdata och utefter dessa värden beräknar vilken värme som styrs ut i byggnaden, har potential att minska energianvändningen i jämförelse med ett styrsystem som enbart styr ut värme efter utomhustemperaturen. Alla styrsystem som presenterats bygger alla på att minska övertemperaturer i lägenheterna och förbättra inomhusklimatet, genom att bland annat mäta den verkliga inomhustemperaturen. Besparingspotentialen för värmestyrning, genom att använda dessa styrsystem, ligger på ungefär 10–15 procent enligt leverantörerna. Den verkliga besparingen som kan uppnås är beroende av tidigare åtgärder, inomhustemperaturer och byggnadens klimatskal. Slutsatsen kan därmed dras att leverantörerna ger löften som egentligen är svåra att ge generellt.

- Efter intervjuer med fastighetsbolag, kan slutsatsen dras att användningen av mer automatiska styrsystem för att styra värmen är relativt liten idag. Däremot ses en potential att användningen av styrsystemen ökar i framtiden. Anledningen är att automatiska styrsystem kan innebära kostnadsbesparingar genom att frigöra resurser som annars måste göras manuellt.
- Fastighetsbolagen påtalar värdet av att ha en egenkontroll och en förståelse för styrsystemet och kunna göra justeringar vid behov. Inomhusgivare ses som en stor fördel vid både värmestyrning och för att underlätta felsökning i värmesystemet. Att inom företaget bibehålla en hög kompetensnivå och förståelse för styrning av värmen, anses viktigt av fastighetsbolagen. För att undvika att stå i beroendeställning till en leverantör är det en fördel att använda öppna system och därmed minska beroende till ett särskilt applikationsprogram. Fastighetsbolagen påtalar också att det är viktigt att det går att komplettera och uppgradera utrustningen utan att då behöva byta ut all styrutrustning i byggnaden.



## Abstract

Today, there are many older multi-family houses that face the need for renovation and energy efficiency. Older buildings have a significantly higher usage of energy for heating and hot water than the buildings of today. The heating of premises and residences accounted for about 35 percent of the total usage of energy in 2014. Combined with increased urbanization and need for renovation of older buildings, an EU project Cityfied is currently underway. The purpose of the project is to develop a model of innovative thinking and cost-effective technology to transform the energy system in European cities into the smart cities of the future. The focus is on energy efficiency models for older residential areas. The Swedish partners for the project are IVL Svenska Miljöinstitutet, Krafringen Energi AB, Lund Municipality and Lunds Fastighets AB (LKF) and will implement the Swedish parts of the project. In Linero, Lund, owned by LKF, renovations are being made today, focusing on achieving a higher energy standard. As part of the project, Noda's control system is installed to control the heating system energy efficiently in combination with improving the indoor climate. The installation will be followed and the results will be evaluated within the Cityfied project. There are more similar control systems on the market and in this report, which will also be part of the Cityfied project, more control systems have been presented and compared theoretically. Interviews with real estate companies have been conducted with the purpose of collecting experiences on how they work with heat management in their homes today, as well as how they work with energy efficiency measures.

Here is a summary of my analysis presented:

- A control system which measures e.g. indoor temperature, outdoor temperature, weather data and beyond these values, calculates the heat that is emitted in the building, has the potential to reduce energy consumption compared with a control system that only controls heat after the outdoor temperature. All control systems presented are all based on reducing over-temperature in the apartments and improving the indoor climate, including measuring the actual indoor temperature. The potential savings of heat control, using these control systems, is approximately 10-15 percent according to the suppliers. The real savings that can be achieved depend on previous actions, indoor temperatures and the building's climate scale. The conclusion can thus be drawn that suppliers provide promises that are difficult to give in general.

- Following interviews with real estate companies, it can be concluded that the use of more automatic control systems for controlling the heat is relatively small today. On the other hand, there is a potential for the use of control systems to increase in the future. The reason is that automatic control systems can make savings by freeing resources that otherwise must be done manually.
- Real estate companies emphasize the value of having an own control and understanding of the control system and being able to adjust if necessary. Indoor sensors are a major advantage in both heat control and to ease trouble shooting in the heating system. To maintain a high level of competence and understanding of heat management within the company is considered important by the real estate companies. To avoid being in a state of dependence to a supplier, it is an advantage to use open systems, to be independent of a application program. Real estate companies also emphasize that it is important that you can complete and upgrade the equipment without having to replace all control equipment in the building.



# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund .....	1
1.2	Syfte och problemställning.....	2
1.3	Avgränsningar .....	3
2	Byggnaden och byggnadens värmesystem.....	5
2.1	Behov av värme och varmvatten – vilka faktorer påverkar behoven? .....	5
2.1.1	Värme.....	5
2.1.2	Varmvatten.....	8
2.2	Hur styrs värmesystemen idag (traditionellt) i ett flerbostadshus? .....	9
2.3	Vilka faktorer skulle man kunna lägga till för att göra styrningen bättre? .....	10
2.4	Fastighetsägarens behov av att spara energi och effekt .....	12
3	Metod .....	15
3.1	Urval av kompletterande styrsystem.....	15
3.2	Jämförande analys av styrsystem.....	16
3.3	Urval till intervjuer med fastighetsägare.....	17
3.4	Jämförande analys efter intervjuer med fastighetsägare.....	18
4	Kompletterande styrsystem .....	19
4.1	Presentation av kartlagda styrsystem .....	19
4.1.1	Noda.....	19
4.1.2	Egain.....	23
4.1.3	Ecopilot .....	26
4.1.4	Nordiq.....	31
4.1.5	Enreduce .....	36
4.2	Sammanställning kompletterande styrsystem .....	40

4.3	Jämförande analys av kompletterande styrsystem.....	44
4.3.1	Hur fungerar styrsystemen .....	44
4.3.2	Installation i fastighet.....	45
4.3.3	Energibesparingspotential.....	45
4.3.4	Tjänsteföretagens hemsidor .....	46
5	Intervjuer med fastighetsägare.....	49
5.1	Sammanställning av intervjuer.....	49
5.1.1	Halmstads fastighets AB .....	49
5.1.2	Roth fastigheter AB .....	52
5.1.3	Stena fastigheter AB .....	55
5.1.4	LKF AB.....	58
5.1.5	VBAB.....	62
5.1.6	Chalmers studentbostäder .....	66
5.2	Sammanställning av intervjuerna med fastighetsbolagen.....	71
5.3	Jämförande analys efter intervju med fastighetsbolag.....	77
5.3.1	Trygghet, egenkontroll och vikten av att inte stå i beroendeställning.....	77
5.3.2	Energibesparing och kostnadsbesparing .....	78
5.3.3	Erfarenhet och användning av inomhusgivare.....	79
5.3.4	Energieffektivisering i tappvarmvattenssystemet.....	80
5.3.5	Användning av termostater .....	81
5.3.6	Framtiden .....	81
5.3.7	Övriga erfarenheter .....	82
6	Diskussion .....	83
6.1	Resultatdiskussion.....	83
6.2	Metoddiskussion.....	84
7	Slutsats.....	87

8	Litteraturförteckning.....	89
8.1	Intervjulistan.....	92

# 1 Inledning

I inledningen kommer bakgrunden, syftet och frågeställningen samt rapportens avgränsningar presenteras.

## 1.1 Bakgrund

För kategorin bostäder och lokaler uppgick år 2014 den totala energianvändningen för uppvärmning och varmvatten i flerbostadshus till ungefär 35 procent av den totala energianvändningen, enligt Boverket och Energimyndigheten (2016). Energianvändningen i äldre byggnader är generellt mycket högre än i nya byggnader, där minimumkravet på energiprestanda bidragit till den lägre energianvändningen.

Cityfied är ett EU-projekt som syftar till att utveckla en modell, med nytänkande och kostnadseffektiv teknik, för att omvandla energisystemet i europeiska städer till framtidens smarta städer (Cityfied, u.d.). Projektets fokus ligger på att utveckla modeller för att energieffektivisera äldre bostadsområden. Kombinationen av en ökad urbanisering och ett stort antal äldre bostäder som behöver moderniseras, både vad det gäller energiprestanda och standard, har skapat ett behov av nya modeller. Projektets fokus är minskad energianvändning, minskade utsläpp av växthusgaser och en ökad användning av förnyelsebara energikällor. De fem benen i Cityfied projektet är:

1. Storskaliga demosajter i städerna Laguna de Duero-Valladolid (Spanien), Soma (Turkiet) och Lund (Sverige), som visar en helhetssyn över renovering i äldre bostadsområden.
2. Spridning av lösningar och lärdomar till andra städer via så kallade City Cluster och Community of Interest.
3. Utveckling av nytänkande och kostnadseffektiva metoder och processer för att underlätta planering, spridning och replikering av energieffektiviseringsåtgärder vid renovering av bostadsområden.
4. Utveckling av bättre affärsmodeller som stödjer strategin för att omvandla stadsdelar till så kallade Nearly Zero-Energy Districts.
5. Spridning av projektets erfarenheter och kunskap.

IVL Svenska Miljöinstitutet, Krafringen Energi AB, Lunds Kommun och Lunds Fastighets AB (LKF) är de svenska partnerna, som kommer genomföra de svenska delarna i projektet.

Uppdragsgivarna för denna rapport är IVL Svenska Miljöinstitutet tillsammans med Kraftringen Energi AB. Som en del i Cityfied projektet är målet med denna rapport att samla samt sprida kunskap och erfarenhet, om energieffektivisering genom kompletterande styrsystem.

Styrsystem som styr värmesystemet genom enbart mäta utomhustemperaturen, kommer benämnas i rapporten som traditionella styrsystem. Styrsystem som styr värmesystemet, efter fler parametrar än ett traditionellt styrsystem, kommer benämnas för kompletterande styrsystem eller styrsystem. Genom mätningar av fler parametrar kan en byggnads värmebehov beräknas mer noggrant och värmesystemet kan tillföra byggnaden värme som står i relation till det verkliga värmebehovet.

I Bostadsområdet Linero i Lund med flerbostadshus, som ägs av LKF och ingår i Cityfied-projektet, görs nu renoveringar med fokus på att nå en högre energistandard till en kostnad som de boende har råd till. För att energieffektivisera i värmesystemet installeras Nodas styrsystem som är ett kompletterande styrsystem. Installationen kommer följas av utvärderingar för att öka kunskapen om styrsystem och deras roll vid energieffektivisering. För att ytterligare bredda undersökningen av styrsystem, presenteras och jämförs i denna rapport fler kompletterande styrsystem teoretiskt.

Målet med rapporten är att göra en kartläggning av kompletterande styrsystem för styrning av värmesystem i flerbostadshus samt samla tekniska erfarenheter från fastighetsägare, i syfte att effektivisera arbetet vid projektering av energiförbättringar i befintliga flerbostadshus.

## 1.2 Syfte och problemställning

Rapporten har två syften, dels att kartlägga och jämföra kompletterande styrsystem, som finns tillgängliga på den svenska marknaden och dels att undersöka hur användning av dessa styrsystem ser ut idag samt att samla in erfarenheter från fastighetsbolag. Styrsystemen ska vara utformade i syfte att minska energianvändningen och förbättra inomhusklimat i byggnader.

Undersökningen utgår från frågeställningarna:

1. Hur fungerar de kompletterande styrsystemen och vilken nytta finns med att installera sådana system?
2. I vilken utsträckning uppskattas de kompletterande styrsystem användas idag?

3. Hur arbetar fastighetsbolagen idag med styrsystem för reglering av värme och varmvatten i flerbostadshus?

## **1.3 Avgränsningar**

Rapporten avgränsar till att undersöka styrsystem som kan användas i befintliga flerbostadshus med hyresrätter, i Sverige, eftersom fastighetsbolagen troligtvis har kommit längre med energieffektiviseringsåtgärder än vad bostadsrättsföreningar har. Anledningen till det är att fastighetsbolagen har större incitament och möjlighet att minska sina kostnader vid genomförande av energieffektiviseringsåtgärder. Vattenburna värmesystem är det dominerande uppvärmningssättet i Sverige och därför kommer rapporten avgränsas till styrsystem riktade till dessa. Ventilation exkluderas eftersom det skapar ett mer komplext system. Avsikten är inte att presentera alla styrsystem på marknaden utan att presentera och jämföra ett antal.



## 2 Byggnaden och byggnadens värmesystem

Här kommer relevant information för att öka förståelsen för rapportens kommande delar presenteras.

### 2.1 Behov av värme och varmvatten – vilka faktorer påverkar behoven?

#### 2.1.1 Värme

Inomhustemperaturen i en fastighet hålls konstant då den tillförda värmeenergin via värmesystemet är lika stor som värmeförlusterna som sker via exempelvis väggar, fönster och ventilation (Gummerus, 2017). När inomhustemperaturen är konstant befinner sig fastigheten i energibalans. Värmetillförseln, effekten, i byggnadens värmesystem beror på temperaturskillnaden mellan framledningstemperaturen och returtemperaturen multiplicerat flödet och vattens materialkonstant. Det finns teoretiskt två möjligheter till att förändra den tillförda värmeeffekten till fastigheten, vilket det första är att ändra temperaturskillnaden mellan framledningstemperatur och returtemperatur och det andra är att ändra flödet. I praktiken kan framledningstemperaturen styras och i vissa fall kan även flödet styras. Byggnadens värmebehov kan bestämmas genom beräkning av dess effektbehov och därefter kan rätt effektmängd styras ut i värmesystemet, vilket används av Nordiqs styrsystem. De styr både framledningstemperatur och flöde.

För att uppnå energibalans i en byggnad vid ett värmeunderskott, krävs det att värmeförlusterna balanseras med ett lika stort värmetillskott (Hamid & Ibrahimovic, 2013). Balanstemperaturen är vid den temperatur då byggnaden inte behöver tillföras någon värmeenergi, för att hålla en komfortabel inomhustemperatur. Hur stora värmeförluster byggnaden har beror på hur mycket av värmen som läcker igenom byggnadens klimatskal, alltså fönster och ytterväggar samt tak, vilka styrs av hur väl isolerande förmåga dessa har. Det finns flera faktorer som påverkar värmebehovet och därmed energianvändningen; nedan följer ett antal exempel:

- Byggnadens geografiska läge.
- Hur vindförhållandena ser ut.



- Hur byggnaden påverkas av solinstrålning, vilket delvis beror på byggnadens orientering.
- Antal våningar.
- Antalet lägenheter och dess storlek.
- Byggnadskonstruktion.
- Om huset är hopbyggt med ett annat hus eller friliggande.
- Ventilationstyp.
- Val av önskad inomhustemperatur.
- Styrsystem.
- Typ av vattenblandare och duschmunstycke.
- Genomförda energieffektiviseringsåtgärder.
- Levnadsvanor.

I Sverige varierar uppvärmningsbehovet under året med de olika årstiderna.

Normal temperaturen inomhus bör ligga på cirka 21 grader i varje lägenhet och helst med några grader lägre i sovrummet. En temperatursänkning på 1 grad kan minska energianvändningen med ungefär 5 procent. På samma sätt kan en ökning av temperaturen med 1 grad resultera i ökning av energianvändningen med cirka 5 procent. För att varje lägenhet ska få samma temperatur krävs det att värmesystemet är väl injusterat (att värmen fördelar sig jämnt i byggnaden) och termostatventiler på elementen användas för att hindra övertemperaturer (Energirådgivningen, 2016). Hur varmt det är i lägenheterna påverkas av flera olika faktorer bland annat: antal personer som vistas i lägenheten, uppvärmning från teknikprodukter, solinstrålning med mera.

En byggnads värmetröghet beror på främst tre egenskaper. Den värmeackumulerande förmågan som beror på materialets specifika värmekapacitet, densiteten och den värmeledande förmågan. I Tabell 1 redovisas värmetrögheten för några olika byggnadsmaterial. (Persson & Vogel, 2011)

Tabell 1: Materials värmetröghet. (Persson & Vogel, 2011)

Material	Värmetröghet/ (Ws <sup>0.5</sup> /(m <sup>2</sup> K))
Mineralull	40
Betong	1 800
Tegel	900
Gips	400
Trä	310

Förenklat kan det beskrivas som att en byggnad antingen har en tung eller lätt byggnadsstomme. En lätt byggnadsstomme påverkas i större grad av väderleksförändringar än vad en tung gör. Därför dimensioneras värmesystemet i en byggnad med en lätt byggnadsstomme vanligtvis för att klara en lägre utomhustemperatur än i byggnader med en tung byggnadsstomme. (Persson & Vogel, 2011)

Hur snabbt en byggnad reagerar på väderleksförändringar beskrivs genom en tidskonstant  $\tau$ , som är kvoten av byggnadens värmekapacitet och den specifika effektförlusten. Den specifika värmeförlusten består av transmissionsförluster genom klimatskal och ventilationsförluster. En byggnads värmekapacitet beror på konstruktionens massa innanför isolerskiktet och dennas specifika värmekapacitet. Byggnadens värmekapacitet blir större för en tung byggnadsstomme än för en lätt. Tidskonstanten blir alltså högre för en tung byggnadsstomme och då stommen består av material med hög specifik värmekapacitet. En lufttät alternativt en välisolerad byggnad eller en byggnad med värmeåtervinning gör att den specifika värmeförlusten blir lägre vilket ger en högre tidskonstant. I Tabell 2 nedan visas schablonvärden på tidskonstanter för olika byggnadstyper. (Persson & Vogel, 2011)

Tabell 2: Schablonvärden på tidskonstanter för olika byggnadstyper.

Konstruktion	Tidskonstant/h
Äldre lätt byggnad.	24
Äldre tung byggnad.	80
Modern lätt byggnad med kryppgrund.	80
Modern halvlätt byggnad med platta på mark.	150
Halvtung byggnad med bjälklag av betong, lätta utfackningsväggar.	300

Tidskonstanten kan användas för att bestämma temperaturförändringen inomhus som funktion av tiden och temperaturförändringen utomhus (Persson & Vogel, 2011).

I det flesta flerbostadshus i Sverige idag betalas värmekostnaden kollektivt, vilket gör att det inte finns något incitament för den enskilde boende att minska sin användning för att minska sin kostnad. För att öka incitamenten för hyresgäster att minska värmeanvändningen kan fastighetsägare installera individuell mättning och debitering (IMD). Det finns idag inga krav på IMD av vatten och värme. Däremot rekommenderas det att införas i det fall det är kostnadsmässigt lönsamt för fastighetsägaren. Syftet med att införa IMD är att det ska hjälpa till att minska energianvändningen, genom individuella incitament att spara och därmed minska miljöbelastningen. (Boverket, 2017)

### 2.1.2 Varmvatten

Varmvattenbehovet är i större grad en social last än värmebehovet, eftersom den påverkas i högre grad av beteende som till exempel hygien, diskning, och tvättning. Generellt ses den största tappvarmvattenanvändning på morgonen och på kvällen under en kortare tid, eftersom det är främst då folk är hemma. Varmvattenbehovet är till skillnad från värmebehovet relativt konstant över året, eftersom det behovet inte påverkas av årstidernas temperaturvariation.

För att minska tiden det tar för varmvatten att nå ett tappställe används varmvattencirkulation (VVC) (Olsson, 2003). Genom att cirkulera vattnet i ledningarna kan rekommendationen enligt BBR-avsnitt 6:623 uppfyllas; att rätt tempererat tappvarmvatten ska nå tappstället utan besvärande väntetid. Det allmänna rådet är att tappvarmvatten ska nå tappstället inom 10 sekunder vid ett flöde på 0,2 liter per sekund. Varmvattnet cirkuleras vanligtvis i systemet med ett konstant och

lågt flöde. Vanligtvis har temperaturen på varmvattnet sjunkit mellan 5–10 grader när det återigen kommer tillbaka till fjärrvärmecentralen (Olsson, 2003).

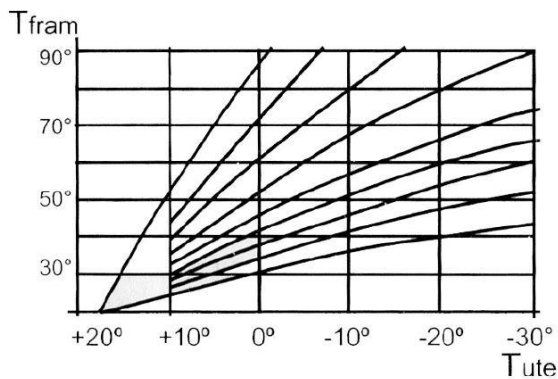
Varmvattencirkulationen är konstant över året och ger upphov till värmeförluster. Vanligtvis betraktas dessa förluster som att de kommer byggnaden tillgodo, men det finns ett flertal tillfällen då det inte går att tillgodoräkna byggnaden värmen. Då värmeförlusterna från varmvattencirkulationen värmer upp utrymmen som vanligtvis håller lägre temperaturer, så som korridorer, schakt kan värmen inte anses komma byggnaden tillgodo framför allt inte då schakter är ventilerade (Wollerstrand, 2002).

Av hälsoskäl i syfte att undvika bakterietillväxt av Legionella tillåts inte returvattentemperaturen att understiga 50 grader (Boverket, 2011). En energibesparing i VVC:n kan därmed inte göras genom att sänka varmvattentemperaturer. Det innebär att isolering av varmvattencirkulationsledningarna är den enda möjligheten till energibesparing, eftersom energiförlusterna då minskar. I Sverige görs vanligen en samisolering med distributionsledning och returledning, vilket ger en minskning av värmeförlusterna med upp till 40 procent i förhållande till separat isolering av ledningarna (Wollerstrand, 2002).

## **2.2 Hur styrs värmesystemen idag (traditionellt) i ett flerbostadshus?**

Idag styrs värmen i flerbostadshus generellt sett efter utomhustemperaturen; utifrån den bestäms systemets framledningstemperatur enligt en så kallad kurvstyrning. Kurvan varierar och justeras efter varje fastighet för att optimera värmesystemet. För att undvika övertemperaturer i lägenheterna installeras ofta termostater på radiatorerna. Termostaten används som ett överhettningsskydd, men de påverkar inte värmen som värmesystemets styrsystem styr ut i byggnaden. Termostater på radiatorerna har vanligtvis en livslängd på cirka 15 år, vilket i de flesta fall är betydligt kortare tid än livslängden för radiatorerna (Bärtås, 2011). Den begränsade livslängden innebär att termostaterna behöver bytas ut regelbundet. Det innebär både en kostnad och problem då hyresgästen måste kunna släppa in montören i lägenheten. För att hålla temperaturen i rummet på den inställda temperaturen stryker termostaten flödet i radiatorn när temperaturen går över den angivna inomhustemperaturen. Termostater skapar möjlighet till individuell uppvärmning med olika temperaturer i olika rum.

För att övervaka driften av värmesystemet används ett styr och reglersystem. Syftet är att systemet ska generera ett behagligt inomhusklimat och samtidigt hålla nere energibehovet. Traditionell kurvstyrning styr framledningstemperaturen efter utomhustemperaturen. När utomhustemperaturen sjunker höjs framledningstemperaturen i värmesystemet. För varje byggnad väljs en kurva som beskriver förhållande mellan utomhustemperaturen och framledningstemperaturen, se Figur 1. Radiatorernas värmemotstånd (enhet  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ ) varierar olinjärt mot temperaturskillnaden, vilket ger kurvan sitt krökta utseende. (Persson & Vogel, 2011)



Figur 1: Exempel på kurvor vid traditionell kurvstyrning.

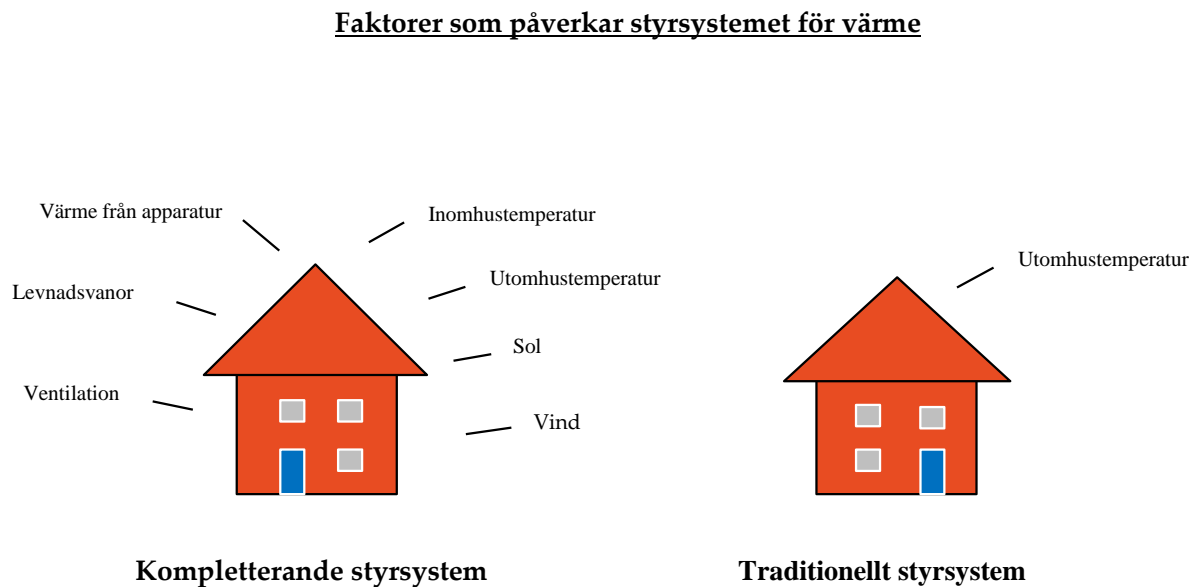
För uppvärmning i rummen används normalt antingen radiatorer, konvektorer eller golvvärme. Även uppvärmning via ventilationssystemet förekommer. Värmeväxling av ventilationsluften leder till att uppvärmningssystemet kan dimensioneras med lägre effekt.

I Dataundercentralen styrs framledningstemperaturen till byggnaden. Nätuppkopplade Data under centraler (DUC:ar) som kan fjärrstyras kan förenkla den tekniska förvaltningen av fastigheter. Avläsning och justeringar av en värmekurva kan göras på distans och behovet av fysiskt platsbesök minskar. Störst nytta ses på glesbygden där avstånden mellan de olika fastigheterna är större (Marckert, 2012).

## 2.3 Vilka faktorer skulle man kunna lägga till för att göra styrningen bättre?

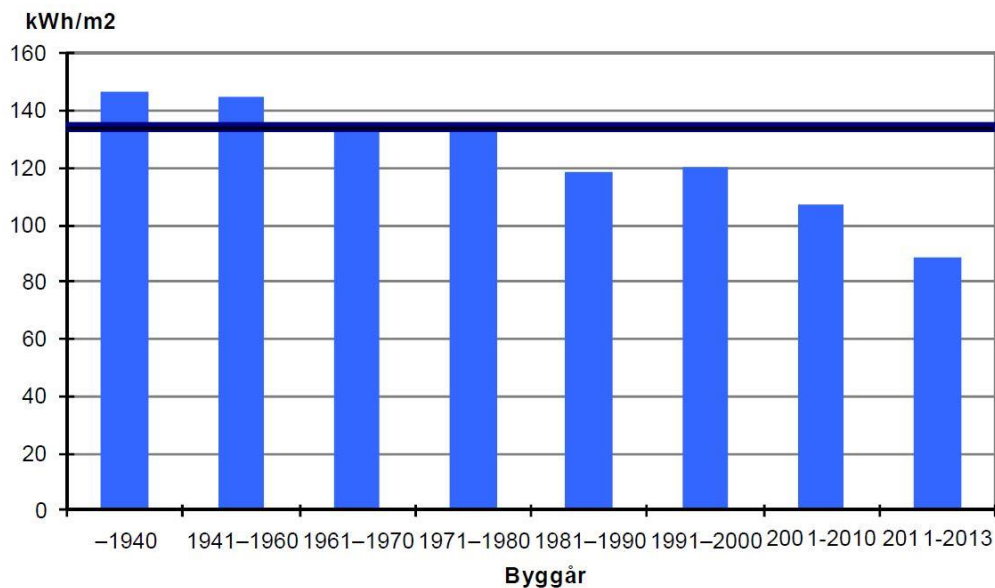
För att förbättra styrningen av värme kan värmen som tillförs byggnaden beräknas utifrån fler parametra för att på vis mer noggrant beräkna det verkliga värmebehovet. Ett kompletterande styrsystem kan beräkna det verkliga värmebehovet med noggrant än ett traditionellt styrsystem. Genom att använda inomhusgivare och mäta inomhustemperaturen kan parametrar som

solinstrålning, vindpåverkan, ventilation, värme från apparatur och de boendes levnadsvanor inkluderas vid beräkning av byggnadens verkliga värmebehov, se Figur 2.



Figur 2: Faktorer som påverkar styrsystemet för värme.

Genom nya styrsystem eller utnyttjandet av husets värmelagringsmöjlighet erbjuds idag kompletterande styrsystem för att minska energianvändningen och förbättra inomhusklimatet. Störst energibesparingspotential ses i äldre byggnader som i genomsnitt har betydligt högre energianvändning i förhållande till nybyggda byggnader. I Figur 3 ses den genomsnittliga energianvändningen för olika byggnadsår och den mörkblålinjen visar den genomsnittliga energianvändningen i flerbostadshus år 2014. Energianvändningen i byggnader har minskat från 1940-talet och fram till idag och minskningen har accelererat de senaste 25–30 åren. (Energimyndigheten 1, 2015)



Figur 3: Genomsnittlig energianvändning i kWh/m<sup>2</sup> för uppvärmning och varmvatten i flerbostadshus år 2014 fördelad efter byggår.

## 2.4 Fastighetsägarens behov av att spara energi och effekt

Den drivande kraften i en energieffektiviseringsprocess kommer oftast ifrån incitament (Kristiansson, et al., 2013). Den vanligaste avtalsformen i Sverige idag, sett över hela fastighetsbeståndet, är varmhyra. Det innebär att fastighetsägaren står för alla drift- och underhållskostnader och hyresgästen betalar en totalhyra där kostnaden för värme, varmvatten och kyla ingår. Vid varmhyra saknar hyresgästen incitament, eftersom energieffektiviseringsåtgärder genom exempelvis ändrat beteende som hyresgästen vidtar, endast ger en vinst för hyresvärden.

Kallhyra innebär istället att hyresgästen betalar en bashyra som sedan kompletteras med kostnaden för värme, varmvatten och kyla. Denna modell ger hyresgästen starkare incitament då denna får nytta av en besparing av energikostnaderna. Incitamenten för fastighetsägaren är svaga i denna modell och motiverar inte i samma grad till att förbättra fastighetens energiprestanda och försöka påverka hyresgästen att minska energianvändningen. För att stimulera både fastighetsägaren och hyresgästen att energibespara krävs en ekonomisk vinning för de båda.

Effekttaxa är en avgift som nätägarna kan debitera kunderna och den betalas efter hur mycket effekt kunden använder. Till avgiften kan en höglastavgift tillkomma och tas ut under november till mars då elnätet belastas som mest. Hyresgästernas effektanvändning varierar över dygnet och påverkas bland annat av de boendes vanor. På morgonen och kvällen när varmvattenanvändningen är som högst skapas ett extra högt effektbehov. En effekttaxa kan skapa incitament för fastighetsägaren av att minska exempelvis effektanvändningen vid dessa tidpunkter, genom att förskjuta effektanvändningen kortare tidsperioder och därmed utnyttja byggnadens värmetröghet.





## 3 Metod

Arbetet är uppdelat i två delar, först en studie av ett antal styrsystem och därefter en kvalitativ studie av ett antal fastighetsägares erfarenheter av styrsystem och hur det arbetar med energieffektivisering.

Arbetet genomfördes med en litteraturstudie samt samtal med handledare för att erhålla kunskap om vilka styrsystem som finns tillgängliga på svenska marknaden idag. Därefter fördjupades kunskapen genom informationsinhämtning på styrsystemens hemsidor. För att erhålla information från företag och fastighetsbolag genomfördes halvstrukturerade kvalitativa intervjuer med experter. Den halvstrukturerade kvalitativa intervjun gav förutsättningar att styra intervjun med delvis fasta frågor samt öppna frågor som gav informanten möjlighet att utveckla informationen i valfri riktning. Kvalitativa frågeställningarna gav möjlighet att utveckla och fördjupa frågorna utifrån informantens svar. Alla företag fick möjlighet att justera materialet och rätta till oklarheter i efterhand. (Höst, et al., 2006)

### 3.1 Urval av kompletterande styrsystem

Arbetet startades genom en sökning över vilka kompletterande styrsystem som finns på marknaden vars syfte är att minska energianvändningen. I starten av informationsinhämtningen intervjuades Johnny Ragazzo (2017), projektledare på Krafringen för att han arbetar med styrsystem till värmesystem. Han arbetar för Krafringen som är en av uppdragsgivarna för rapporten och kunde bidra genom att utöka min kunskap och komplettera den redan existerande listan över styrsystem som jag tagit fram. De kompletterande styrsystemen som valdes till rapporten styr värmesystemen i byggnaden efter fler parametrar än de traditionella styrsystemen. I rapporten Utnyttjande av byggnadens värmetröghet (2011) listas ett antal styrsystem vilka har varit till stöd vid valet av styrsystem till denna rapport.

De kompletterande styrsystemen som valts ut och presenterades är styrsystem som inkluderar fler parametrar i styrningen än ett traditionellt styrsystem för värmesystemet. För att skapa en tydligare bild över hur styrsystemen fungerar upprättades kontakt med företagen som säljer de utvalda styrsystemen och expertintervjuer genomfördes med personer anvisade av företaget. De personer som intervjuats på teknikföretagen finns listade i Tabell 3 nedan. Första kontakten med styrsystemföretagen togs med kundtjänsten via mail eller telefon. Personen i kundtjänsten

hänvisade mig vidare till en lämplig person inom företaget, efter att jag informerat om samtalets syfte. Informanterna kontaktades därefter via mail eller telefon. Vid kontakten informerades om arbetets syfte, att materialet endast kommer att användas för uppgiften och som en del i en EU-rapport. Informanterna gavs rätten att godkänna det färdiga materialet.

Intervjuerna genomfördes via telefon och samtalen spelades in i syfte att kunna återge informationen korrekt. Efter avslutade intervjuer bearbetades materialet, analyserades och den relevanta informationen dokumenterades skriftligt. Bearbetningen gick till enligt följande; Först lyssnades intervjuinspelningen igenom grundligt ett flertal gånger. Därefter dokumenterades den informationen som ansågs vara av betydelse för rapporten i punktform och till sist sammanställdes informationen till den text som nu finns under kapitel 4.1.

Tabell 3: Intervjuade personer på företagen.

Styrsystemföretag	Informanter
Noda	Christian Jönsson
Egain	Oskar Göransson
Ecopilot	Peter Wegdell
Nordiq	Peter Gummerus
Enreduce	Lars Lindström

## 3.2 Jämförande analys av styrsystem

Styrsystemen jämfördes kvalitativt utifrån följande egenskaper:

- Utlovad energibesparingspotential.
- Vad som mäts och används till beräkning i systemet.
- Hur styrsystemen sparar energi.
- Hur påverkar styrsystemen värmesystemet till att minska energianvändningen.

### 3.3 Urval till intervjuer med fastighetsägare

Sex informanter på fastighetsbolag intervjuades, finns angivna i Tabell 4 nedanför.

Tabell 4: Intervjuade personer på fastighetsbolag.

Fastighetsbolag	Informant	Titel på företaget	Urval av fastighetsbolag
Chalmers Studentbostäder AB	Bengt Jansson	Fastighetschef	Nordiq
Halmstads Fastighets AB	Mattias Prytz	Driftingenjör	Enreduce och Egain
Lunds Kommuns Fastighets AB (LKF)	Bertil Lundström	Tekniskchef	Noda
Roth Fastigheter AB	Rickard Roth	VD	Mindre fastighetsbolag
Stena Fastigheter AB	Jonas Larsson	Energi- och miljöchef	Större fastighetsbolag
Vätterbygdens Byggnads AB (VBAB)	Johan Rosenquist	VD	Ecopilot

Urvalet av fastighetsbolagen gjordes på grundval av deras intresse att energieffektivisera och deras engagemang i energifrågor. Fyra av fastighetsbolagen valdes för att representera de olika styrsystemen och två för att representera privata engagerade fastighetsägare av olika storlek. I Tabell 4 ovan ses vilket styrsystem som används av vilket fastighetsbolag. LKF valdes också eftersom de är en del i EU-projektet Cityfied. Användningen av kompletterande styrsystem är idag relativt liten och därför handplockades några fastighetsägare som använder dessa system. Anledningen var att få en så bred representation av de olika systemen hos fastighetsbolagen som möjligt.

Alla informanterna kontaktades via mail eller telefon. Vid kontakten informerades om arbetets syfte, att materialet endast kommer att användas för uppgiften och som en del i en EU-rapport. Efter inbokat möte mailades en frågeguide som underlag för intervjun. Informanterna gavs rätten att godkänna det färdiga materialet.

Intervjuerna med LKF, Stena fastigheter och Roth fastigheter genomfördes via personliga möten och med Chalmers studentbostäder, Halmstads fastigheter och VBAB genomfördes intervjun via telefon. Alla intervjuer spelades in i syfte att kunna återge informationen korrekt. Efter avslutade intervjuer bearbetades materialet, analyserades och den relevanta informationen dokumenterades skriftligt. Därefter dokumenterades den informationen som ansågs vara av betydelse för rapporten

i punktform och till sist sammanställdes informationen till den text som nu finns under kapitel 5.1. Alla informanter fått möjlighet att justera materialet och rätta till oklarheter i efterhand.

### **3.4 Jämförande analys efter intervjuer med fastighetsägare**

Erfarenheter från de olika fastighetsbolagen jämfördes och analyserades utifrån:

- Vilka styrsystem de använder idag.
- Storleken på fastighetsbolagen.
- Företagets interna strategi och arbetssätt.
- Uppnådd energibesparing.
- Användning av inomhusgivare för att generera fler mätvärden till styrsystemet.

## 4 Kompletterande styrsystem

Här kommer ett antal olika styrsystem presenteras och jämföras. Syftet är inte att presentera alla styrsystem på marknaden, utan att presentera och jämföra ett antal.

### 4.1 Presentation av kartlagda styrsystem

Styrsystemen som kommer presenteras är följande: Noda, Egain, Enreduce, Nordiq och Ecopilot. Systemen används i första hand för att skapa ett bättre inomhusklimat och energieffektivisera i värmesystemet.

#### 4.1.1 Noda

Noda tillhandahåller och utvecklar ett system som riktar sig till fastighetsägare och ett som riktar sig till nätägare. Noda Smart Heat Building är en energieffektiviserande produkt riktad till fastighetsägare och Noda Smart Heat Grid är en produkt som används optimering av fjärrvärmenätet. Informationen om Nodas produkter och tjänster är hämtad från deras hemsida och via intervju med Christian Jönsson som arbetar på Noda AB.

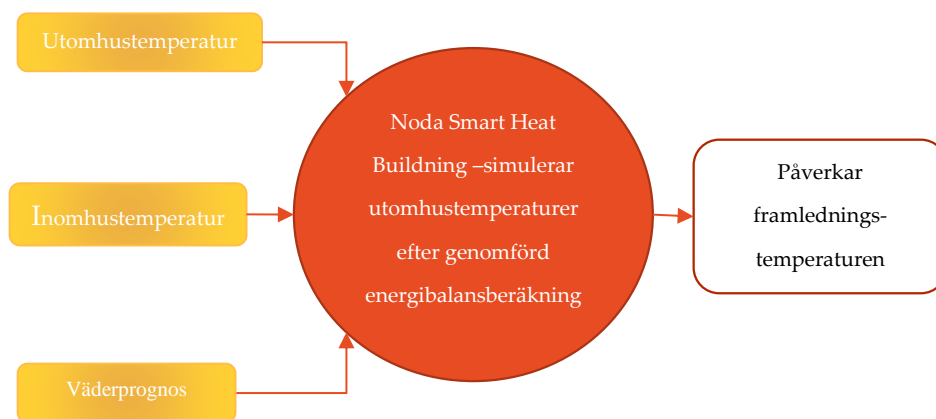
##### 4.1.1.1 *Hur Noda Smart Heat Building fungerar*

Noda Smart Heat Buildings bygger på ett intelligent automationssystem och är en ren energibesparingstjänst som är aktiv under dygnets alla timmar. Det är ett självlärande system som genom att mäta olika parametrar i fastigheten skapar sig en bild av hur fastigheten beter sig för olika situationer och väderförhållande. Noda Heat Buildings tar hänsyn till betydligt fler datapunkter än vad konventionella system gör. För att bestämma hur mycket värme som behöver tillföras fastigheten görs en analys, se Figur 4. Analysen baseras på mätdata från värmemängdsmätare där flöden och effekt mäts i realtid och är kopplad till fastighetens DUC-regulator. En del av systemet påverkas även av externa data till exempel utomhustemperatur, väderprognoser för hur värdet kommer att se ut om 2h alternativt om 1–2 dygn. Även solinstrålning, fasadytans storlek och husets placering används. Till den faktiska utomhustemperaturen adderas ytterligare datapunkter från den externa data, vilket bidrar till att fastigheten styrs mer energieffektivt och att styrningen genomförs i realtid. För att styrningen ska fungera i realtid samlas mätdata in med ett tidsintervall på mellan ett par minuter till max 15 minuter.

Det kan vara stor skillnad i optimal framledningstemperatur mellan -5 grader, vindstilla och sol jämfört med -5 grader med moln, blåst och nederbörd. Ett traditionellt värmesystem uppfattar inte den skillnaden men det gör Nodas Heat Buildings system, berättar Jönsson. Systemet fungerar som ett extra optimeringssystem till den befintliga värmecentralen.

För att kontrollera det komplexa beteendet i fastigheten använder styrsystemet inomhusgivare för att mäta temperatur och luftfuktighet inomhus. För att löpande förutse och påverka olika styrscenarion används en matematisk modell i kombination med inomhusgivarna. Kombinationen av den matematiska modellen och inomhusgivare ger styrsystemet en bra bild av inomhusklimatets beteende, enligt Jönsson. Han berättat också att styrsystemet bygger på en självlärande modell som används för att kontinuerlig beräkna energibalansen. Styrsystemet sparar energi genom att utnyttja den termiska trögheten i byggnaden vid små variation av inomhustemperatur. Dessa små förändringar uppfattas inte då de döljs i de små variationerna i inomhustemperaturen. Summan av de små variationerna innebär över tid betydande energisparningar på i genomsnitt ungefär 10–15 procent beroende på byggnadens förutsättningar.

Till Noda Smart Heat Buildings kommer ett mjukvarusystem som använde tre grundläggande komponenter för att energibespara, värmesystemet, inomhusklimatet och utomhusklimatet.



Figur 4: Överskådlig bild över Nodas Smart Heat Building styrsystem.

Utöver det intelligenta styrsystemet övervakas system även manuellt av energiexperter på Noda för att säkerställa att det fungerar som det ska. Årligen levererar Noda en rapport där

energibesparingarna för värmesäsongen beskrivs för kunden. Styrsystemets status beskrivs också i rapporten. Den operativa mätdata analyseras och tolkas av Nodas kundcenter för att stödja fastighetsägarens energiminskning inom värmesystemet.

Idag finns Noda Heat Building installerad i ett par tusen fastigheter i Sverige och Internationellt. Återbetalningstiden för Heat Buildnings varierar från under 1 år till upp till 3 år. I de fall då inte hårdvaran är återbetalad efter 3 år lämnar Noda en garanti där de betala mellanskillnaden.

#### *4.1.1.2 Energibesparingspotential*

Energibesparings potentialen ligger på 10–15 procent vilket är relativt bra med tanke på att det inte kräver några stora insatser i fastigheten, fortsätter Jönsson. Systemet styr värmesystemet men påverkar inte uppvärmningen av tappvarmvatten.

Det kan vara svårt att utvärdera energibesparingarna på grund av till exempel växlande väder, kombination av temperaturberoende (värme) och icke temperaturberoende (tappvatten) värmelast och förändringar i socialt beteende. Noda lovar en energibesparing på omkring 10 procent och denna besparing är beräknad genom en energisignaturanalis (Noda Intelligent System, u.d.). Med energisignatur jämförs energianvändningen gentemot lokal utomhustemperatur, baslast, balanstemperatur, nedkylnings- och uppvärmningskoefficient (Mestro, u.d.). Energisignaturanalysen möjliggör att en energibalans kan byggas baserad på faktiska debiteringsdata (Noda Intelligent System, u.d.)

#### *4.1.1.3 Installation i fastighet*

Förutom installation av mjukvara och eventuellt installation av hårdvara samt minst 5 inomhusgivare så kräver systemet inga ytterligare åtgärder i fastighetens värmesystem. Många kunder väljer däremot att installera inomhusgivare i alla lägenheter för att få en god överblick över temperaturen i lägenheterna. Inomhusgivarna ska vara väl placerade, , vanligtvis i hallen, för att ge ett bra genomsnittligt värde på fastighetens inomhusklimat. Utomhusgivaren används av systemet för att styra det befintliga reglersystemet, Noda-systemet kräver alltså inga ombyggnationer eller utbyten. Det finns även möjlighet att koppla Noda-systemet direkt till det befintliga reglersystemet.



#### 4.1.1.4 Övrigt

Noda Heat Grid är en tjänst som möjliggör att nätägaren kan optimera fjärrvärmenätet, genom att en grupp med fastigheter tillsammans kan användas för att minska effektbelastningen på nätet och därmed minska det största effekttopparna i nätet. Under vissa tidsperioder när energibolagen har hög last i sitt nät kan energibolagen styra efterfrågan på värme ute hos kunderna. Att styra efterfrågan i en fastighet påverkar inte nätets belastning i nätet nämnvärt men då en sänkning görs för 50–100 fastigheter samtidigt kan styrsystemet användas för att minska effekttopparna. En sänkning innebär att fastigheterna under en kortare tidsperiod förskjuter energianvändningen och istället utnyttjar värmetrögheten i byggnaderna. Byggnaderna måste därefter återhämta temperaturen, vilket ger en återvändande last när laststyrningen slutar. Det finns olika sätt att i praktiken åstadkomma detta: Ett sätt är att manipulera utomhustemperaturen från den verkliga utomhustemperaturen på exempelvis -7 grader till istället -2 grader, vilket resulterar i en sänkning. Detta gör på flera fastigheter samtidigt vilket medför en stor reducering under en kortare tidsperiod och utan att inomhusklimatet påverkas signifikant, på grund av den termiska trögheten. Värmen stängs inte av under denna tidsperiod utan systemet sänker effekten och den energi som fastigheten tycker sig behöva, säger Jönsson.

Tjänsten är riktad till energibolagen för att ge dem möjlighet att på ett automatiserat sätt styra efterfrågan på sin produktion, även om det också kan genererar en energibesparing till fastighetsägarna.

Denna tjänst skulle kunna användas för att undvika att lasten blir för stor och energibolaget måste starta en extra oljeeldad värmepanna. Kan man då i prognoserna se att lasten eventuellt kommer överstiga 10MW kan Grid system startas för att undvika att lasten överstiger 10 MW. På detta sätt kan utsläpp undvikas och kostnader minskas. I trånga sektioner så kallade flaskhalsar i nätet, kan det vara av intresse att Grid styra ett färre antal fastigheter tillsammans i syfte att minska problemet med flaskhalsar i nätet, menar Jönsson.

## 4.1.2 Egain

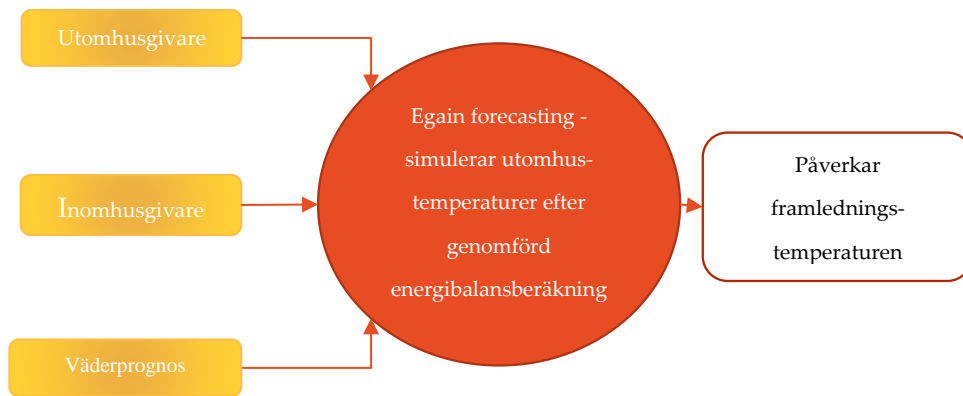
Egain är en leverantör som säljer tjänsten klimatanpassad uppvärmning och lovar att leverera rätt energi vid rätt tillfälle. Informationen om Egain är hämtad från deras hemsida och genom intervjun med Oskar Göransson (2017) som arbetar på Egain. Egains system finns idag installerat i över 250 000 lägenheter i 11 europeiska länder och produkten riktar sig till fastighetsägare. (eGain, u.d.)

### 4.1.2.1 Hur Egain forecasting fungerar

Egain forecasting kan minska energianvändningen genom att förutse väderförhållanden via lokala väderprognoser i området där fastigheten är baserad. Tjänsten tar hänsyn till väderdata som till exempel solreflektion och vind. Energibesparingen uppnås genom användning av lagrade värme i byggnaden, i kombination med att leverera rätt energimängd som värmesystemet behöver för att hålla rätt inomhustemperaturer i lägenheterna. Systemet minskar överuppvärmningen i lägenheterna samtidigt som energianvändningen minskar. (eGain 2, u.d.)

Varje dygn görs en energibalansberäkning för att veta hur mycket effekt som behöver tillföras värmesystemet för att rätt temperatur ska kunna hållas inomhus. Energibalansberäkningen görs utifrån väderprognoser som köps in från företaget Foreca. Energialgoritmen som används togs fram tillsammans med SMHI på 90-talet men sedan Egain startades 2003 har de gjort löpande justeringar och förbättringar vilket idag har resulterat i ett ännu smartare system, enligt Göransson.

Styrningen sker genom att systemet utnyttjar väderprognoserna till att vidta åtgärder vid väderomslag i tid. Systemet är självlärande och tar hänsyn till tidigare erfarenheter av vilka inställningar för olika väder som fungerade bäst. Styrningen av systemet sker via den uppkopplade mottagaren på utsidan, där olika utomhustemperaturer simuleras utifrån en energibalansberäkning. Utifrån detta ändras börvärdet till reglerkurvan i värmesystemet och därmed framledningstemperaturen. I Figur 5 ses en överskådlig bild över hur systemet fungerar. (eGain 3, u.d.)



Figur 5: En överskådlig bild över hur eGain forecasting fungerar.

I kundzonen, som ingår i tjänsten, presenteras alla mätvärden och statistik över systemet och med tillgång till verktyg ges möjligheten att påverka energibesparingen. Det finns även en mobil variant av kundzonen vilket möjliggör kontroll över fastigheterna via telefonen eller läsplatta. Tjänsten kommer även med ett verktyg *Energimål* som används för att simulera energibesparingsåtgärder och bland annat beräkna återbetalningstid och lönsamhet.

I verktyget *Rumssignatur* ges en överskådlig bild av hur inomhusklimatet påverkas av olika årstiders utomhusklimat och det presenteras genom mätresultat från ett helt års mätresultat. Temperaturen i fastigheten kan ändras på distans genom verktyget *Anpassa värmen*. I tjänsten ingår också att energiexperter övervakar och ger råd angående förbättringsmöjligheter. Egain anordnar regelbundet endagsutbildningar som ger användaren åtkomst till ytterligare verktyg och inställningar. (eGain 4, u.d.)

För att skapa ett jämnare och behagligare inomhusklimat används inomhusgivare, se Figur 6 nedanför. Inomhusgivarna mäter regelbundet temperatur och luftfuktighet i fastigheten. Egains egna inomhusgivare heter Egain sense och är trådlösa innergivare. De används tillsammans med Egains självlärande system för att generera en mer exakt styrning av värmesystemet eftersom de ger ett återkopplat system. Det betyder att den förväntade inomhustemperaturen kan jämföras mot den verkliga temperaturen. Inomhusgivaren har en garanterad batteritid på 10 år. Avläsning av QR-koden på sidan av inomhusgivaren möjliggör att de boende kan följa sitt inomhusklimat även på distans. (eGain 5, u.d.)



Figur 6: eGain sense inomhusgivare.

Veckovis görs en klimatrappport där den gångna veckans energianvändning är analyserad. Rapporten ger information om innergivare, reglerinställningar, energianvändning och eventuella avvikelser. I rapporten ges även förslag på förbättringsåtgärder som för görs i syfte att minska energianvändningen och hjälper fastighetsägaren att eventuellt finjustera den löpande energianvändningen. Då värmesystemet styrs med framförhållning kan de lägsta dalarna och de högsta topparna i värmekurvan minskas, vilket ger ett jämnare inomhusklimat och resulterar i en energibesparing (eGain 3, u.d.).

#### 4.1.2.2 *Energibesparingspotential*

Energibesparingspotentialen som kommuniceras ut till kund ligger på 10–15 procent. För enstaka fastigheter kan energibesparingen ibland vara mindre och ibland större. Om energibesparingen istället beräknas för flera fastigheter resulterar det i en energibesparing på mellan 10–20 procent.

#### 4.1.2.3 *Installation i fastighet*

För att ansluta fastigheten till tjänsten krävs att en uppkopplad mottagare som ersätter utomhusgivaren installeras på utsidan av husväggen. För att förbättra beräkningarna ytterligare används inomhusgivare i lägenheterna. Rekommenderat antal inomhusgivare ligger på mellan 5–100 procent av lägenheterna beroende på kundernas behov. Installationen av mottagaren kräver inga ytterligare ingrepp i fastigheten och är kompatibelt med alla befintliga fjärrvärmesystem på marknaden. Det är lite hårdvara och tjänsten bygger främst på mjukvaran, enligt Göransson.

#### 4.1.2.4 *Övrigt*

Oskar Göransson berättar att behovet av termostater minskar något vid användning av eGain forecasting, men det är en fördel med ett väl injusterat system och fungerande termostater.

Termostaterna kan vara särskilt nyttiga vid till exempel direkt solinstrålning då de kan stänga flödet i radiatoren. Installation av Egains forecasting sker i befintliga fastigheter och då finns oftast termostater redan installerade. Även i de fall värmesystemet är väl injusterat resulterar en installation av eGain i en energibesparing, eftersom styrningen alltid sker utifrån den kallaste lägenheten, berättar Göransson.

Mätning i undercentralen är inget krav för att produkten ska fungera, men erbjuder en extra dimension av övervakning. eGain sense kan alltså kompletteras med externa givare som mäter framlednings- och returtemperatur i fjärrvärme och radiatorkretsen, se Figur 7 nedanför. Genom mätning i undercentralen kan bland annat fjärrvärmecentralens effektivitet och värmeförluster i systemet övervakas, vilket ger möjlighet till ytterligare optimering och framtida energibesparingar. De externa givarna kan också mäta varmvatten och varmvattencirkulationen. Vid mätning av varmvatten kan bland annat läckage i varmvattensystemet och felaktiga temperaturer i varmvattenledningarna upptäckas samt information fås om hur stor del av energianvändningen som används till varmvattensystemet. (eGain 5, u.d.)



Figur 7: eGain sense vid mätning i undercentralen.

### 4.1.3 Ecopilot

#### 4.1.3.1 Hur Ecopilot fungerar

Ecopilot AB är en leverantör som tillhandahåller en kombinerad produkt och tjänst kallad Ecopilot. Ecopilot är en mjukvaruprodukt som installeras i fastigheten med syfte att minska energianvändningen och samtidigt bibehålla eller förbättra inomhusklimatet, berättar Peter

Wegdell (2017), Ecopilot AB. Styrssystemet bygger på en forskningsrapport från KTH *Effekt- och energibesparing genom förenklad styrning och drift av installationssystem i byggnader* (1992) och idén är att utnyttja byggnadens termiska lagringsförmåga (Marckert, 2012). Det är inomhusklimatet (temperatur och luftfuktighet) som styr och är den avgörande parametern för hur fastigheten kan styras, och detta leder ofta till en lägre energianvändning. Till mjukvaran finns olika typer av tjänster där Ecopilot AB eller partner hjälper kunden att ställa in systemet. Övervakningen ger ett verktyg som möjliggör att HVAC-systemet (Heating, ventilation and air conditioning) kan analyseras och ger kunden potentiella åtgärdsförslag för att ytterligare sänka energianvändningen och förbättra inomhusklimatet. Åtgärdsförslagen kan till exempel vara injustering av fastigheten, tilläggsisolering, fönsterbyten eller att delar av ventilations- eller värmesystemet behöver trimmas in eller bytas ut.

Ecopilot beräknar efter installation kontinuerligt fram en balanstemperatur för fastigheten. Till denna beräkning används utomhustemperaturen, inomhustemperaturen, samt en 5-dygnsprognois med utomhustemperatur, vindriktning, vindstyrka, nederbörd, relativ luftfuktighet och solinstrålning. Värmesystemet styrs utifrån den beräknade balanstemperaturen och styrsystemet tar hänsyn till värmelaster från maskiner eller människor i fastigheten, genom att använda inomhustemperatur som parameter.

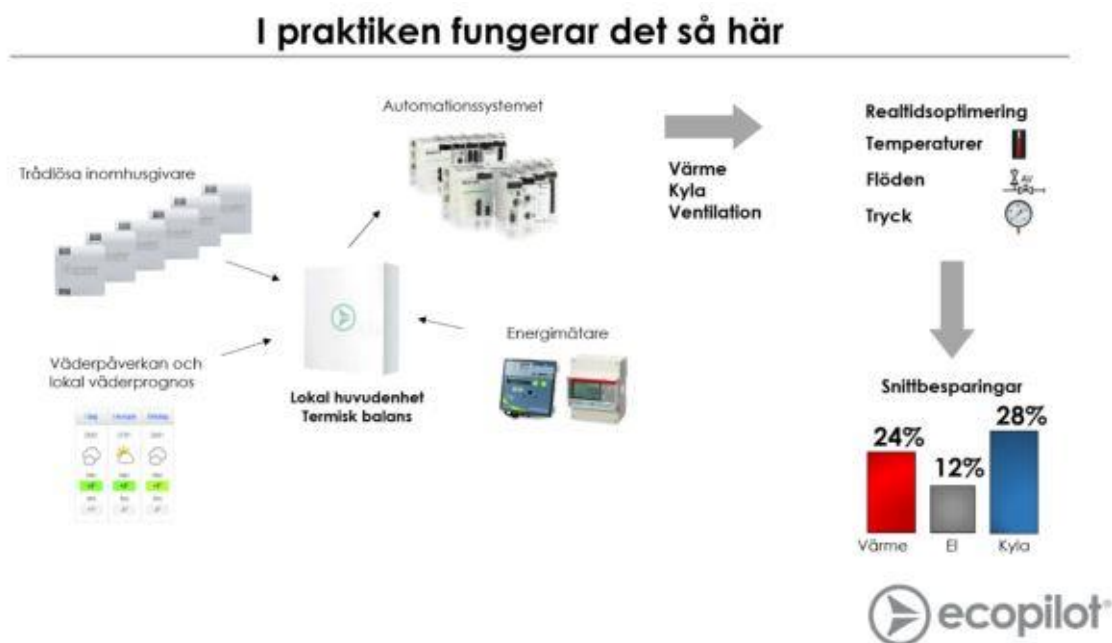
Kunden bestämmer själv ett *komfortspann* det vill säga hur mycket inomhustemperaturen får variera. Och vanligtvis ligger det på mellan 2–3 grader Celsius. Det betyder att under sommaren får temperaturen variera 1–1,5 grader i det övre spannet av intervallet förutsatt att det finns ett kylsystem och på vintern får det variera 1–1,5 grader i det lägre spannet på intervallet. När värmen och kylan inte styrs utifrån ett fast börvärde bidrar det till att byggnadens tröghet kan användas i större utsträckning. Och energibesparingen blir större när värmesystemet och kylsystemet inte motverkar varandra.

Den energibesparing som genereras genom att förutse väderomslag är relativt liten i förhållande till den totala energibesparingen. Besparingen som uppnås via systemsamverkan mellan värme, ventilation och eventuell kyla samt utnyttjande av den termiska lagringsförmågan i fastigheten är betydligt större, berättar Wegdell.

Grunden i Ecopilots systemet är termisk lagring, vilket betyder styrsystemet använder energi som finns lagrad i byggnadsstommen. Mätningar kan göras på returtemperatur och framledningstemperatur, desto mer information styrsystemet har tillgång till desto bättre, berättar Wegdell. Han fortsätter med att systemet kan styras genom reglering av flödesventilen för att påverka flöde i värmesystemet och på så sätt inomhustemperaturer. Framledningstemperatur och trycket kan också styras om det är inkopplat till Ecopilots huvudenheten. Ecopilots styrsystem ligger alltså och styr över det befintliga styrsystemet, se Figur 8 och Figur 9 nedanför.

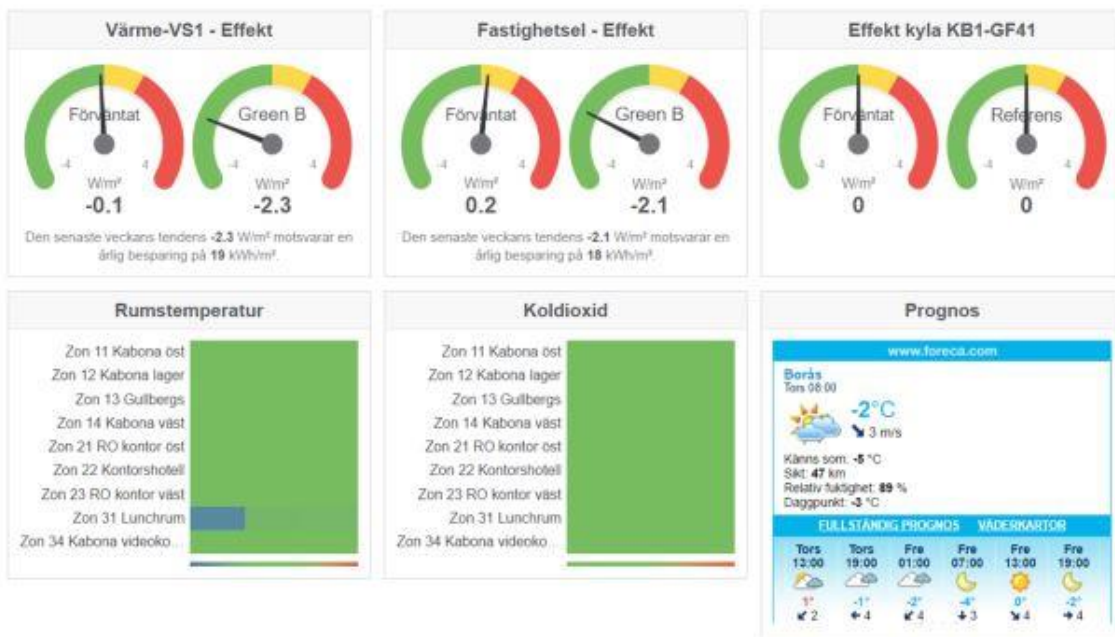


Figur 8: Flödesbild över hur HUVUDENHET inklusive Ecopilot fungerar.



Figur 9: Överskådlig beskrivning över hur Ecopilot fungerar.

För att kunna styra HVAC-systemet kräver Ecopilot tillgång till minst en utomhusgivare och en inomhusgivare, vilket innebär att det oftast bara är inomhusgivare som behöver kompletteras till det befintliga systemet i fastigheten för att de ska bli kompatibelt med Ecopilot. Ecopilot kan därefter överstyra flöden, tryck, framledningstemperaturer, pumpstopp, tidskanaler med mera för samtliga HVAC-system. I Ecopiloten delas fastigheten upp i olika ytor beroende på vilka HVAC-system som betjänar dessa. Till dessa ytor kopplas minst 3 inomhusgivare, men fler är att föredra. Själva styrningen görs på mediantemperaturen för att eliminera eventuella problem om som kan uppkomma av att givare är placerade på kalla respektive varma platser. Ecopilot vill också ha tillgång till väderprognoser och de olika effektmätarna för att kunna beräkna effektsignaturen för fastigheten och följa upp energibesparingen. För att snabbt få en överblick av systemet presenteras efter inloggning en dashboard med mätare som visar hur stor energibesparingen är för tillfället och en panel som visuellt visar vad temperaturen och koldioxidhalten är för respektive yta och givare, se Figur 10 nedanför.



Figur 10: Bilden visar en överskådlig presentation över systemet.

Till Ecopilot kan även ventilation och kylsystem kopplas ut och styrs tillsammans med värmesystemet. I flerbostadshus är det vanligast att bara värmen styrs men det blir allt vanligare med FTX aggregat för ventilationen i nya bostäder och då kan även de kopplas till Ecopilot, säger Wegdell. I vanliga fall körs ventilation och värme oberoende av varandra, men när det styr



tillsammans kan systemet undvika att de motverkas varandra. Då värmesystem och ventilation inte motverkar varandra kan energianvändningen minskas ytterligare, fortsätter Wegdell. Detta sätt att styra kallar Ecopilot för ecodriving för fastigheter.

#### 4.1.3.2 *Installation i fastighet*

Vid installation i fastigheten installeras en kombinerad mjukvaru- och hårdvaruprodukt, vilket är en webb-server, Huvudenhet se Figur 11 inklusive mjukvara Ecopilot (Marckert, 2012) . Den installeras till det befintliga HVAC-systemet och styr och reglerar det befintliga styrsystemet. Via Ecopilot skickas nya förskjutna börvärden till de befintliga DUC:arna och PLC-enheterna. Till styrningen används minst en utomhusturgivare och en inomhusgivare för att systemet ska kunna styras. Beroende på vilken typ av inomhusgivare som väljs kan till exempel även koldioxid och luftfuktighet mätas. Bland dessa är dock temperatur- och i viss mån koldioxidgivarna de som är viktigast för styrningen.



Figur 11: HUVUDENHET inklusive programvara Ecopilot.

#### 4.1.3.3 *Energibesparingspotential*

Energibesparingspotentialen för varje fastighet beror på många olika faktorer, till exempel fastighetens förutsättningar att lagra energi i byggnadsstommen och vilka inomhustemperaturer som används idag. Energibesparingspotential för värmesystemet i flerfamiljsbostäder ligger på runt 10–15 procent med Ecopilot. Wegdell påpekar dock även att de är väldigt svårt att ge en generell energibesparingspotential eftersom det beror på fastighetens förutsättningar. Han

fortsätter att de i vissa fall gör en energibesparing på betydligt mer än 15 procent men att de för vissa fastigheter ger en energibesparing på cirka 10 procent.

Till Ecopilot kan även effektmätare kopplas för att begränsa det effektuttag som görs från till exempel fjärrvärme- eller elnätet. Det leder till ett lägre energipris OM leverantören har en sådan komponent i sin prismodell. På grund av återvändande last görs knappt någon energibesparing. För att åstadkomma denna besparing utnyttjas husets tröghet som buffert inför till exempel ett dygn med kallare temperaturer. Inför dessa kallare perioder lagrar Ecopiloten mer energi i fastigheten genom att höja framledningstemperaturen på till exempel radiatorkretsen. När utomhustemperaturen sedan sjunker kan framledningstemperaturen sänkas och då utnyttjas den energin som redan finns lagrad i fastigheten. Ett minskat effektuttag under de allra kallaste perioderna, kan leda till en kostnadsbesparing för kunden, berättar Wegdell.

#### 4.1.3.4 Övrigt

Ecopilot prispilot är ytterligare en tjänst som erbjuds och kan användas för fastigheter med till exempel direktverkande el, värmepumpar eller kylmaskiner som drivs av el ska minska sin kostnad. Ecopilot prispilot är då uppkopplad mot Nord Pool och kan därmed köpa sin el när priset är så lågt som möjligt. Eftersom byggnadens termiska lagringsförmåga utnyttjas kommer den fluktuerande användningen till exempelvis värmepumpen inte att märkas över tid. Byggnaden kompenserar själv för det som annars hade resulterat i en höjd eller sänkt inomhustemperatur och på så sätt upplevs klimatet som jämnt av hyresgästerna.

#### 4.1.4 Nordiq

Nordiq är ett företag som erbjuder en helhetslösning för fjärrvärmeuppvärmda fastigheter. Informationen om Nordiqs produkter kommer från bland annat intervju med Peter Gummerus (2017) och via deras hemsida. Efter en inledande inventering av befintligt system kan kunden själv välja vilka lösningar de vill investera i. Företaget erbjuder förutom styrning av fjärrvärmecentraler tjänsterna energiinventering, trygghetsavtal, utbildning och balansering av värme och VVC-systemet.

En energiinventering innebär att Nordiq gör en kartläggning och analys av fastighetens värmesystem och energiförbrukning. Vid inventeringen identifieras eventuella brister som påverkar energiförbrukningen och inomhusklimatet. Trygghetsavtalet innebär att Nordiq

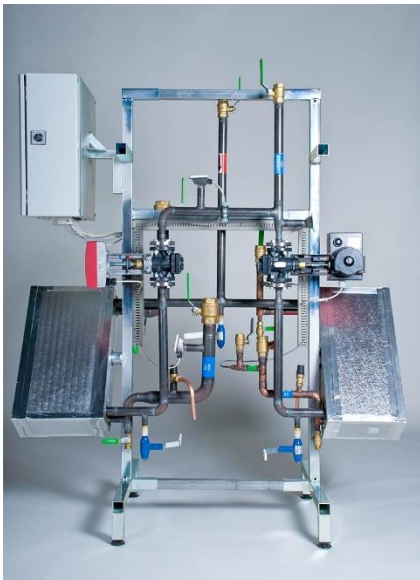
övervakar och styr anläggningen på distans och drift optimerar styrningen av värmesystemet för att minimera energianvändningen samt förbättra inomhusklimatet. Vid behov kan eventuella problem lösas online eller via lokal handledning. För att driftpersonalen ska lära sig att sköta anläggningen optimalt anordnas utbildningar.

Nordiq erbjuder följande produkter: termisk balansering, fjärrvärmecentral, värme- och varmvattenstyrning, värmepumpsintegrering och ventilationsintegrering. Tillval med bland annat inomhusgivare erbjuds också. En termisk balansering innebär att inomhusgivare installeras i alla lägenheter och termostaterna byts ut mot vanliga avstängningsvred. Därefter regleras flödes till fastighetens radiatorer tills inomhustemperaturen blir samma för de olika lägenheterna.

#### 4.1.4.1 *Hur Nordiq system fungerar*

Nordiq tillverkar smarta fjärrvärmecentraler, Xpert Fjärrvärmecentral, se Figur 12 nedanför, som styrs med deras patenterade mjukvara Nordiq Soft Control. Produkten riktar sig till fjärrvärmeproducenter och större fastighetsägare (Eco Innovation AB, u.d.). Nordiq tillverkar även ett styrkit innehåller förutom komplett styrskåp för 3 kretsar även flödesmätare samt tryckgivare och kompletterande temperaturgivare för diagnosticering av värmeväxlare.

Styrskåpet innehållande mjukvaran Nordiq Soft Control, Nordiq Enable och Nordiq Primitering. I Figur 13 nedanför går det att se styrskåpet.



Figur 12: En bild på Xpert fjärrvärmecentral.



Figur 13: Styrskåpet från Nordiq.

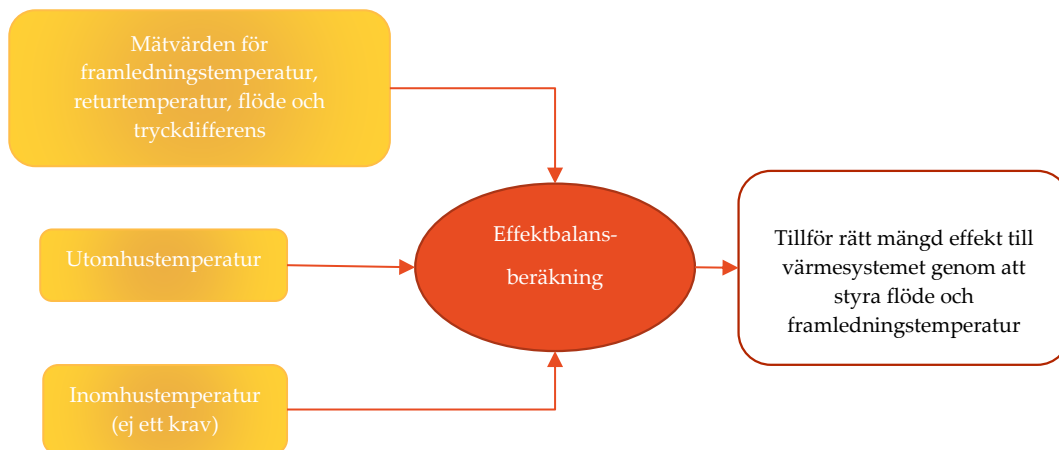
*Nordiq Soft Control* är en programvara som kan användas till alla vattenburna radiatorsystem för att tillföra exakt den värme energi som fastigheterna behöver vid varje given tidpunkt. För att värmesystemet ska veta vilket effektbehov som behöver tillföras fastigheten görs en beräkning på fastigheten effektsignatur vilket inkluderar byggnadens inomhusklimat, isolering, internvärme samt husets tröghet. Genom att styra värmeförseln i fastigheten efter effektbehovet som beräknas genom en effektberäkning för varje specifik tidpunkt, blir inomhustemperaturen jämnare, vilket bidrar till att medeltemperaturen inomhus kan sänkas. (Nätterlund, et al., 2011)

Nordiq Enable används för att styra tappvarmvattenkretsen och bidrar till ett jämnare energiuttag över dagen samt ger en minskad energianvändning. I jämförelse med den traditionella PID-regleringen där temperaturen på det utgående varmvattnet mäts och värmeförseln regleras efter ett börvärde, så används istället kvotreglering. Kvotreglering innebär att temperaturen istället mäts för det ingående kallvattnet och effektbehovet regleras utifrån börvärdet och vattnets värmekapacitet, vilket leder till ett jämnare energiuttag över dagen och en minskad energianvändning (Nätterlund, et al., 2011). Funktionerna Soft control och Enabler är patenterade i Europa, USA, Kina och Ryssland.

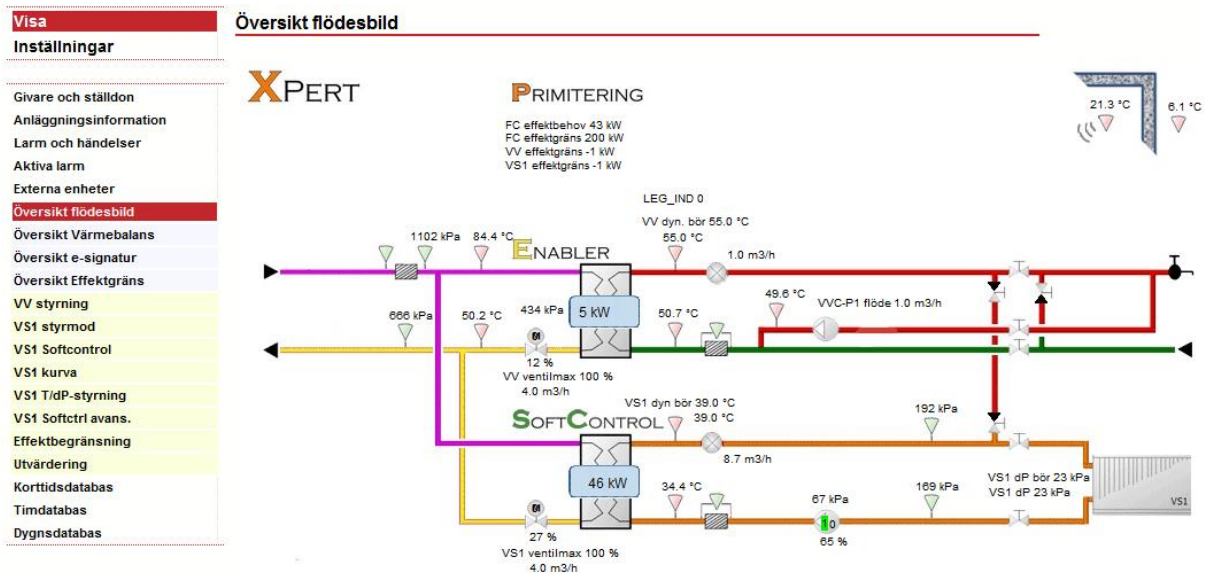
Nordiq Primitering används för att styra och reglera effektuttaget i fastigheten. Det fungerar genom att begränsa effektuttaget och i det fall att effektbehovet överstiger effektbegränsningen kommer tappvattnet att prioriteras, eftersom brist på tappvarmvatten påverkar de boende till större grad under kortare perioder. Systemet utnyttjar byggnadens värmetröghet för att inte effektbegränsningen ska överstigas. (Nätterlund, et al., 2011)

Styrskåpet för fjärrvärmecentraler är standardiserad och kan hantera tre kretsar exempelvis tappvarmvatten, radiatorsystem och kan användas för att värma ventilationsluft. För att förenkla övervakningen och styrningen är styrskåpet webbuppkopplad.

Nordiqs styrsystem styr effekttilförseln genom att ändra framledningstemperatur och genom att ändra flödet, se Figur 14 nedanför. I Figur 15 syns en flödesbild över Xpert fjärrvärmecentral.



Figur 14: En överskådlig bild av effektstyrningen.



Figur 15: Flödesbild över Xpert fjärrvärmecentral.

Det som särskiljer Nordiqs styrning från traditionell styrning är att det finns betydande fler sensorer och styrningen är implementerad i en konventionell DUC (Data Under Central). Över centralen mäts flöde, temperaturer och differenstryck, vilket möjliggör att effekt- och energianvändning kan beräknas och styras. Utifrån mätningarna kan även värmeväxlarens funktion och försmutsningsgrad beräknas. Webbuppkopplingen gör att börvärden, effekt, flöde och ventilbegränsningar kan styras samt övervakning göras på valfri dator. Exempel på parametrar som mäts i systemet är effekt, energi, tryck, flöde, volym, temperatur och ventilläge. (Andersson & Werner, 2005)

#### 4.1.4.2 Energibesparingspotential

Energibesparingspotentialen med Nordiqs styrsystem ligger på cirka 10–15 procent för värmesystem och tappvarmvatten. I steg 2 görs en termisk balansering och med den åtgärden kan ytterligare en energibesparing på cirka 5–10 procent erhållas. Ibland ses en lägre besparing i första steget och istället en större energibesparing i andra steget. Totalt ligger energi energibesparingspotentialen på cirka 15–25 procent.

Nordiq Soft Control förbättrar avkylningen i systemet eftersom de tillför exakt den värme som fastigheten behöver. Genom att undvika att skicka ut ett värmeöverskott i värmesystemet undviks att denna överskottsvärme kommer tillbaka i returledningen, vilket alltså leder till en lägre returtemperatur än för konventionella styrsystem skriver Andersson & Werner (2005) i sin utvärdering av styrsystemet.

#### 4.1.4.3 *Installation i fastighet*

Vid installation i en fastighet kan antingen styrkitet kopplas in till den befintliga fjärrvärmecentralen eller vid behov kan Nordiqs fjärrvärmecentral installeras och ersätta den befintliga fjärrvärmecentralen.

Installation av inomhusgivare är inget krav för att Nordiq Soft Control ska fungera men de kan ge en mer korrekt bild över hur fastigheten beter sig i olika situationer. Om de installeras i alla lägenheterna kan de användas för att göra en termisk balansering vilket betyder att temperaturen mellan olika lägenheter jämnas ut. De kan även användas för att ytterligare förbättra effektstyrningen genom att inomhusgivare placeras i olika lägenheter för att skapa en genomsnittlig inomhustemperatur.

#### 4.1.4.4 *Övrigt*

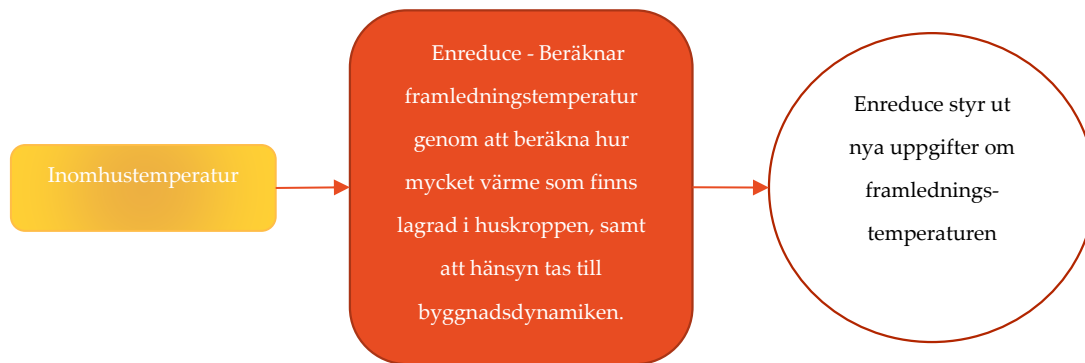
Idag finns Nordiqs system installerade i 700–800 fastigheter (Gummerus, 2017). Det finns även oberoende utvärderingar gjorda på deras system som visar på att de bidrar till att minska energianvändningen och förbättrar avkylningen. Den ena utvärderingen är gjord av svensk fjärrvärme "Utvärdering av funktionsintegrerad fjärrvärmecentral" skriven av Sofie Andersson och Sven Werner (2005). Den andra utvärderingen är gjord av Henric Skygge, Telge nät AB "Test av Nordiq fjärrvärmecentral" (2006).

#### 4.1.5 *Enreduce*

Enreduce Energy Systems är en programvara som bygger på forskning från KTH. Systemet gör beräkningar samt styr framledningstemperaturen efter fastighetens förmåga att lagra värme i byggnadsstommen. Informationen om produkten har hämtats från Enreduce Energy Control AB:s hemsida och via intervju med Lars Lindström på Enreduce Energy Control AB.

### 4.1.5.1 Hur Enreduce system fungerar

För att mäta och analysera hur mycket värme som finns lagrad i fastigheten installeras 4–8 inomhusgivare. Mätvärdena analyseras i nästa steg av Enreduce styrsystem, där uppgifter om byggnadens förmåga att lagra in och ur värme finns lagrade. Styrsystemet analyseras också nuvarande och tidigare temperaturer från inomhustemperaturgivarna för att beräkna den lagrade energin. Därefter beräknas vilken framledningstemperatur som behövs för att hålla temperaturen i fastigheten konstant vid den angivna temperaturen. Styrsystemet sparar energi genom att minska överuppvärmningen och inomhusgivarna används för att beräkna mängden upplagrade energi i byggnadsstommen. Därmed tas också hänsyn till värme som lagras in från solinstrålning vid de tillfällen fastigheten inte är fullt uppladdad av energi sedan tidigare, men tar ej hänsyn till väderprognos. I Figur 16 ges en överskådlig bild över hur Enreduce styrsystem fungerar.



Figur 16: Överskådlig bild över Enreduce system.

### 4.1.5.2 Energibesparingspotentialen

I snitt ligger energibesparingspotentialen på ungefär 15 procent. Viktigt att notera med Enreduce styrsystem är att temperaturen inte tillåts variera mer än ett par tiondelsgrader vid ur och uppladdning av värmelagringen i byggnadsstommen. Det genererar därmed ett jämnare inomhusklimat. Enreduce hjälper också till att minska effekttopparna. I ett projekt med E.ON kunde effektuttaget minskas med 60 procent innan de uppstod klagomål från de boende. I projektet med Vattenfall försköts lastprofilerna över dygnet, vilket resulterade i 30 procent lägre effektuttag. Lastprofilerna flyttades genom att via Enreduceprogrammet styrde ut när den lagrade energin i byggnaden skulle lagras ur och ny lagras in, berättar Lindström.



### 4.1.5.3 Installation i fastighet

Det finns tre alternativ vid installation av systemet:

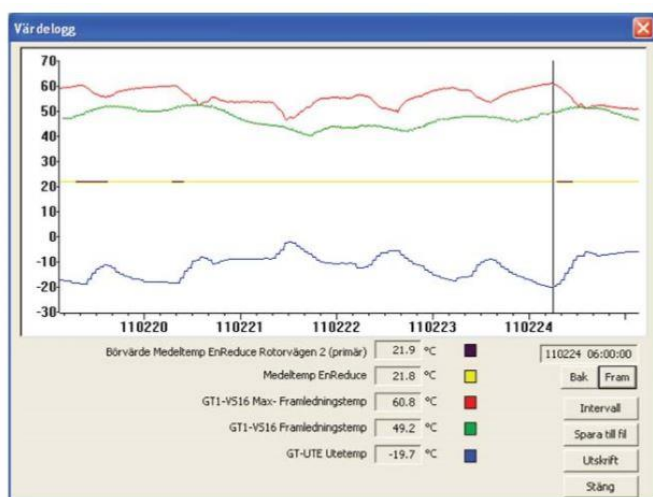
1. Vid byte av styrsystem i fastigheten kan Enreduce genom samarbete med Bastec erbjuda möjligheten att leverera en Bastec bas 2 DUC där Enreduces programvara finns förinstallerad och kan låsas upp via en kod. Därefter görs en installation där data för den specifika fastigheten läggs in i programmet. Enreduces programvara ligger därefter och sparar mätdata och styr systemet och en presentation av resultatet presenteras i ett diagram, se Figur 17.
2. Om det redan finns ett fungerande styrsystem i fastigheten kan Enreduce programvara även då användas för att styra värmesystemet. Då installeras Enreduces hårdvara Enreduce Webbclient som då kommunicerar via internetuppkoppling med centralserver där programvaran finns. Information sparas och analys görs via servern där framledningstemperaturen beräknas och sedan styr värmesystemet. För att kunna styra värmesystemet ersätts utomhusgivaren av Enreduce hårdvara där olika utomhustemperaturer simuleras för att uppnå den beräknade framledningstemperaturen. Utomhusgivaren kopplas in i Enreduce hårdvara och kan vid behov styra värmesystemet på traditionellt sätt när exempelvis servern inte nås.
3. När det redan finns en internetuppkopplad DUC i fastigheten kan DUC:en kommunicera direkt till servern utan att Enreduce hårdvara behöver installeras. Det fungerar bland annat via Regin, Bastec och Abelko DUC:ar. Vissa kunder har även köpt en egen server och programvaran den.

För webblösningen sker betalning via ett abonnemang per kvadratmeter för en avtalad tid på vanligtvis 3 år, vilket enligt Lindström är den vanligaste lösningen. Utrustningen går också att köpa för en engångskostnad och kunden äger då systemet själv. Det kan vara en fördel att installera inomhusgivare i alla lägenheter menar Lindström för att få en god överblick över fastigheten men för styrning väljs 4–8 representatibla givare ut.

Lindström rekommenderar att Enreduce installeras och därefter kan värmesystemet utvärderas utifrån värmesystemet är i behov av en injustering. Även efter en eventuell injustering kan resultatet av injusteringen utvärderas. Viktigt är att givarna placeras ut i olika delar av fastigheten. Resultatet av Enreduce styrning analyseras efter en tid och justering kan sedan genomföras vid behov.

#### 4.1.5.4 Övrigt

Här är ett exempel från en verklig mätning av Enreduce styrsystem och en jämförelse med ett traditionellt styrsystem. I Figur 17 representerar den blåa linjen utomhustemperaturen vilken används för att kunna jämföra hur styrsystem fungerar i förhållande till ett traditionellt styrt värmesystem. Den röda linjen visar framledningstemperaturen som den traditionella styrningen hade styrt ut i värmesystemet. Framledningstemperaturen som Enreduce styr ut representeras av den gröna linjen. Skillnaden mellan den röda och den gröna linjen visar tendensen till energibesparing och i detta fall cirka 15 procent. Medeltemperaturen från fyra inomhusgivare representeras av den gula linjen och de mörkare fälten visar då temperaturen avviker med ett par tiondelsgrader.



Figur 17: Ett diagram över Hur Enreduce fungerar i förhållande till ett traditionellt styrsystem.

Den gröna linjen som styrs via Enreduces programvara, hålls framledningstemperaturen relativt konstant. Det beror på att Enreduce styrsystem använder den lagrade energi i fastigheten. Här går det att se att styrsystemet slätar ut effekttopparna gentemot ett traditionellt styrt värmesystem. Det visar också att Enreduceprogrammet minskar komfortproblemen, genom sitt sätt att styra värmen i värmesystemet, utifrån hur mycket energi som finns lagrad i byggnaden. Och att Enreduce styrsystem håller en konstant inomhustemperatur som den gula linjen i Figur 17.

## 4.2 Sammanställning kompletterande styrsystem

I Tabell 5 nedan ses en tabell där styrsystemen kan jämföras utifrån ett antal parametrar.

Tabell 5: Resultat och jämförelse av styrsystemen.

	Utlovad besparingspotential?	Vad mäts?	Vad styrsystemet styr efter?	Hur sparar tekniken energi alt kostnad?	Rekommenderat antal inomhusgivare för styrning.	Är styrsystemet kompatibelt med befintlig utrustning i fastigheterna?	Behöver styrsystemet termostater?	Hur styr tekniken värmesystemet?	Inkluderar styrning av tappvarmvatten	Övrigt
<b>Noda</b>	10–15 procent	Använde tre grundläggande komponenter för att energibespara, värmesystemet, inomhusklimatet och utomhusklimatet. Väderprognoser används för att styra systemet efter utomhusklimatet och tar hänsyn till exempelvis solinstrålningen.	Energibalansberäkning med data från väderprognoser och inomhustemperatur.	Minskar övertemperaturer	Minst 5 stycken.	Styrsystemet kräver inga ombyggnationer eller utbyten.	Saknar uppgift.	Simulerar utomhustemperaturer för att generera den beräknade framledningstemperaturen.	Nej	Med Noda Heat Grid kan fjärrvärmenätet optimeras vilket innebär att en grupp med fastigheter tillsammans kan användas för att minska effektbelastningen på nätet i syfte att minska det största effektopparna i nätet.
<b>Egain</b>	10–15 procent	Väderprognos, inomhustemperatur	Energibalansberäkningen görs utifrån väderprognoser.	Minskar övertemperaturer	5–100 procent beroende på kundens behov (ej styr)	Styrsystemet är kompatibelt med befintlig utrustning.	Minskar behovet något.	Simulerar utomhustemperaturer för att generera den beräknade framledningstemperaturen.	Nej	Möjlighet att koppla sensorer för övervakning i undercentralen.

	Utlovad besparingspotential?	Vad mäts?	Vad styrsystemet styr efter?	Hur sparar tekniken energi alt kostnad?	Rekommenderat antal inomhusgivare för styrning.	Är styrsystemet kompatibelt med befintlig utrustning i fastigheterna?	Behöver styrsystemet termostater?	Hur styr tekniken värmesystemet?	Inkluderar styrning av tappvarmvatten	Övrigt
<b>Ecopilot</b>	Cirka 10–15 procent	Beräknar en balans-temperatur för fastigheten. Till beräkning används bland annat utomhus-temperaturen, inomhus-temperaturen, samt en 5-dygsprognos med utomhus-temperatur, vindriktning, vindstyrka, nederbörd, relativ luftfuktighet och solinstrålning.	Ecopiloten kan överstyra flöden, tryck, framledningstemperaturer, pumpstopp, tidskanaler med mera för samtliga HVAC-system.	Det är inomhusklimatet som styr och är den avgörande parametern för hur fastigheten kan styras och detta leder ofta till en lägre energi-användning.	Saknar uppgift. Styrsystemet kräver tillgång till minst en inomhus-givare.	För att kunna styra HVAC-systemet kräver Ecopilot tillgång till minst en utomhusgivare och en inomhusgivare.	Saknar uppgift.	Styr börvärde på flöde, tryck och framledningstemperatur	Nej	Med Ecopilot kan även ventilation och kylsystem kopplas ihop och styras tillsammans med värmesystemet.

	Utlovad besparingspotential?	Vad mäts?	Vad styrsystemet styr efter?	Hur sparar tekniken energi alt kostnad?	Rekommenderat antal inomhusgivare för styrning.	Är styrsystemet kompatibelt med befintlig utrustning i fastigheterna?	Behöver styrsystemet termostater?	Hur styr tekniken värmesystemet?	Inkluderar styrning av tappvarmvatten	Övrigt
Nordiq	Cirka 15–25 procent	Exempel på parametrar som mäts i systemet är effekt, energi, tryck, flöde, volym, temperatur (till exempel framlednings och returtemperatur) och ventilläge.	Effektbalansberäkning. Genom att styra värme-tillförseln i fastigheten efter effektbehovet som behövs vid varje specifik tidpunkt blir inomhustemperaturen jämnare.	Genom att tillföra rätt värmeeffekt till fastigheten och därmed minska övertemperaturer i lägenheterna.	Inomhusgivare ej ett krav men ger ett extra bidrag vid styrning. Vid termisk balansering är det ett krav med givare i alla lägenheter.	Styrsystemet är kompatibelt med alla vattenburna värmesystem.	Nej, vid termisk balansering monteras termostater ner och ersätts med vanliga avstängningsventiler och därefter görs justeringar i kombination med inomhustemperaturen från inomhusgivare för att generera jämnare temperaturer mellan lägenheterna	Tillför rätt mängd effekt till värmesystemet genom att styra flöde och temperaturskillnaden	Ja	Bidrar till lägre returtemperaturer i värmesystemet och ger därmed en ökad avkylning i systemet.

	Utlovad besparingspotential?	Vad mäts?	Vad styrsystemet styr efter?	Hur sparar tekniken energi alt kostnad?	Rekommenderat antal inomhusgivare för styrning.	Är styrsystemet kompatibelt med befintlig utrustning i fastigheterna?	Behöver styrsystemet termostater?	Hur styr tekniken värmesystemet?	Inkluderar styrning av tappvarmvatten	Övrigt
<b>Enreduce</b>	Cirka 15 procent	Inomhustemperatur.	Styrsystemet analyserar tidigare temperaturer för att beräkna hur mycket energi som finns lagrad och använder medeltemperaturen från inomhustemperaturerna. Därefter beräknas vilken framledningstemperatur som behövs för att hålla temperaturen i fastigheten konstant på angiven temperatur.	Systemet sparar energi genom att minska övertemperaturer och inomhusgivarna används, för att möjliggöra beräkning av mängden upplagrad energi i byggnadsstrukturen.	4-8 stycken.	Installation av styrsystemet är möjlig i alla vattenburna värmesystem.	Saknar uppgift.	Enreduce styr ut nya uppgifter om framledningstemperaturen.	Nej	Saknar uppgift.

## 4.3 Jämförande analys av kompletterande styrsystem

Nedan kommer en jämförande analys göras och för att underlätta för läsaren kommer det presentera under att antal underrubriker.

### 4.3.1 Hur fungerar styrsystemen

Efter undersökning av de olika styrsystemen på deras hemsida och på via telefonintervju är det fortfarande svårt att göra en jämförelse och urskilja hur styrsystemen fungerar och efter det kunna göra ett ställningstagande vilket styrsystem som är den bästa.

Styrsystemen från de olika varumärkena har vissa likheter och även olikheter. Det har varit svårt att jämföra de olika teknikerna eftersom informationen som delgivits av företagen, har varit på olika nivåer, vilket inte möjliggör en djupare teknisk jämförelse mellan styrsystemen. Alla styrsystemen syftar till att minska energianvändningen i värmesystemet. Exakt hur styrsystemen gör för att åstadkomma denna besparing har inte framkommit vid kontakt med företaget, vilket kan bero på att företagen inte vill lämna ut den informationen, eftersom det inte har något patent på styrsystemet. Det är endast Nordiq som har patent på sitt styrsystem. Resultatet kan också påverkats av den intervjuade personens kunskap om detaljer i systemet.

Det styrsystem som framförallt skiljer sig från de övriga är Nordiqs system. Deras styrning inkluderar även tappvarmvattnet och kan göra en effektprioritering där systemet under kortare tidsperioder prioriterar uppvärmningen av varmvatten. De är också ensamma om att erbjuda termisk balansering av värmesystemet som är en typ av injustering av värmesystemet för att skapa en jämn temperatur mellan de olika lägenheterna. Det är viktigt att värmen är jämnt fördelad i fastigheten, eftersom behöver göras efter den kallaste lägenheten för att ingen hyresgäst ska få det för kallt inomhus. Därmed hade det varit en fördel om även de andra styrsystemen kunde erbjuda en liknande tjänst, vilket skulle kunna bidra till att energibesparingspotentialen hade kunna bli högre för dessa styrsystem. Nordiqs styrsystem har en energibesparingspotential på ungefär samma som de övriga styrsystemen, men i kombination med termisk balansering tar det ett helhetsgrepp om värmesystemet och kan på så sätt åtgärda problem med ojämna temperaturer.

Noda har förutom systemet som syftar till att energibespara i fastigheter, styrsystemet Heat Grid som gör det möjligt för nätägaren att styra och förskjuta effektförbrukningen. Ingen av de andra

styrssystemen har något likvärdigt. I framtiden kan effektanvändningen bli viktigare att ta hänsyn till i takt med att mer energi genereras ifrån väderberoende energikällor som sol- och vindkraft.

Nodas, Egain och Ecopilots system använder väderprognoser vid beräkning. Det går däremot inte att urskilja hur stor inverkan, data från väderprognoser, har på styrsystemets styrning. Inomhusgivare är ett krav i fastigheten för att styrsystemen Noda, Ecopilot och Enreduce ska fungera eftersom de använder dessa temperaturer vid beräkningen för vilken värme som behöver tillföras huset. Egains och Nordiqs system fungerar utan inomhusgivare, men de ger ytterligare information till systemet och möjliggör bättre styrning. Alla systemen möjliggör övervakning och styrning på distans.

Egains, Nodas och Enreduces system styr värmesystemet genom att simulera varmare utomhustemperaturer än den verkliga utomhustemperaturen. På så sätt påverkas börvärdet som i sin tur påverkar framledningstemperatur som skickas ut i fastigheten. Ecopilots och Nordiqs system överstyr värmesystemet och kan också styra flödet, förutom framledningstemperaturen. De använder sig inte av den traditionella kurvstyrningen där börvärdet kan förskjutas, utan kan steglöst efter beräkning, av vilken värmeenergi som behöver tillföras fastigheten, tillföra rätt energi.

### *4.3.2 Installation i fastighet*

De alla går att koppla till det befintliga värmesystemet utan att det krävs några större åtgärder. Beroende på vilken DUC som sitter installerad i fastigheten sedan tidigare kan antingen enbart mjukvaruprogrammet installeras direkt i DUC:en eller så installeras hårdvara innehållande mjukvaran som därefter kopplas till den befintliga DUC:en. För styrsystem som behöver inomhusgivare behöver de installeras för att systemet ska kunna användas. Efterfrågan på styrsystem skulle troligtvis kunna öka om installationen i fler fall enbart innefattade en mjukvaruinstallation. Det kräver då att styrsystemet är kompatibelt och kan läggas in i den befintliga DUC:en.

### *4.3.3 Energibesparingspotential*

Tjänsteföretagen själva uppger en energibesparing på ungefär 10–15 procent för styrsystemet, men det behöver inte betyda att det är den besparing som en kund får efter en installation av styrsystemet. Besparingspotentialen beror dessutom mycket på utgångsläget och med en duktig



fastighetsförvaltare manuella justeringar göra att övertemperaturer undviks. Det är flera faktorer som påverkar potentialen, exempelvis byggnadens klimatskal.

Den högsta energibesparingspotentialen kommunicerar Nordiq på mellan 15–25 procent och det som skiljer sig från de andra styrsystemen är att de då summerar energibesparingen för styrsystemet och den termiska balanseringen.

De olika styrsystemen skiljer sig åt för hur mycket inomhustemperaturen tillåts variera. Nordiq tillåter inte temperaturen att variera. Enreduce strävar efter att hålla temperaturen konstant. Med Ecopilot bestämmer kunden hur mycket inomhustemperaturen tillåts variera, vilket vanligtvis ligger på 2–3 grader Celsius. Påverkas energibesparingen av hur mycket temperaturen tillåts variera? När temperaturen tillåts variera kan byggnadens stomme laddas ur och upp mer än om den istället hålls konstant. Men eftersom byggnaden efter urladdning behöver laddas upp igen med värme, kommer energianvändningen troligtvis främst förskjutas och därmed kommer det inte leda till någon större energibesparing. Teorin styrks också av att de olika styrsystemen marknadsför ungefär likande energibesparingspotentialer.

#### *4.3.4 Tjänsteföretagens hemsidor*

Vilket styrsystem som är bäst varierar troligtvis från fall till fall beroende på vad kunden söker. Presentationen av styrsystem på alla företagens hemsida skulle kunna förtydligas för att underlätta för kunden att jämföra vilket styrsystem som passar behovet. Som potentiell kund till systemet skulle det troligtvis vara intressant att veta mer om hur systemet fungerar mer ingående. Det hade till exempel underlättat förståelsen med en överskådlig bild över lika in parametrar styrsystemet har och vilka ut parametrar som de styr. Även en djupare beskrivning av hur beräkningen utförs hade underlättat jämförelsen för en potentiell kund.

Nordiq har gjort Youtubefilmer där de förklarar hur deras system fungerar, vilket är ett sätt för att ytterligare öka kundens förståelse för systemet. Dock är ikonerna för Youtubefilmen svår att hitta på sidan, varför den lätt missas av potentiella kunder på hemsidan. Deras utmaning ligger också i att förklara hur styrsystemen fungerar på ett sätt så att det blir lätt för en person med mindre kunskap inom området att förstå värdet med deras system.

Ecopilot och Egain har hemsidor som är lätta att manövrera sig runt i och de har bra menyval. En lite mer ingående förklaring av systemet skulle vara bra för att ge kunden en större förståelse. Noda och Enreduce har dokument på hemsidan där systemet presenteras lite mer ingående. Nodas presentation är relativt tydlig, men det framgår inte hur styrsystemet påverkar det befintliga systemet till att spara energi. Enreduce dokument bidrar med relativt lite information av styrsystemet.



## 5 Intervjuer med fastighetsägare

För att öka läsbarheten för läsaren kan intervjuerna med fastighetsägarna sammanställts under olika rubriker. Först presenteras informationen från de sex intervjuerna. Därefter har resultatet från intervjuerna sammanställts i en tabell. Efter det görs en jämförelse mellan de olika fastighetsbolagen.

### 5.1 Sammanställning av intervjuer

Nedan presenteras informationen ifrån intervjuerna.

#### 5.1.1 Halmstads fastighets AB

##### 5.1.1.1 Information om fastighetsägaren

På Halmstads fastighets AB intervjuades Mattias Prytz som arbetar som driftingenjör. Halmstads fastigheter har idag ungefär 2500 lägenheter där Enreduce är installerad och 5500 lägenheter där Egain är installerad i syfte minska energianvändning i värmesystemet. Totalt har de cirka 10 000 lägenheter. De allra flesta fastigheterna är idag uppkopplade till en huvuddator via en Schneider DUC eller en Regin DUC. Uppkopplingen möjliggör en central övervakning och styrning av värmesystemet samt att energianvändningen kan följas.

##### 5.1.1.2 Installerat system

Generellt har Halmstads fastigheter valt att investera Egain eller Enreduce i fastigheter med ungefär 50 eller fler lägenheter berättar Prytz. Tidigare har Enreduce installerats genom att deras egen DUC installerats till den befintliga Schneider eller Regin DUC:en i källaren. Utöver det har den även krävts installation av 4 till 8 inomhusgivare. Prytz berättar att de nyligen gjorde den första installationen av Enreduce där de istället enbart gjorde en programinstallation i den befintliga Regin DUC:en. Vid installationen kunde de befintliga inomhusgivarna i fastigheten användas. Tidigare har Enreduce egna inomhusgivare behövts användas. Detta gör att den fasta kostnaden för installation av Enreduce nu har blivit lägre.

Prytz berättar att all drift förutsätter ett väl injusterat värmesystem för att hålla en jämn temperatur i alla lägenheter. Efter installation av Enreduce ställer Prytz in en max och min temperaturkurva. Maxkurvan är den traditionella temperaturkurvan som styr värmesystemet och minimumkurvan ligger normalt framledningstemperaturen på ungefär 8–10 grader lägre än för maxkurvan.

Minimumkurvan ger därmed den lägsta energianvändningen. Systemet kan optimera värmesystemet men minkurvan begränsar besparingen, anledningen är att fastighetsbolaget vill att det ska finnas lite värme kvar på elementen i fastigheten och därmed undvika klagomål från hyresgäster.

Halmstads fastigheter har arbetat tillsammans med Egain för att utveckla värmestyrningen bättre, problemet med Egain var tidigare att det sparades för mycket energi då det till en början inte fanns någon minkurva att ställa in, vilket resulterade i för låga inomhustemperaturer. Nu har Egain skapat en begränsning för hur mycket systemet får energibespara och hur mycket temperaturerna tillåts sjunka. Enligt Prytz går det fortfarande att köra Egains tjänst utan den begränsningen eftersom man aktiverar den själv. Största fastigheten på 269 lägenheter har idag Enreduce installerad men tidigare användes Egain. Enreduces styrsystem ger enligt Prytz en jämn inomhustemperatur vilket troligtvis beror på att de har valt att styra systemet efter inomhusgivare. Den största skillnaden mellan Egain och Enreduce är framförallt investeringsmodellerna enligt Prytz. Detta beskrivs nedan i kapitel 4.1.3.

På lättare trähuskroppar har de prövat Schneiders OTC-givare utomhus istället för den traditionella utomhusgivaren.

### *5.1.1.3 Energibesparing och kostnadsbesparing*

Prytz berättar att båda systemen, Egain och Enreduce ger en besparing som är likvärdig på ungefär 7–8 procent. Hur stor energibesparingen blir beror på hur bra värmeinjusteringen är och hur hårt intrimmad värmekurvan är innan installationen av eGain eller Enreduce. Halmstads fastigheter har arbetat mycket med värmeinjustering sedan energikrisen på 70-talet och Prytz beskriver värmeinjusteringen som är en hörnsten för energieffektiva byggnader. Vid användning av Enreduce köps produkten och är därmed en investering som återbetalas över tid. Egain fungerar istället likt ett abonnemang med en årlig avgift som adderas till driftkostnaderna.

Återbetalningstiden för Enreduce ligger på ungefär 3–13 år beroende på bland annat fastighetens storlek. För större fastigheter är återbetalningstiden lägre, och om det är färre än 20–25 lägenheter i fastigheten ligger den på ungefär 13år. En anledning till detta är att det finns en grundavgift vid installation av Enreduce som är oberoende av storleken på fastigheten. Prytz säger att det är lättare

att tänka långsiktigt när man är en allmännyttig bostadsförening än om man är en vanlig konventionell fastighetsägare.

#### *5.1.1.4 Erfarenhet och användning av inomhusgivare*

Inomhusgivare är idag standard i alla nya lägenheter som byggs av Halmstads fastigheter och de används till att kontrollera att injusteringen är rätt utförd. I nybyggen sätter de inte in termostater till en början; med inomhusgivarna kontrolleras värmeinjusteringen och denna godkänns vid en differens på 1,5 grader eller mindre mellan de olika lägenheterna. När fastigheten är rätt injusterad och det är rätt flöden inställda till radiatorerna sätts termostater in. Inomhusgivarna används också vid eventuella klagomål för att undersöka inomhustemperaturen i lägenheterna. I ett område med befintliga byggnader har Halmstad fastigheter haft problem med injusteringen och har då installerat Ecoguard inomhusgivare i cirka 300 lägenheter. Utöver den installationen har de inte installerat inomhusgivare i befintliga fastigheter utöver de inomhusgivare som grävs vid installation av Enreduce och Egain.

#### *5.1.1.5 Energieffektivisering i tappvarmvattensystemet*

Införandet av individuell mätning och debitering (IMD) av tappvarmvattnet har resulterat i en betydande besparing. För att minska energianvändningen ytterligare även i befintliga fastigheter kan det därför vara intressant att även där installera detta. IMD tros göra hyresgästerna mer medvetna, bidra till ett förändrat beteende och fördelar också kostnaden rättvist efter förbrukningen. Utöver snålspolande armaturer som idag används skulle man i framtiden även kunna ta betalt för kallvattnet resonerar Prytz. Då hyresgästen får betala för förbrukad mängd varmvatten leder det till också till en besparing av kallvatten. Fastighetsägarens kostnad för kallvatten är idag så pass låg att det idag inte lönsamt att installera IMD för kallvatten, men om det i framtiden uppstår vattenbrist kan det bli mer aktuellt att mäta även kallvattnet.

#### *5.1.1.6 Användning av termostater*

Ja, men de sätts inte in till en början i nybyggda lägenheter utan först kontrolleras att injusteringen av värmesystemet är rätt injusterat och installeras därefter.

### 5.1.1.7 *Framtiden*

Idag tycker Halmstads fastigheter att två system räcker (Enreduce och Egain) och har inga planer i dagsläget på att utöka med ytterligare något system. De värdesätter större och stabila leverantörer, eftersom de själva är relativt stort fastighetsbolag.

Halmstads fastigheter har som mål till år 2030 att minska sin energianvändning för köpt värme, varmvatten och el till 85 kWh/ m<sup>2</sup> (A-temp) från idag 104 kWh/ m<sup>2</sup> (A-temp).

## 5.1.2 *Roth fastigheter AB*

### 5.1.2.1 *Information om fastighetsägaren*

Intervjun genomföres med Rikard Roth som är ägare av Roth fastigheter AB. Roth fastighetsbolag är en mindre fastighetsägare med idag 8 fastigheter om totalt cirka 400 lägenheter och de planerar bygga av ytterligare en fastighet. Av fastigheterna är en fastighet i drift sedan 3 år och de övriga 7 är äldre fastigheter från 1940 och 50-talet.

### 5.1.2.2 *Installerat system*

I alla fastigheterna är sedan 2 år tillbaka styr och reglersystemet Bastec bas 2 installerat. Bastec erbjuder en grundläggande styrning av värmesystemet med en temperaturkurva för framledningstemperaturen och med en utomhusgivare. Bastecs DUC:ar är webbuppkopplade och kan styras centralt, men det finns inget centralt program där det ges en överblick över alla fastigheterna på en och samma gång utan styrning och övervakning görs genom uppkoppling på varje fastighet separat. Ingenjörer på Bastec övervakar och justerar idag temperaturkurvan manuellt efter utvärdering av loggade värden, för att förbättra systemet.

Roth berättar att de valt att använda Bastec istället för exempelvis Siemens eller Schneider eftersom Bastec är ett svenskt företag, vilket möjliggör en nära och flexibel relation till leverantören där de tillsammans kan komma fram till lämpliga lösningar för just honom. Installationen av Bastecs styr och reglersystem i fastigheterna ser Roth som steg ett och han kommer att utvärdera hur det nya systemet har fungerat och troligtvis i framtiden undersöka någon tilläggstjänst för att ytterligare optimera värmesystemet. Han frågar sig varför det finns en marknad för de produkter och tjänster likt de som presenteras i kapitel 3 ovanför, som inte samtidigt erbjuder ett grundläggande styrsystem. Han tycker att Bastec borde erbjuda en sådan tjänst för att han på så vis kan använda

dem som totalleverantör. Anledningen till att han tycker att möjligheten till en totalleverantör hade underlättat hans beslut är för att han då hade kunnat undvika eventuella konflikter om vem som bär ansvaret, om det uppstår problem i systemet.

### *5.1.2.3 Erfarenhet och användning av inomhusgivare*

För att förbättra styrningen av värmen i fastigheterna har de i de 7 äldre fastigheterna installerats 2 – 4 inomhusgivare i representativa lägenheter för att skapa en uppfattning om den verkliga inomhustemperaturen. Dessa givare används för att beräkna vilken framledningstemperatur som ska ledas fram i värmesystemet. Roth berättar att det kan vara problematiskt då trådlösa inomhusgivare ska installeras i äldre fastigheter. Han menar att det i många fall är problem med mottagningen och i värsta fall kan det dröja flera veckor innan det upptäcks att en givare inte längre har kontakt med systemet eftersom systemet inte larmar för sådana avbrott i kommunikationen. Eftersom styr och regleringsutrustningen till värmesystemet sitter nere i källaren har Roth behövt installera förstärkare på cirka vartannat våningsplan i trapphuset för att kommunikationen ska fungera.

### *5.1.2.4 Energibesparing och kostnadsbesparing*

En utvärdering av det nya systemet har ännu inte gjorts.

### *5.1.2.5 Användning av termostater*

Roth fastigheter använder termostater i sina fastigheter.

### *5.1.2.6 Energieffektivisering i tappvarmvattensystemet*

Åtgärder för att minska användningen av tappvarmvatten i de gamla fastigheterna har gjorts genom installation av snålspolande blandare. I den nybyggda används individuell mätning av tappvarmvattnet. Roth tycker sig inte se någon direkt minskning av användningen av varmvatten för den fastigheten i relation till de övriga fastigheterna. Det förklarar han med att kostnaden för varmvatten idag är så låg att det inte handlar om en avgörande kostnad för hyresgästerna. I framtiden tänker han sig att det finns en app eller hemsida där hyresgästerna kan övervaka sin förbrukning för att det ska bli mer medvetna om sin användning. Roth nämner också att då temperaturen i fastigheterna styrs exakt efter en lägre medeltemperatur på 21,5 grader istället för 23 – 24 grader är det många hyresgäster som klagat på grund av att de tycker att det är för kallt



inomhus. Han tror att det beror på att många hyresgäster som under en stor del av sitt liv har bott i varma lägenheter inte är vana att behöva ha på sig exempelvis en extra tröja när de är hemma.

### 5.1.2.7 *Framtiden*

Vad det gäller tilläggstjänster som exempelvis optimerar styrningen av fastigheten ytterligare för att uppnå en större energibesparing är Roth absolut intresserad, om det kan resultera i en energibesparing på ungefär 10 procent. Och om det handlar om en återbetalningstid på 5 – 6 år är det för honom ett relativt enkelt beslut att ta. Däremot frågar han sig om det verkligen kommer att leda till en besparing så stor som 10 procent i hans fall och krävs det till exempel ett byte av fönster för att uppnå den besparingen? Om fönsterna behöver bytas handlar det om kostnader på en helt annan nivå och en betydligt längre återbetalningstid. Värmekostnaderna för Roths fastigheter har de senaste åren utgjort cirka 10 – 12 procent av de totala kostnaderna, vilket är något lägre än normalt på grund av stora investeringar. Han uppskattar att de i vanliga fall ligger på ungefär 20 procent av de totala kostnaderna för fastigheterna.

### 5.1.2.8 *Övrig erfarenhet*

I fastigheten som är i drift sedan 3 år har Roth valt att installera golvvärme istället för radiatorer. I varje rum i alla lägenheter har man installerat inomhusgivare som styr termostaterna för golvvärmen i rummen. Dessa inomhusgivare används dock inte för att förfina styrningen av värmesystemet i fastigheten vilket Roth idag ser som en brist i systemet. Han har också upplevt problem då inomhusgivare placerats på väggar med värmeledningar, vilket har resulterat att inomhusgivaren upplever att det hela tiden är tillräckligt varmt och håller därmed termostaterna avstängda i rummet. Kallraset från fönster upplevs också i större grad än i hus med radiatorer trots att slingorna med golvvärme har lagt tätare framför fönsterna för att just detta ska undvikas. Temperaturen i rummet skiljer sig åt i större utsträckning och det kan därför upplevas som lite dragit eftersom temperaturskillnaderna ger upphov till att luften rör sig runt i rummet. Roth upplever också att påverkan av värmen mellan olika lägenheter är större än för fastigheter med radiatorer. Han kommer därför med denna erfarenhet inte att installera golvvärme i den nya fastigheten som är planerad, utan där kommer han istället låta installera radiatorer.

### 5.1.3 Stena fastigheter AB

#### 5.1.3.1 Information om fastighetsägaren

Stena fastigheter Malmö, har ca 130 fastigheter med cirka 7700 lägenheter. Intervjun genomfördes med Jonas Larsson, energi och miljöchef. Värmesystemet i fastigheterna har de senaste 5 åren gått från att inte vara webbuppkopplat till att idag ungefär 80 procent av fastigheterna övervakas och styrs centralt via webbuppkopplade DUC:ar.

#### 5.1.3.2 Installerat system

Stena Fastigheter har gjort ett aktivt val där de idag installerar Beckhoff DUC:ar i de fastigheter där nuvarande system ska bytas ut. Anledningen är att Beckhoff DUC:arna har ett oberoende protokoll och tillåter därmed byte av uppkopplingsprogram utan att all utrustning behöver bytas i fastigheterna. Kostnaden för att enbart byta uppkopplingsprogram ligger på ungefär 10 procent jämfört med att byta all utrustning i fastigheterna. Valet skapar också ett större oberoende vid eventuella meningsskiljaktigheter mellan Stena fastigheter och en leverantör. Värmekostnaden i fastigheterna ligger på cirka 30 procent av de totala kostnaderna för fastigheterna.

Larsson berättar att när de går in och gör renoveringar och förbättringar i fastigheterna tar de ett helhetsgrepp och gör i de flesta fall flera åtgärder samtidigt. Det kan till exempel vara åtgärder som att byta fönster eller liknande i byggnaden samtidigt som att åtgärder i värmesystemet görs. I ett fåtal fastigheter har det endast uppgraderat värmesystemet genom att sätta webbuppkopplade DUC:ar och inomhusgivare och Larsson berättar att för de projekten har de sett fantastiska energibesparingar.

För att ytterligare förbättra styrningen har Stena fastigheter valt att på två av deras större områden med fastigheter installera en väderstation på områdena. Väderstationen mäter bland annat fukt, solinstrålning och vind. Det är en "pinne" som installeras på taket på en fastighet i området, vilket gör regleringen för väder snabbare. Väderstationen påverkar alltså den ursprungliga reglerkurvan som beror på utomhustemperaturen.

#### 5.1.3.3 Energibesparing och kostnadsbesparing

Besparingarna som setts vid byte av endast styr och regleringsutrustning har legat på ungefär 10 – 30 procent med en återbetalningstid på 6 månader till 1,5 år. Hur stor energibesparingen blir beror

på hur mycket som har gjorts tidigare. I en fastighet där vaktmästaren kontinuerligt har påverkat reglerkurvan ses ofta en lägre besparing medans det för fastigheter där det inte har gjorts någonting genererar en betydligt större energibesparing.

#### *5.1.3.4 Erfarenhet och användning av inomhusgivare*

För att kunna styra värmesystemet installerar Stena fastigheter inomhusgivare i hallen på sina fastigheter. Luften tas in från sovrum och vardagsrum för att sedan sugas in i badrum eller kök via hallen. Temperaturen i hallen ger i det flesta fall en bra uppfattning om temperaturen i lägenheten. I större fastigheter med fler än 80 lägenheter installeras det inomhusgivare i cirka 30 procent av lägenheterna för att få en acceptabel nivå på medeltemperaturen. Antingen väljer de att placera inomhusgivarna för att få ett bra medelvärde över temperaturen i fastigheten eller så placeras de i de kallaste lägenheterna. Larsson berättar att om de har problem med temperaturen i någon lägenhet installeras inomhusgivare även i den lägenheten för att felsökningen ska gå smidigare och för att temperaturen ska kunna övervakas centralt. I mindre fastigheter med cirka 20 – 25 lägenheter installeras inomhusgivare i alla lägenheter.

En stor fördel med webbuppkopplade DUC:ar och inomhusgivare tycker Larsson är att de förkortar felsökningen och tiden innan ett fel blir åtgärdat eftersom han direkt får larm om de är något i värmesystemet som inte fungerar korrekt. Han menar också att inomhusklimatet kan hållas jämnare då inomhusgivarna kan styra ner reglerkurvan vid exempelvis soliga dagar och värmen som styrs ut i systemet tar alltså hänsyn till vilken verklig temperatur det är i lägenheterna.

#### *5.1.3.5 Användning av termostater*

Stena fastigheter väljer att montera bort termostaterna på radiatorerna och strävar istället efter att centralt styra ut rätt värme i fastigheterna. Larsson berättar att anledningen till att termostaterna monteras bort är bland annat deras begränsade livslängd på 10 – 15 år vilket gör att de då behöver bytas. Att komma i kontakt med hyresgästen och boka en tid då de är hemma kan vara tidsödande.

#### *5.1.3.6 Energieffektivisering i tappvarmvattensystemet*

Vad det gäller energiminskningen i tappvarmvattensystemet görs det väldigt få åtgärder idag. Det som används är snålspolande kranar och i liten grad individuell debitering av varmvattnet. Återbetalningstiden på att installera snålspolande kranar ligger på ungefär 1,5 år men Larsson

menar att efter 4 – 5 år har vattenförbrukningen återgått till användningen som var innan installationen. Han vet inte vad det beror på med tror att det kan bero antingen på att hyresgästerna väljer att ta med utrustningen vid en flytt alternativt att de inte tycker att det är en bra produkt och därför väljer att byta tillbaka till en icke snålspolande kran. Eftersom återbetalningstiden är relativt kort motiverar det ändå en installation. Individuell mätning av varmvattenanvändningen tycker Larsson är en bättre och mer rättvis åtgärd för att göra hyresgästen mer medveten på sin varmvattenanvändning. Det kräver däremot ytterligare ett administrationssteg med avläsning och fakturering som då behöver inkluderas verksamheten. IMD kan ibland leda till klagomål i äldre fastigheter om det tas 20 sekunder innan hyresgästen har varmvatten framme vid tappkranen, eftersom hyresgästen då även kan få betala innan varmt vatten når fram.

### *5.1.3.7 Framtiden*

Larsson upplever att systemen som de använder uppfyller vad de lovar att göra. Idag gör han och hans kollega manuella justeringar i styrsystemet vilket leder till en viss släpning i systemet eftersom de inte är där och styr på natten. I framtiden tror han däremot att vi i större grad kommer att se mer av automatiska och självlärande system för styrning och reglering av värmesystemet i fastigheterna.

### *5.1.3.8 Övrig erfarenhet*

Idag har Stena Fastigheter fortfarande ett par fastigheter med en äldre variant av Regin DUC:ar som inte är uppkopplingsbara och även ett par med Bastec DUC:ar men de strävar mot att succesivt byta allt till Beckhoff DUC:ar. Eftersom det skapar en större flexibilitet med öppna protokoll.

Stena fastigheter har tidigare använt Egain, men idag har de endast två fastigheter där Egain system styr. Anledningen till att det har Egain i två fastigheter är för att testa om deras styrsystem kan bidra med ytterligare ett par procents energibesparing utöver den energibesparing som de redan har åstadkommit, berättar Larsson. För de två fastigheterna där Stena fastigheter använder Egains system har det innan installation valt att själva trimmat fastigheterna så mycket som de kan. Utefter dagens utvärdering ser inte Larsson någon direkt ytterligare besparing som han hade hoppats på för att han skulle tycka att de var värt att använda Egain på sina fastigheter. Han menar att hade han sett ytterligare 3 – 5 procents besparing vid installation av Egain skulle det kunna motivera den extra kostnaden som en sådan installation skulle innebära. Egain skulle då även ta

över styrningen och regleringen av fastigheterna vilket idag kräver mycket tid från Larsson och hans kollega.

Larsson påtalar också att han tycker att Egain i grund och botten har en fantastisk produkt och i de fall där fastighetsägaren själv inte har gjort något vad det gäller styr och reglersystemet i fastigheten kan de generera stora energibesparingar. Idag har Stena fastigheter två heltidsanställda personer som arbetar med styrning och övervakar värmesystemet och de gör själva en energibesparing på ungefär 20 procent i fastigheterna. Larsson anser därför att de är svårt att motivera en användning av Egains styrsystem då han inte kan se att det genereras en ytterligare besparing.

## 5.1.4 LKF AB

### 5.1.4.1 Information om fastighetsägaren

På fastighetsbolaget LKF AB (Lunds Kommuns Fastighets AB) intervjuades Bertil Lundström, teknisk chef. LKF har idag cirka 9200 lägenheter och de har många år tillbaka använt Schneiders produkter i sina fastigheter.

### 5.1.4.2 Installerat system

Anledningarna till att LKF har valt just Schneider berättar Lundström är blanda annat för att de är stora globalt och är ett bolag som funnits över tid och Schneider har genom åren använt samma programmeringsspråk i sina produkter. Detta gör att gamla produkterna fortfarande är kompatibla med de nya produkterna. Han upplever att de har en förståelse för branschen och har ett genomtänkt system samt är inriktade på just styr och reglering av fastigheter. Schneider har även en OTC-givare som kan ersätta en utomhusgivare. OTC-givaren till skillnad gentemot en vanlig utomhusgivare är inte känslig för placering eller i vilket väderstreck den är placerad och kan även placeras direkt på fasaden. Lundström berättar att genom att byta ut utomhusgivaren till en OTC-givare minskar energianvändningen med 3 – 5 procent direkt eftersom den styr mer exakt än en traditionell utomhusgivare.

För att ytterligare förbättra styrningen så har LKF valt införskaffa en egen väderstation som kan påverka styrsystemen i realtid med väderinformation och undvika att köpa in väderdata från exempelvis SMHI. Solinstrålningen är enligt Lundström det som påverkar allra mest vad det gäller

väder och betydligt mer än den påverkan som exempelvis vinden ger. Programmerare från Schneider har programmerat LKF:s styrsystem i samråd med den egna personalen. Lundström tycker överlag att systemen uppfyller det som de lovar men det var en period under 2009 som var många enligt Lundström "skitproblem" och han kontaktade då Schneider och det resulterade i att de skickade ut två personer från Schneider som arbetade med lösa dessa problem. Sedan dess har en Schneider kille varit på LKF en dag i veckan för att säkerställa kvalitén på systemen. Lundström hade egentligen önskat att de inte hade behövt komma så pass ofta med menar att det samtidigt genererar en kvalitetssäkring på både hans personal och systemen. Det händer kontinuerligt mycket i lägenheterna, hyresgäster ändrar exempelvis på inställningar på ventiler eller termostater trots att de ska vara spärrade och inte möjligt att göra. Genom att använda inomhusgivare kan dessa ändringar av systemet upptäckas snabbare än tidigare.

Schneider har skapat en programvaruapplikation som kallas StruxureWare Portal som LKF använder och kopplar upp sina fastigheter mot för att kunna övervaka, styra och reglera värmesystemen. StruxureWare erbjuder bland annat kommunikationsspråket modbus vilket öppnar upp möjligheten för LKF att använda andra fabrikat av styr och reglersystem ute i fastigheterna under förutsättning att de kan kommunicera via modbus.

I 3000 av sina lägenheter har LKF Komfortvärme vilket betyder att det i hyran ingår inomhustemperaturen 21 grader. Vill hyresgästen ha en lägre inomhustemperatur får de tillbaka den kostnaden som temperaturminskningen innebär. Om de istället vill ha en högre inomhustemperatur behöver de betala mer. Det finns dock begränsningar i det systemet menar Lundström och berättar att det för exempelvis hörnlägenheter inte alltid är möjligt att höja temperaturen till exempelvis 23 grader utan att det krävs att temperaturen i hela huset höjs. I lägenheterna med komfortvärme finns en inomhusgivare placerad i varje rum som inte är kök eller badrum för att kunna kontrollera värmen.

På Linero i Lund installeras just nu Nodas styrsystem i 500 lägenheter. Noda samarbetar numera också med Schneider. Installationen är fortfarande pågående, vilket gör att det ännu inte har gjorts någon uppföljning och utvärdering av systemet.

### 5.1.4.3 *Energibesparing och kostnadsbesparing*

LKF har sedan 2007 gjort en energibesparing på 21,2 procent för värme och tappvarmvatten. År 2007 låg energianvändningen på cirka 140 kWh per kvadratmeter. Den siffran ligger idag på cirka 112 kWh per kvadratmeter. Det är flera åtgärder som tillsammans har givit denna besparing. Lundström berättar att tiden, då en injustering av värmesystemet och en justering av börvärden gav fantastiska energibesparingar är förbi för LKF. Nu handlar det om att se fastigheten som en helhet med till exempel fönster, fasad, tak, väderstationer och vilket typ av givare med mera. Det handlar om samspelet mellan styrsystemet och människa menar Lundström. Kostnaden för värme och tappvarmvatten står för 10 – 12 procent av de totala driftkostnaderna. Återbetalningstiden kan ligga på allt från 6 månader till 17 år beroende på vilken typ av åtgärd det handlar om. Det finns flera olika sätt att beräkna ytan i en fastighet och därför ska man egentligen bara jämföra sig med sig själv berättat Lundström men om man ändå vill jämföra sig med andra så tror han att det är bättre att göra det i enheten kr per kvadratmeter än i till exempel kWh per kvadratmeter.

### 5.1.4.4 *Erfarenhet och användning av inomhusgivare*

LKF installerar inomhusgivare i sina lägenheter och målet är att det ska sitta givare i alla lägenheter. 5 – 6 inomhusgivare väljs ut och är med och styr värmesystemet. Fördelen som Lundström ser med inomhusgivare är att de är till hjälp vid in trimning av värmesystemet och genererar därmed en jämnare inomhustemperatur. Det gör också att dialogen med hyresgäster som inte är nöjda med värmen hamnar på en annan nivå. Samtalet övergår istället ofta till att försöka hitta en förklaring till varför problem med värmen har uppstått, vilket ibland kan bero på att hyresgästen har haft fönster öppna. Hyresgästen kan få återkomma en vecka senare efter nya mätningar med eventuellt en annan termometer beroende på vad de egna inomhusgivarna visar för temperatur. Lundström påpekar däremot att inomhusgivaren inte representerar sanningen med den underlättar många ärenden eftersom han idag upplever att hyresgästerna i mindre grad är benägna att vara hemma och släppa in ett styrsystem för korrigerig i lägenheten. När det sitter en inomhusgivare installerad avslutas ofta samtalen med att hyresgästen ska testa och mäta igen och återkomma en vecka senare om de upplever att problemen kvarstår. För att få en god trovärdighet vad det gäller placeringen av inomhusgivarna har LKF tagit hjälp av en professor på universitetet som har beräknat vilken temperatur som inomhusgivaren går efter och hur den ska placeras. Placeringen av inomhusgivarna är idag ovanför ytterdörren på en specifik höjd.

#### 5.1.4.5 *Användning av termostater*

LKF använder termostater i sina fastigheter.

#### 5.1.4.6 *Energieffektivisering i tappvarmvattensystemet*

I 1200 lägenheter har LKF installerat IMD vilket har resulterat i en besparing på 20 – 25 procent för tappvarmvattnet. De har även installerat snålspolande perlatorer i samtliga kranar och duschar. Återbetalningstiden för den åtgärden ligger på cirka 3 år.

#### 5.1.4.7 *Framtiden*

Lundström upplever att LKF idag ligger i framkant vad det gäller energibesparingsåtgärder. De har ett styrsystem, välutbildad personal och de använder programmet Enterprise / StruxureWare Portal som i framtiden ger möjlighet att installera olika fabrikat i fastigheterna. Han berättar också att alla LKF:s lägenheter är uthyrda och i de allra flesta fall håller de den temperaturen på 21 grader som de utlovar att göra. I framtiden gäller det att vi säkerställer att vi har personal i bolaget som vet vilka krav vi ska ställa på systemet berättar Lundström. För att i framtiden energibespara ytterligare några procent gäller det att involvera hyresgästerna i större grad genom exempelvis en app där de kan övervaka sin förbrukning och när de gör de förhoppningsvis väljer de då att försöka minska sin energianvändning. LKF har startat något som de kallar LKF labb där de går ut och frågar personer på högstadiet om hur det vill att framtidens boende ska se ut. Om Lundström får önska något om framtiden vill han att de nischade företagen som säljer exempelvis en produkt eller tjänst, likt de som presenteras i kapitel 3, även ska se till helheten i fastigheten och bättre förstå fastighetsbolagens behov.

#### 5.1.4.8 *Övriga erfarenhet*

LKF är måna om sitt varumärke och förutom den minskning i energianvändning som förbättrade och mer återkopplad styrning har givit så ser LKF ett hållbarhetsvärde berättar Lundström. LKF strävar efter att endast använda fossilfri energi. Idag är det endast fjärrvärmens och det fossilbränsle som används i fjärrvärmeproduktionen som behöver ersättas med förnybara alternativ för att LKF ska använda endast fossilfri energi. Krafringen som levererar fjärrvärmens har som mål att år 2020 endast använda fossilfritt bränsle. På elsidan har LKF ökat sin självförsörjning på förnybar energi genom att installera 5500 kvadratmeter solceller på sina fastigheter.



## 5.1.5 VBAB

### 5.1.5.1 Information om fastighetsägaren

Vätterbyggdagens Byggnads AB, VBAB, är ett familjeägt fastighetsbolag och intervju gjordes med Johan Rosenquist, VD. Företaget startades av Johan Rosenquists morfar på 60-talet då många bostadsrätter gick i konkurs på grund av misskötta föreningar. På 60-talet kunde man då låna pengar fördelaktigt om man köpte dessa fastigheter och gjorde om dem till hyresrätter, vilket Rosenquists morfar gjorde. Idag äger och förvaltar fastighetsbolaget 42 fastigheter. Det är 832 lägenheter och 75 lokaler som ligger i markplan på fastigheterna och hyrs ut till affärsverksamheter. Fastigheterna är belägna i centrala Jönköping och i centrala Husqvarna och byggdes under 1920–1940 talet samt renoverades under 1970–1980-talet.

### 5.1.5.2 Installerat system

I 18 fastigheter är styrsystemet Ecopilot inkopplat och styr samt övervakar fastigheterna. I de två största fastigheterna används Egain. Installationen av Egain gjordes då VBAB var intresserade av att testa hur systemet fungerade och de var också det första systemet som VBAB installerade i sina fastigheter. Till en början var det enbart Egains prognosstyrning, vilket resulterade i en energibesparing på cirka 5 procent. Systemet har därefter uppdaterats med inomhusgivare i en tredjedel av alla lägenheterna och ger idag en energibesparing på ungefär 10 procent, i de två fastigheterna. Egains inomhusgivare som är uppkopplade via gsm, är dyrare i jämförelse med de trådlösa inomhusgivarna som erbjuds via Ecopilot, menar Rosenquist. I övriga fastigheter används konventionell styrning efter utomhustemperaturen. År 2010 beslutade VBAB att till år 2020 ska alla deras fastigheter var webbuppkopplade och kunna övervakas och styras centralt. Och som de ser ut i dagsläget är de Ecopilot som kommer att installeras.

Rosenquist upplever att Ecopilot systemet håller vad de utlovar att göra, men han har hört andra som inte riktigt är nöjda. Han tror att det kan bero på att styrsystemet när det är uppkopplat visa på problem i gamla fastigheter som inte tidigare upptäcktes och han resonerar att det i ett sådant fall inte handlar om att Ecopilot inte håller vad de lovar att göra, utan att det samtidigt synliggör befintliga problem. Ett sådant problem skulle kunna vara att det visa på hur väl en vaktmästare har gjort sitt jobb med att justera värmesystemet. En vaktmästare som har gjort ett sämre arbete,

talar inte gott om Ecopilot och kan samtidigt vara rädd för att förlora sitt jobb då systemet till viss del ersätter hans arbetsuppgifter med fastigheterna.

Redan 2004 var Rosenquist intresserad av att installera inomhusgivare i fastigheterna för att kunna övervaka lägenhetstemperaturerna och styra ut värmen efter den faktiska inomhustemperaturen, med då fann han inget system på marknaden som erbjöd det som han sökte; det fanns endast inomhusgivare som inte kunde kopplas till styrningen. År 2009–2010 i samband med det infördes energideklaration för fastigheterna blev energi plötsligt betydligt mer intressant och det kom samtidigt ut ett flertal system på marknaden berättar Rosenquist. Han blev i samband med detta kontaktad av flertalet företag men de var först när de började prata om trådlösa inomhusgivare som han blev intresserad och kom då i kontakt med Kabona och Ecopilot. Vi den tiden var det enbart Ecopilot som erbjöd trådlösa rumsgivare berättar Rosenquist.

VBAB har valt att utifrån energideklarationen i första hand prioritera att installera Ecopilot i de fastigheter med sämst energivärden och i de fastigheter där den gamla fjärrvärmecentralen har gått sönder. I samband med installationen har de gått igenom och bytt termostater som inte fungerar och gjort en ny injustering med systemet, Danfoss Optimal 2 system. Samtidigt har de även installerat en ny fjärrvärmecentral och automatiska stamventiler för att inte cirkulera vatten i onödan om flera termostater stänger samtidigt. När stamventilerna stänger ner kan cirkulationspumpen varva ner så att värmen inte når upp till översta våningsplanet. Systemet kompenserar ett sådant problem genom att köra ut ännu mera värme vilket resulterar i att termostaterna stänger ännu hårdare. Detta kan genom övervakning upptäckas och åtgärdas genom att ställa in pumpen på konstanttrycksläge berättar Rosenquist och fortsätter med att ett sådant problem aldrig hade upptäckts och åtgärdats utan övervakning av temperaturen på de olika våningsplanen.

Vid installationen köper VBAB endast det som de behöver från Ecopilot, vilket är inomhusgivare, programvarulicens och Ecopilot styrenhet. Det ser Rosenquist som en fördel med Ecopilot. Ecopilot är även flexibla och villiga att anpassa systemen på ett sätt som kunden önskar genom att exempelvis införa ytterligare övervakningsmöjligheter. Vid installation av Ecopilot, valde Rosenquist bort liknande styrsystem eftersom det baserades på abonnemangstjänster, vilket han såg som en osäkerhet, eftersom priset kan förändras med tiden. Stamventiler och övrig utrustning till värmesystemet köper VBAB av en lokal VVS-firma som de har stort förtroende för.

### 5.1.5.3 *Energibesparing och kostnadsbesparing*

Återbetalningstiden ligger på ungefär 2 år med Ecopilot berättar Rosenquist och energibesparingen är i genomsnitt ungefär 20 procent. I något fall har systemet genererat en energibesparing på emot 40 procent för en enstaka fastighet där styrningen troligtvis inte har följts upp som det ska av vaktmästaren. I något fall har systemet genererat en lägre energibesparing vilket troligtvis beror på att vaktmästaren har gjort ett väldigt bra och kontinuerligt arbete men även i de fallen finns det möjlighet till en energibesparing med Ecopilot menar Rosenquist. Kostnadsskillnaden jämfört med att installera ett konventionellt styrsystem ligger på ungefär 80 000–120 000 kr extra då Ecopilot installeras vid en uppdatering av värmesystemet.

### 5.1.5.4 *Erfarenhet och användning av inomhusgivare*

Till en början valde VBAB av kostnadsskäl att installera inomhusgivare i en tredjedel till hälften av lägenheterna. Kostnaden för en rumsgivare ligger på ungefär 1000kr per lägenhet. Idag installerar de inomhusgivare i alla lägenheter, eftersom vinsten av att göra det är så stor och de möjliggör övervakning samt uppföljning av temperaturen i alla lägenheter. Systemet larmar då om temperaturen i lägenheterna avviker och fel kan åtgärdas innan hyresgästen hinner upptäcka felet.

Rosenquist såg från början främst ekonomiska värden genom energibesparingen som ett smartare styr och regleringssystem av värmesystemet skulle innebära. Men han har under åren insett att den uppkopplade övervakningen och mätningen av inomhustemperaturen även medför andra värden. Det kan till exempel vara att fel och brister i systemet upptäcks snabbare vilket gör att hyresgästen får ett stabilare inomhusklimat och inte behöver lägga tid på att felanmäla problem med värmen. Det kan därmed användas till att motivera en något högre hyra eftersom VBAB tar hand om problem oftast innan hyresgästen hinner uppfatta att de har varit ett fel. Mätning av temperaturer i VVC-systemet används för att säkerställa att legionella undviks. Systemet larmar om det uppstår problem vilket frigör mycket tid. Konventionella värmesystem följs upp veckovis genom att en vaktmästare besöker undercentralen, men med Ecopilot kan övervakningen göras via kontoret och eftersom systemet är automatiskt räcker det med uppföljning i snitt varannan månad. Ecopilot jämför även börvärden mot ärvärden vilket ger ytterligare information till styrningen.

### 5.1.5.5 *Användning av termostater*

VBAB använder termostater i sina fastigheter.

### 5.1.5.6 *Energieffektivisering i tappvarmvattensystemet*

VBAB har idag inte gjort direkta energibesparingsåtgärder i tappvarmvattensystemet. Rosenquist är intresserad av att göra det med berättar att det ännu inte är någon som har kunnat visa på siffror på vad en åtgärd skulle innebära i energibesparing i liknande fastigheter som VBAB äger och förvaltar. IMD tror han kan medföra att hyresgästerna minskar sin användning vilket resulterar i en energibesparing; systemet har också blivit enklare och billigare att installera i befintliga fastigheter. I framtiden kan de komma att installera ett sådant system. Idag har VBAB vattenmätning i fastigheterna för att kunna upptäcka onormalt hög vattenförbrukning. Detta var ett vanligare problem tidigare då hembränning var vanligare. Vattenmätning han också användas för att upptäcka läckage i vattenledningarna.

### 5.1.5.7 *Framtiden*

Rosenquist tycker att de idag har det bästa styr och regleringssystemet på marknaden och för att göra ytterligare energibesparingar ser han att de i framtiden istället får byta fönster, installera värmepumpar och göra om ventilationssystemet. Rosenquist var intresserad av automatiska och uppkopplade styrsystem för värmesystemet redan för ungefär 15 år sedan men då fanns det inga system på marknaden. Fortfarande idag tror han att det är relativt låg användning av dessa system bland fastighetsägare. I framtiden tror han däremot att alla kommer att använda systemen och att övergången kommer att gå relativt fort, delvis beroende på ett generationsskifte i ledningen av fastighetsbolagen där yngre mer teknik- och miljöintresserade personer tar över. Intresset för att minska energianvändningen tror han också kommer att påverkas av regeringen via beskattningar för de fastighetsbolag som inte arbetar med energiåtgärder.

### 5.1.5.8 *Övriga erfarenheter*

Ecopilot beräknar hela tiden fram en framledningstemperatur som värmesystemet behöver och är mer automatiskt än Egains system menar Rosenquist. Med Egain får reglerkurvan vid behov manuellt regleras efter uppföljning. Ecopilot jämför och övervakar också fler värden samt ger larm vid avvikelser vilket Egain inte gör.

Med Ecopilot har man sett stor skillnad i vilket framledningstemperatur som krävs i fastigheten beroende på om fastigheten har treglasfönster eller enklare fönster. Men treglasfönster kan det till exempel räcka med en framledningstemperatur på 38 grader vid en utomhustemperatur på 0 grader Celsius jämfört med enklare fönster som då istället kräver en framledningstemperatur på 45 grader berättar Rosenquist. Ett fönsterbyte med Ecopilot som styrsystem ger en omedelbar energibesparing i jämförelse med utan då det ofta inte gav någon besparing alls eftersom reglerkurvan inte förändrades efter bytet. Det resulterade att samma temperatur som tidigare skickades ut i värmesystemet, vilket troligtvis ledde till övertemperaturer.

## 5.1.6 Chalmers studentbostäder

### 5.1.6.1 Information om fastighetsägaren

Chalmers studentbostäder är ett privat fastighetsbolag som startades på 1960-talet av Chalmers studentkår tillsammans med Göteborgs kommun och det är en stiftelse. Intervjun genomfördes med Bengt Jansson, fastighetschef. Chalmers studentbostäder är inriktade på mindre lägenheter belägna i centrala Göteborg runt campusområdet. Företaget har idag 2121 hyreslägenheter och ett fåtal lokaler i 11 fastigheter. Den äldsta fastigheten är från 1962 och den nyaste är från 2015. Företaget äger de flesta fastigheter själva, men hyr också ett fåtal. Av fastigheterna som de hyr varierar det vilket ansvar som Chalmers studentbostäder har för fastigheterna. Vissa fastigheter har det fullt ansvar för underhåll och för vissa har det inget ansvar. Nästa nybyggnation startar hösten 2017. Planen är öka antalet lägenheter till ungefär 3000 stycken.

### 5.1.6.2 Installerat system

Jansson kom i kontakt med Nordiq för ett antal år sedan och tyckte då att deras system lät intressant, men berättar att det tog tid innan han vågade satsa på det.

Chalmers studentbostäder har köpt Nordiqs-styrenhet och första installationen gjordes för cirka två år sedan. De har även köpt utbildning av Nordiq och ökat kunskapen inom företaget för att själva kunna göra justeringar i värmesystemet vid behov. Nordiq har också hjälpt Chalmers studentbostäder med förhandlingar med Göteborgsenergi gällande fjärrvärmens.

Chalmers studentbostäder har idag 500 lägenheter där värmen styrs genom Nordiqs styrenhet och där man även tillsammans med Nordiq har gjort en termisk balansering för att åstadkomma jämna

temperaturer i fastigheterna. Ytterligare 1000 befintliga lägenheter kommer snart att börja styras med Nordiqs styrenhet och deras system kommer också att installeras i de 100 nya lägenheterna som är planerade att byggas. Jansson är mycket nöjd med Nordiqs system och service och på frågan om han upplevt något problem med systemet svarade han att det är sällan man får så mycket engagemang i förhållande till vad man betalar. Han upplever att det finns en sundhet och klokhet inom företaget samt ett stort engagemang och kunskap. *"Det är ett kompetensföretag i allra högsta grad"* fortsätter Jansson. Han ser däremot att de över tid har en utmaning i att upprätthålla så hög kompetens.

### 5.1.6.3 *Energibesparing och kostnadsbesparing*

Jansson tror att systemet har ännu större energibesparingspotential än de cirka 10 procent som systemet har genererat. Anledningen är att de fastigheter där styrsystemet idag är installerat i är väldigt unika och bristfälliga fastigheter. De är K-märkta vilket hindrar byte av bland annat de dåliga fönsterna. I deras nyaste fastighet är det ännu lite tidigt att analysera resultatet av installationen men det ser enligt Jansson ut att ge betydligt större energibesparing och avkylning. Jansson påtalar att ett bra styrsystem aldrig kan ersätta den inre kompetensen i företagen och där har utbildningarna via Nordiq varit mycket värdefulla.

Förutom en energibesparing på ungefär 10 procent har installationen av Nordiqs system genererat jämnare temperaturer och avsevärt bättre avkylning. Göteborgs energi införde år 2014 straffavgifter för de fastigheter som ger för höga returtemperaturer, vilket har resulterat i stora kostnader för Chalmers studentbostäder. I fastigheterna där Nordiqs system är installerat, har installationen inneburit att kostnaderna gått från att företaget var tvungna att betala 5 000 kronor i månaden till att istället få tillbaka 15 000 kronor i månaden. Det är en kostnadsskillnad på 20 000 kronor i månaden och tillsammans med energibesparingen bidrar det till att återbetalningstiden för systemet uppskattningsvis ligger på under två år enligt Jansson.

Via Nordiq har Chalmers studentbostäder utbildat personalen och Jansson ser ett stort värde i att de idag själva har varit med och gjort injusteringarna av värmesystemet. De har därmed samlad information om fastigheterna i tabeller och journaler. Då det uppstår något problem kan de själva åtgärda problemet och spara pengar i och med det. Jansson fortsätter och berättar att de värdesätter att de själva kan styra värmen och att systemet möjliggör att de kan vara med och påverka. Med Nordiqs styrsystem har de den möjligheten och kan följa samt justera om värmen är ställd för lågt

i någon del av fastigheten. Jansson har sedan tidigare, erfarenhet av Enreduce styrsystem och där hade han inte den möjligheten att själv gå in och påverka i styrsystemet och fick därmed ingen uppfattning av hur styrningen gick till. Vår modell bygger på egen kunskap, egen möjlighet att påverka systemet utan att behöva köpa in tjänster berättar han.

#### *5.1.6.4 Erfarenhet och användning av inomhusgivare*

Chalmers studentbostäder upptäckte stora problem med värmen i fastigheterna efter en vanlig injustering av systemen där flöden beräknats teoretiskt och ställs in i samband med att 300 lägenheter renoverades år 2010. Vid renoveringen installerades inomhusgivare i alla lägenheter och det var så problemen upptäcktes. Janssons erfarenhet är att traditionell injustering av värmesystemet inte ger de önskade resultaten i verkligheten. Efter en noggrann genomgång visade det sig att endast 35 procent av radiatorerna var korrekt inkopplade och rätt inställda. Förväxling av tillopp och retur vid installation av radiatorerna resulterade i att vattnet cirkulerades i fel riktning genomradiatorn, vilket medför att de förlorar 70 procent av sin effekt. Vissa av radiatorerna hade haft en felaktig cirkulation sedan installationen på 1960-talet. Ett annat fel som upptäcktes var att K-värdet var felaktigt inställt vilket skapade felaktiga temperaturer. Temperaturen var på 17 grader i den kallaste lägenheten och 31 grader i den varmaste lägenheten i fastigheten. Temperaturerna kunde via termisk balansering samlas närmare 21 grader för alla lägenheterna. Idag har Chalmers studentbostäder inomhusgivare i alla lägenheter. I de lägenheter där värmen styrs av Nordiqs styrenhet används givarna till styrningen. I övriga lägenheter används de enbart för att få historik på temperaturerna i lägenheterna för att på så sätt kunna upptäcka och åtgärda fel i värmesystemet. Jansson ser ett stort värde i att ha inomhusgivare i alla lägenheter, men poängterar samtidigt att det inte utesluter ytterligare mätningar av temperaturen i lägenheten vid eventuella problem. Jansson berättar att genom uppföljning av inomhustemperaturen har de kunnat kontakta hyresgäster innan de själva har hunnit ringa och anmäla ett fel. Ibland kan en lägre inomhustemperatur bero på att hyresgäst själv valt att ha lägre temperatur i sin lägenhet.

#### *5.1.6.5 Användning av termostater*

Idag har Chalmers studentbostäder inga termostater i sina lägenheter och Jansson berättar att han tycker att de är en överflödlig produkt på marknaden som främst används för att dölja problem i värmesystemet. Jansson har tidigare erfarenhet av Enreduce och Egains styrsystem, men tycker

inte att systemet uppfyller vad de lovar att göra. Vad det gäller Enreduce upplevdes komfortproblem i fastigheten och inomhustemperaturen hängde inte med vid svängningar i utomhustemperaturen. Jansson anser att styrning med 4–5 rumsgivare som Enreduce rekommenderade är alldeles för få givare för att styra en fastighet och att ett medelvärde över inomhustemperaturen i dessa lägenheter döljer faktiska problem med temperaturen i fastigheten. Han berättar också att de fick en energiminuskning när de valde att koppla ifrån deras styrsystem.

#### *5.1.6.6 Energieffektivisering i tappvarmvattensystemet*

Idag arbetar Chalmers studentbostäder med vattenanvändningen genom att installera snålspolande blandare i lägenheterna. Ett av deras projekt resulterade i en total vattenbesparing på 20 procent för både varm och kallvatten. I de fastigheter där Nordiqs styrsystem är installerat styr det även på tappvarmvattnet. Jansson berättar att de själva har köpt mätutrustning som de kan koppla upp emot VVC-systemet i fastigheterna för att säkerställa rätt temperaturer för att undvika Legionella-tillväxt i ledningarna. En justering vid för låga temperaturer kan leda till en förhöjd energianvändning i VVC:n.

Idag har Chalmers studentbostäder individuell mätning i en del av de befintliga fastigheterna och det kommer förbereda för detta i de fastigheter som är planerade att byggas. Jansson tror att det krävs större livsstilsförändringar för att en miljömedveten normalanvändare av varmvatten ska kunna minska sin varmvattenanvändning. Därför har det valt att inte debitera för varmvattnet då detta istället för att leda till en minskad användning istället skulle kunna ge en ökad förbrukning, eftersom hyresgästerna får se vilken liten kostnad varmvattnet står för i förhållande till den övriga kostnaden.

#### *5.1.6.7 Framtiden*

Idag står Chalmers studentbostäders värmekostnader för ungefär 9 procent av driftkostnaderna. Ett sparmål som de hade var att minska den köpta värmen och elen inklusive hushållselen med 30 procent, för fastigheter byggda 2006 och tidigare. Målet sträckte sig från 2006 till 2016 och blev uppfyllt. Nästa mål som de idag arbetar emot är att spara 30 procent från 2013 till 2021. Jansson ser idag att det målet kommer att bli betydligt tuffare att uppfylla och det kommer innefatta större renoveringar av äldre fastigheter med bland annat byte till nya fönster och ventilationssystem samt tilläggsisolering av tak. I byggnader med färre än tio lägenheter har de i dagsläget ingen plan för



att göra åtgärder. Den energibesparing som uppnås vid större renoveringar ligger i nivå med vad en ny fastighet har i total energianvändning inklusive el och hushållsel, förklarar Jansson, och därmed behöver fokus ligga på äldre befintliga fastigheter.

I framtiden kommer Chalmers studentbostäder som det ser ut idag att fortsätta installera Nordiqs system i sina fastigheter i kombination med större renoveringsåtgärder för att på så sätt nå en lägre energianvändning. Eftersom den största potentialen för energibesparing ligger i de äldre fastigheterna menar Jansson att det är där deras fokus kommer att ligga.

#### *5.1.6.8 Övrigt erfarenheter*

Vad det gäller Egain, upplevde Jansson att de prissätter sin energibesparing alldeles för högt och beräknar på ett sätt som inte stämmer överens med den verkliga energibesparingen. Detta resulterade i att systemet istället för att generera en besparing genererade en kostnad. Jansson upplever att han fick en minskning energianvändningen när han valde att koppla ifrån Egain styrsystem. Värt att nämna är att Jansson har erfarenhet av Egains prognosstyrning från tiden före 2005, utan inomhusgivare.

Första kontakten med Nordiq och även Enreduce och Egain har varit via säljkontakt som har tagit kontakt samt presenterat sin produkt.

## 5.2 Sammanställning av intervjuerna med fastighetsbolagen

I Tabell 6 nedan ses ett sammanställt resultat ifrån intervjuerna med fastighetsägarna.

Tabell 6: Resultat ifrån intervjuerna med fastighetsägarna.

	Styrssystem som används idag:	Hur många lägenheter fastighetsbolaget har total:	Erfarenhet av andra system än de som används i dagsläget:	Hur fastighetsbolagen har valt att prioritera energieffektiveringsåtgärder:	Fastighetsbolagens strategi för styrsystemen inom företaget:	Uppnådd energibesparing:	Finns inomhusgivare installerade och i vilken omfattning?	Används termostater på radiatorer för att begränsa värmen i fastigheterna?	Energieffektiveringsåtgärder i tappvarmvattnet:	Övriga erfarenheter:
<b>Chalmers Studentbostäder</b>	Nordiq.	2121 st	Enreduce och Egain	Hur fastighetsbolagen har valt att prioritera energieffektiveringsåtgärder:	Det är viktigt att upprätthålla en hög egen kunskap inom företaget för att bland annat kunna göra egna åtgärder i systemet utan att behöva köpa in den tjänsten.	Cirka 10 procent. Troligtvis har systemet större potential. Ett stort plus är att avkylningen har förbättrats avsevärt, vilket har inneburit att företaget har minskat sina kostnader för fjärrvärmen i form av återbetalning av flödesavgift.	Ja, i alla lägenheter. Används i dialog med hyresgästen.	Nej. Använder inte termostater då det döljer problem i värmesystemet.	Ingen individuell debitering i dagsläget då företaget tror att det kan ge en ökad varmvattenanvändning om hyresgästerna kan se hur liten kostnad som vattnet står för idag.  Installation av snålspolande kranar resulterade i en vattenbesparing på 20 procent.	Den energibesparing som uppnås vid större renoveringar ligger i nivå med vad en ny fastighet har i total energianvändning inklusive el och hushållsel och därmed behöver fokus för åtgärder ligga på äldre befintliga fastigheter.

	Styrsystem som används idag:	Hur många lägenheter fastighetsbolaget har total:	Erfarenhet av andra system än de som används i dagsläget:	Hur fastighetsbolagen har valt att prioritera energieffektiveringsåtgärder:	Fastighetsbolagens strategi för styrsystemen inom företaget:	Uppnådd energibesparing:	Finns inomhusgivare installerade och i vilken omfattning?	Används termostater på radiatorer för att begränsa värmen i fastigheterna?	Energieffektiveringsåtgärder i tappvarmvattnet:	Övriga erfarenheter:
<b>Halmstads Fastighets</b>	Enreduce och Egain.	Cirka 10 000 st	Saknar uppgift.	Generellt har de valt att investera i Enreduce och Egain i flerbostadshus med fler än 50 lägenheter.	För att övervakning ska kunna göras på distans är idag de flesta fastigheterna uppkopplade till en huvuddator via en Schneider DUC eller Regin DUC.	Cirka 7–8 procent för både Enreduce och Egain.	Ja, standard i alla nya lägenheter.  Används i dialog med hyresgästen.	Ja, men de sätts inte in till en början i nybyggda lägenheter utan först kontrolleras att injusteringen av värmesystemet är rätt injusterat.	Snålspolande armaturer.	Ingen uppgift.

	Styrssystem som används idag:	Hur många lägenheter fastighetsbolaget har total:	Erfarenhet av andra system än de som används i dagsläget:	Hur fastighetsbolagen har valt att prioritera energieffektiveringsåtgärder:	Fastighetsbolagens strategi för styrsystemen inom företaget:	Uppnådd energibesparing :	Finns inomhusgivare installerade och i vilken omfattning?	Används termostater på radiatorer för att begränsa värmen i fastigheterna?	Energieffektiveringsåtgärder i tappvarmvattnet:	Övriga erfarenheter:
LKF	Schneider DUC:ar, väderstation och inomhusgivare.  Nu installeras även Noda i ett område och det kommer utvärderas i EU-projektet CityFied	Cirka 9200 st	Egain	Saknar uppgift.	LKF har valt Schneider för att de är stora globalt och är ett bolag som funnits över tid. De har genom åren använt samma programmeringsspråk i sina produkter vilket gör att gamla produkterna fortfarande är kompatibla med de nya produkterna.  Det är viktigt att ha egen kunskap inom företaget för att kunna avgöra vilka krav som kan ställas på leverantörer och system.	21,2 procent sedan 2007 för värme och tappvarmvatten.	Ja, LKF valt att installera inomhusgivare och målet är att det ska sitta givare i alla lägenheter. 5 – 6 inomhusgivare väljs ut och är med och styr värmesystemet. Inomhusgivarna hjälper till att skapa ett jämnare inomhusklimat.  Används i dialog med hyresgästen.	Ja	IMD finns installerat i 1200 lägenheter vilket har resulterat i en energibesparing på 20–25 procent.  Snålspolande perlatorer är installerade i samtliga kranar och duschar. Återbetalningstiden ligger på ungefär 3 år.	Ingen uppgift.

	Styrssystem som används idag:	Hur många lägenheter fastighetsbolaget har total:	Erfarenhet av andra system än de som används i dagsläget:	Hur fastighetsbolagen har valt att prioritera energieffektiva åtgärder:	Fastighetsbolagens strategi för styrsystemen inom företaget:	Uppnådd energibesparing:	Finns inomhusgivare installerade och i vilken omfattning?	Används termostater på radiatorer för att begränsa värmen i fastigheterna?	Energieffektiviseringsåtgärder i tappvarmvattnet:	Övriga erfarenheter:
<b>Roth Fastigheter</b>	Bastec Base 2 med grundläggande kurvstyrning.	Cirka 400 st	Har ingen tidigare erfarenhet av styrsystem.	Saknar uppgift.	Har valt att använda Bastec istället för exempelvis Siemens eller Schneider eftersom Bastec är ett svenskt företag och de värdesätter en nära och flexibel relation till leverantören där de tillsammans kan komma fram till lämpliga lösningar.	Det nya systemet är inte utvärderat.	Ja, har installerat 2-4 inomhusgivare i alla lägenheter i de äldre fastigheterna, Mätningen används för att beräkna framledningstemperaturen.  I det nyare huset sitter en givare i varje rum för att styra termostaterna till golvvärmen, de används dock inte för att förfina styrningen i värmesystemet.	Ja	I fastigheten som är 3 år används individuell mätning av tappvarmvattnet men det har inte resulterat i en direkt minskning av varmvatten.  Det kan bero på att kostnaden för varmvatten idag är så låg att det inte handlar om en avgörande kostnad för hyresgästerna.	Har upplevt problem med trådlösa inomhusgivare som tappar mottagning utan att systemet larmar.

	Styrssystem som används idag:	Hur många lägenheter fastighetsbolaget har total:	Erfarenhet av andra system än de som används i dagsläget:	Hur fastighetsbolagen har valt att prioritera energieffektiveringsåtgärder:	Fastighetsbolagens strategi för styrsystemen inom företaget:	Uppnådd energibesparing :	Finns inomhusgivare installerade och i vilken omfattning?	Används termostater på radiatorer för att begränsa värmen i fastigheterna?	Energieffektiveringsåtgärder i tappvarmvattnet:	Övriga erfarenheter:
<b>Stena Fastigheter Malmö</b>	Beckhoff DUC:ar, väderstation och inomhusgivare.	Cirka 7700 st	Egain	Saknar uppgift.	Stena fastigheter har två heltidsanställda personer som arbetar med styrning och övervakning av värmesystemet.  Idag installeras Beckhoff DUC:ar i de fastigheter där nuvarande system ska bytas ut. Anledningen är att Beckhoff DUC:arna har ett oberoende protokoll och tillåter därmed byta av uppkopplingsprogram utan att all utrustning behöver bytas i fastigheterna.	10-30 procent vid byte av endast styr- och reglerutrustning.	Ja. I större fastigheter med fler än 80 lägenheter installeras inomhusgivare i cirka 30 procent av lägenheterna.  I mindre fastigheter med cirka 20 - 25 lägenheter installeras inomhusgivare i alla lägenheter.  Inomhusgivare förkortar felsökning av dåligt fungerande värmesystem.	Nej. Monterar bort termostater och strävar istället efter att styra ut rätt mängd värme ifrån värmesystemet.  Används i dialog med hyresgästen.	Har installerat snålspolande kranar.  IMD anses av företaget vara en metod för att skapa medvetenhet hos hyresgästen som dock leder till ytterligare administration i form av avläsning och fakturering.	Idag gör två personer manuella justeringar i styrsystemet vilket leder till en viss släpning i systemet eftersom personalen inte jobbar natttid.  I framtiden kommer det troligtvis vara ett automatiska och självlärande system för styrning och reglering.

	Styrssystem som används idag:	Hur många lägenheter fastighetsbolaget har total:	Erfarenhet av andra system än de som används i dagsläget:	Hur fastighetsbolagen har valt att prioritera energieffektiveringsåtgärder:	Fastighetsbolagens strategi för styrsystemen inom företaget:	Uppnådd energibesparing:	Finns inomhusgivare installerade och i vilken omfattning?	Används termostater på radiatorer för att begränsa värmen i fastigheterna?	Energieffektiveringsåtgärder i tappvarmvattnet:	Övriga erfarenheter:
<b>VBAB</b>	Ecopilot.	832 st	Egain	Prioriterat åtgärder efter energideklarationen.	Till år 2020 ska alla fastigheter vara uppkopplade och som det ser ut nu kommer installationen av Ecopilot att fortsätta. Med ett automatiskt styrssystem frigörs tid.	I genomsnitt cirka 20 procent.	Ja, inomhusgivare installera idag i alla lägenheter.  Används i dialog med hyresgästen.	Saknar uppgift.	Ingen åtgärd genomförd	Den uppkopplade övervakningen och temperaturmätningen av inomhustemperaturen har medfört ytterligare mervärden än de ekonomiska.  Fel och brister i systemet upptäcks snabbare, hyresgästen får ett stabilare inomhusklimat och inte behöver lägga tid på att felanmälning, vilket kan användas för att motivera en högre hyra.

## 5.3 Jämförande analys efter intervju med fastighetsbolag

Här kommer en jämförande analys av intervjuerna.

### 5.3.1 Trygghet, egenkontroll och vikten av att inte stå i beroendeställning.

Fastighetsbolagensstorleg skiljer sig åt i storlek och i ägande form. Roth fastigheter och VBAB är mindre privata fastighetsbolag med cirka 400 respektive 800 lägenheter. Chalmers studentbostäder är ett medelstort privat fastighetsbolag med cirka 2100 lägenheter. LKF och Halmstads fastigheter är båda större allmännyttiga fastighetsbolag med cirka 9200 respektive 10 000 lägenheter. Stena fastigheter är ett större privat fastighetsbolag och har cirka 7700 lägenheter.

Fastighetsbolagens strategi ser lite olika ut vilket troligtvis beror på vilken hur stort fastighetsbolaget är och om det är ett privat eller allmännyttigt fastighetsbolag. Roth fastigheter som är ett mindre fastighetsbolag har valt att investera i ett styrsystem från ett mindre företag där leverantören kan bidra med ett nära och flexibelt samarbete. LKF som är ett stort allmännyttigt fastighetsbolag beskriver istället att de värdesätter leverantörer av styrsystem är ett internationellt större företag som är stabilt över tid och att produkter som är kompatibla med varandra och går att uppgradera över tid. Stena fastigheter har nu tagit beslutet att investera i DUC:ar som har ett öppet system i syfte att de ska bli mer flexibla och mindre ekonomiskt drabbade i de fall som de väljer att byta leverantör av till exempel programvaran som övervakar värmesystemet. Det gör att de kan minska sitt beroende gentemot specifika leverantörer.

Stena fastigheter och LFK har anställd personal som arbetar heltid med att styra och övervaka fastigheternas värmesystem. Genom att installera inomhusgivare och väderstationer som är med och styr framledningstemperaturen och installation av internetuppkopplade DUC:ar har de själv minskat lyckats minska sin energianvändning med cirka 20 procent. Denna strategi kräver manuella justeringar och leder till eftersläpningar i systemet på natten och helger när personalen inte arbetar.



### 5.3.2 Energibesparing och kostnadsbesparing

Hur stor potential som varje styrsystem har att energieffektivisera beror på flera olika saker däribland fastighetens förutsättningar och vad som är gjort i fastigheten sedan tidigare. Om det sedan tidigare är installerat inomhusgivare som styr ner framledningskurvan vid högre temperaturer i lägenheterna, är potentialen mindre för ett styrsystem att minska energianvändningen. Fastighetens förmåga att lagra värme påverkar också hur väl de styrsystemen fungerar, eftersom det i olika grad arbetar med fastighetens förmåga att lagra värme och använder byggnaden som ett energilager. Störst potential har troligtvis styrsystemen i bostadsrätter, eftersom personen som har ansvar och arbetar med värmesystemet där inte tros ha samma kunskap. Och särskilt stor potential finns om det inte är gjort några direkta åtgärder tidigare och värmesystemet idag leder till övertemperaturer i lägenheterna. Större fastighetsbolag som redan har gjort stora energibesparingsåtgärder har därmed mindre potential att energibespara ytterligare. Deras behov kommer troligtvis främst vara ett mer automatiskt styrsystem för styrningen och övervakningen. Här kan det vara en utmaning i att hitta en lämplig prisbild för ett sådant styrsystem, när energibesparingspotentialen inte är lika intressant. Med lämplig prisbild menas en prismodell där fastighetsbolagen tycker att det är intressant att investera i ett styrsystem.

Av fastighetsägarnas erfarenheter så har Enreduce och Egain resulterat i den lägsta energibesparingen, vilket kan bero på flera orsaker. Det kan till exempel bero på hur beräkningen av energibesparingen har genomförts och vilken potential till energibesparing fastigheterna har. I fastigheter där det har varit problem med inomhustemperaturen kan temperaturen inomhus behövs höjas vilket då kan resultera i en ökad energianvändning i den fastigheten. Minimikurvan som delvis begränsar energibesparingen kan också vara en orsak till den lägre energibesparingen beroende på hur den är inställd. Halmstad fastigheter begränsar energibesparingen för att inte hyresgästerna ska tro att värmen inte fungerar. Begränsningen innebär att det alltid finns lite värme kvar på radiatorerna och leder därmed till färre klagomål. Det är viktigt för fastighetsbolaget att ligga på en nivå där inte hyresgästerna klagat allt för mycket. Att minska övertemperaturer i lägenheter leder även de ofta till klagomål från de boende troligtvis för att de har vant sig vid den högre temperaturen och upplever då cirka 21 grader som betydligt kallare. Extra kallt upplevs det antagligen för de stillasittande personerna som är hemma större delen av dagen, eftersom de behöver en högre inomhustemperatur för att känna sig bekväma.

Chalmers studentbostäder har i fastigheterna gjort både en termisk balansering och köpt Nordiq styrkit vilket har resulterat i en energibesparing på ca 10 procent vilket ligger under den potential som Nordiq själva presenterar. Potentialen att energibespara i de fastigheterna som Chalmers studentbostäder har installerat Nordiqs system är relativt liten eftersom byggnaderna är K-märkta vilket begränsar möjligheten att byta exempelvis gamla fönster. Trots att förutsättningarna i fastigheten inte är särskilt bra har systemet givit en energibesparing som är större än den energibesparing som Halmstads fastigheter har uppnått med Egain och Enreduce styrsystem. Förutom energibesparingen på ungefär 10 procent har Nordiqs system även förbättrat avkylningen avsevärt vilket medfört en ytterligare kostnadsbesparing. Istället för att betala 5000 kronor i månaden har Chalmers studentbostäder fått tillbaka 15 000 kronor vilket de menar väger upp den aningen mindre direkt energibesparingen.

Vid byte av enbart fastighetens styr och reglersystem har Stena fastigheter fått en energibesparing på mellan 10–30 procent vilket beror på vilket beror på förutsättningarna som fastigheten har vad det gäller att energibespara. Har en fastighet till en haft övertemperaturen i lägenheterna så är det relativt enkelt att minska energianvändningen genom att enbart styra ut den värmen i systemet som krävs för att hålla en inomhustemperatur på 21 grader.

LKF och Stena fastigheter har minskat sin energianvändning genom att göra större åtgärder i sina fastigheter. Åtgärderna är exempelvis fönsterbyten, byte av styr- och reglersystem, installation av inomhusgivare och väderstationer på vissa områden. De har båda även provat Egain för att utvärdera om de kan uppnå ytterligare några procents energibesparing, men de upplever inte att systemet har genererat det. Det är större fastighetsbolag med större möjligheter att med anställd personal styra och övervaka värmesystemen i fastigheterna.

Roth fastigheter har ännu inte haft möjlighet att utvärdera om deras nyinstallerade system har genererat en energibesparing eftersom systemet endast har varit igång en hel säsong, vintern 2016–2017.

### *5.3.3 Erfarenhet och användning av inomhusgivare*

Användningen av inomhusgivare ser ut att öka i takt med att utrustningen blir billigare och med att fastighetsbolagen förstår vilket värde det bidrar med. Inomhusgivarna ger möjlighet för fastighetsbolagen att åtgärda eventuella problem innan hyresgästen i många fall hinner reagera på

att något är fel i värmesystemet. Inomhusgivare hjälper även till att minska den värmen som skickas ut i värmesystemet, eftersom ger en bild av den verkliga temperaturen i lägenheterna.

Kontakten med hyresgästerna är det flera som upplever blir förändrad och samtalen har istället bli mer lösningsfokuserade, när de tillsammans försöker lösa eventuella problem. Alla fastighetsbolag påtalar dock att inomhusgivarnas temperatur inte kan användas som den verkliga inomhustemperaturen. Det underlättar vid eventuella problem, eftersom det går att titta på temperaturhistorik från lägenheten. Vid problem är det viktigt att gå in och kontrollmätta i lägenheten, eftersom temperaturen som inomhusgivaren visar inte behöver representera den verkliga temperaturen. I de lägenheter där inomhusgivare finns installerade, är det oftast en per lägenhet som är placerad i hallen. Den ger därmed en uppfattning av temperaturen men kan omöjligt återge den exakta temperaturen i varje rum.

VBAB ser ett värde för hyresgästen då de inte behöver oroa sig och felanmäla eventuella fel eftersom de som hyresvärd upptäcker fel och kan åtgärda de innan hyresgästen hinner märka något. Det kan även motiverar en något högre hyra med denna servicen. Frågan är om det hyresgästen värderar denna service och därmed tycker att det är befogat att betala mer i hyra. För alla de som inte har upplevt något problem med värmen, tycker kanske inte alls att det bidrar till ett extra värde att slippa felanmäla.

### *5.3.4 Energieffektivisering i tappvarmvattensystemet*

Snålspolande kranar och duschmunstycken används av några fastighetsägare och det har en relativt kort återbetalningstid. Däremot har vattenanvändningen successivt ökar igen och efter ett par år har den återgått till den tidigare användningen. Det kan bero på flera orsaker till exempel, att hyresgästen tycker att produkten är bra och tar med den då de flyttar eller att det inte tycker att den är bra och därmed byter ut den mot en icke snålspolande variant. Det skulle också kunna bero på att hyresgäster väljer att installera tvättmaskiner i lägenheterna.

IMD finns installerat i delar av fastighetsbeståndet hos några av de intervjuade fastighetsbolagen. Det råder delade meningar och hur stor påverkan den individuella mätningen och debiteringen har på varmvattenanvändningen. Kostnaden för varmvattnet är i dagsläget så pass lågs, att det finns en risk att en mätning och debitering istället skulle kunna leda till en ökad vattenanvändning. Denna risk har bidragit till att det individuella mätsystemet ibland finns installerat, men inte

används för att individuellt debitera hyresgästerna. Avläsning och debitering leder också till extra administrationssteg i verksamheten. LKF har IMD i delar av sitt fastighetsbestånd vilket har givit en energibesparing på mellan 20–25 procent. Hyresgästernas reaktion på kostnaden för varmvattnet kan vara svårt att förutse. Är hyresgästerna i en fastighet låginkomsttagare skulle det eventuellt kunna påverka till att de gör vad det kan för att minska kostnaden för varmvatten. Om hyresgästerna sedan tidigare är väldigt miljömedvetna kanske de inte påverkas till att öka sin varmvattenanvändning när de ser kostnaden för den.

### *5.3.5 Användning av termostater*

Användningen av termostater varierar mellan de olika fastighetsägarna. Några väljer att köra ett nytt system utan termostater en period för att kunna utvärdera och justera värmesystemet om värmen fördelas ojämnt. När värmesystemet fungerar bra och värmen är jämnt fördelad installeras termostaterna.

Vid intervjuerna med fastighetsbolagen har det kommit fram att tvås tycken anser att termostater delvis döljer problem i värmesystemet, som skulle kunna upptäckas av inomhusgivare. Det fastighetsbolagen, Stena fastigheter och Chalmers studentbostäder, väljer därför att montera bort termostater och strävar istället efter att styra ut rätt mängd värme i fastigheten för att uppnå rätt temperaturer. Termostaterna används främst för att undvika övertemperaturer i lägenheterna. För att minska energianvändningen är det troligtvis bättre att från början cirkulera rätt mängd värme i värmesystemet och på så sätt undvika övertemperaturer.

### *5.3.6 Framtiden*

Flera av fastighetsbolagen har satt upp egna mål för att minska energianvändningen de närmaste åren. I framtiden kommer användningen av smartare automatiska styrsystem troligtvis bli vanligare. Dessa system har ännu inte funnits på marknaden särskilt länge, men de kommer troligen att öka och i framtiden kommer energibesparingar troligtvis att bli ännu viktigare. Flera av fastighetsbolagen belyste även vikten av att bibehålla en hög kunskap om systemet inom företaget. Det är viktigt för att rätt krav ska kunna ställas på bland annat nya system och leverantörer.

### 5.3.7 Övriga erfarenheter

Återbetalnings av systemen varierar mellan de olika styrsystemen och påverkas även av förutsättningarna i byggnaden. Installation av styrsystemen har därför främst prioriterats i större fastigheter och i de fastigheter där energibesparingspotentialen är stor. Anledningen är att det oftast är en grundkostnad som är oberoende av antalet lägenheter och därför påverkar investeringskostnaden till att bli högre om det är en fastighet med färre antal lägenheter. Energianvändningen i äldre fastigheter är betydligt högre än i nyare och därmed bör fokuset ligga på att först göra energiåtgärder i de fastigheterna.

Trådlösa inomhusgivare kan i äldre byggnader behöva förstärkare för att de ska få en bra uppkoppling till styrsystemet. Det är bra om systemet larmar då kontakten med en givare upphör att fungera eftersom det annars kan gå en tid utan att problemet upptäcks, vilket skulle kunna leda till en högre energiförbrukning. Det är därmed viktigt för fastighetsbolaget att systemen larmar vid eventuella fel, för att de ska kunna åtgärdas så fort som möjligt.

## 6 Diskussion

Nedan delas diskussionen upp i två delar, en resultatdiskussion och en metoddiskussion.

### 6.1 Resultatdiskussion

Erfarenheterna av styrsystemen skiljer sig åt mellan de olika fastighetsägarna. Det kan bero på flera saker bland annat hur mycket som de själva reglerar och styr systemet och vilken kunskap har i organisationen. Fastigheternas förutsättningar och eventuella problem med en jämn värmefördelning i fastigheten påverkar också resultaten av styrningen. Av styrsystemen är det bara Nordiq som erbjuder termisk balansering av värmesystemet som en tjänst för att hjälpa kunden att åstadkomma jämna temperaturer utöver styrningen. Hur jämnt värmen fördelar sig i fastigheten påverkar energianvändningen, eftersom uppvärmningen styrs av den kallaste lägenheten. Genom att göra en bra injustering av värmesystemet i anslutning till att ett styrsystem installeras, om det inte har gjorts tidigare, hade energibesparingen troligtvis kunnat bli ännu större.

Inomhustemperaturen i fastigheterna innan styrningen påverkar till stor del vilken besparingspotential som finns i fastigheten. Om temperaturen sedan tidigare är exempelvis 23–25 grader finns det relativt mycket energi att spara genom att minska inomhustemperaturen till 21 grader. I det fall det sedan tidigare är för låga temperaturer kan en effektivare och smartare styrning istället leda till ökad energianvändning. Temperatur inne innan påverkar besparingen till stor del eftersom flera system sparar energi genom att minska överuppvärmningen.

För Nordiqs fjärrvärmecentral finns det oberoende studier som även de har kommit fram till att deras styrning minskar energianvändningen och förbättrar avkylningen i relation till en konventionell fjärrvärmecentral. Oberoende studier har inte hittats för de övriga styrsystemen.

Den generella uppfattningen är att styrsystemen idag används i relativt liten skala. Enligt intervjuerna kommer efterfrågan på styrsystem troligtvis öka och i framtiden användas i alla fastigheter, eftersom manuella justeringar av värmesystemet kräver mycket tid och uppföljning. Fastighetsbolagen står inför ett större generationsskifte under de kommande åren och i takt med att yngre och troligtvis med teknikintresserade personer tar över mer ledande positioner kan omställningen antagligen gå relativt fort.

Det är intressant att fundera över varför det överhuvud tagen finns en marknad för dessa styrsystem som presenteras i kapitlet "Kompletterande Styrsystem". Egentligen borde den styrningen inkluderas direkt i den webbuppkopplade DUC:en eller kunna köpas direkt via leverantören av DUC:en. I ett sådant fall hade fastighetsbolaget haft en totalleverantör av styrsystemet och eventuella konflikter mellan de olika leverantörernas ansvar hade kunnat undvikas. Det gäller framförallt de styrsystemen som är beroende av ett fungerande traditionellt styrsystem i fastigheten.

För att styrsystemföretagen ska nå ut bättre till sina kunder hade det varit bra med bättre och tydliga förklaringar och bilder där det förklaras hur deras system fungerar. Anledningen är framförallt för att den potentiella kunde ska få större möjlighet att kunna förstå skillnaden mellan olika system och därefter kunna ta ett beslut om systemet matchar deras behov. Min upplevelse är att det är svårt att förstå skillnaden mellan de olika styrsystemen även efter kontakt med företagen. Om kunden på ett snabbare sätt får större inblick och förståelse för systemet skulle det kunna leda till en snabbare beslutsprocess vad det gäller installation eller inte.

För att gå vidare med detta arbete hade det varit intressant att undersöka vidare:

- 1) vad det är som har gjort att smarta automatiserade styrsystem inte är mer utbredda än vad de är idag?
- 2) Vad för förändring skulle behövas för att det skulle vara mer intressant för fastighetsbolagen att investera i dessa styrsystem?
- 3) Hur många fastighetsbolag är det idag som använder styrsystem motsvarande det som presenteras i teknikkapitlet?

## 6.2 Metoddiskussion

Intervju med personer med liknande kompetens på styrsystemföretagen hade troligtvis förbättrat möjligheten att jämföra styrsystemen. Jag hade därmed kunnat lägga mer tid och energi på att nå lämpliga informanter. En svårighet som jag upplevde var att alla företagen har olika titlar på personer som gör liknande arbete och det var för mig svårt att avgöra vilken kunskap de olika informanterna hade.

Resultaten av intervjuerna skulle eventuellt se annorlunda ut om andra fastighetsägare hade valts ut. Alla intervjuade arbetar idag utifrån olika modeller för att energieffektivisera. Även storleken

på fastighetsägare påverkar förutsättningarna till att de själva kan engagera sig i styrningen av värmesystemet. Och genom att välja fler mindre fastighetsägare skulle resultaten eventuellt sett annorlunda ut eftersom de arbetar efter andra förutsättningar med en mindre organisation. Resultatet kan också påverkats av vilka frågor som ställdes vid intervjuerna. Nu i efterhand hade det varit intressant att låta informanterna från styrsystemföretagen utveckla Hur deras styrsystem skiljer sig från andra system på marknaden och varför det är för håll på marknaden som fylls med deras styrsystem.





## 7 Slutsats

Rapporten hade två olika syften, dels att presentera och jämföra kompletterande styrsystem, som finns tillgängliga på den svenska marknaden och dels att undersöka hur användning av dessa styrsystem ser ut idag samt att samla in erfarenheter från fastighetsbolag. För att ytterligare bredda undersökningen i CityFied projektet, genomfördes i denna rapport en teoretisk kartläggning/erfarenhetsinsamling av fler styrsystem. Från undersökningen kan jag dra följande slutsatser:

1. Att de metoder för att genom förbättrad styrning av värmesystemet minska byggnadens energianvändning bygger alla på att minska övertemperaturer i lägenheterna i kombination med att bibehålla ett bra inomhusklimat. Samtliga leverantörer anger en energibesparingspotential på cirka 10–15 procent för värmestyrning. Den verkliga besparingen som kan uppnås är beroende av; tidigare åtgärder, inomhustemperaturer och byggnadsstommes värmetröghet. Därmed kan slutsatsen dras att leverantörerna ab styrsystemen ger löften som egentligen är svåra att ge generellt.
2. Från intervjuer med fastighetsbolag har jag dragit slutsatsen att användningen av kompletterande styrsystem idag inte används i någon större utsträckning, men däremot tros användningen öka i framtiden. Det beror på att de kompletterande styrsystemen är mer automatiska och skulle därmed kunna innebära kostnadsbesparingar, genom att delvis ersätta det resurskrävande arbetet med traditionella styrsystem. Automatiska system kan frigöra resurser som annars måste göras manuellt.
3. Det har också framkommit vid intervjuerna, att fastighetsbolagen värdesätter egenkontroll av styrsystemet och att de själva har förståelse för systemet samt kan göra eventuella justeringar. Andra saker som värdesätts är att;
  - Ha en totalleverantör av styrutrustning och tjänster, då det kan vara svårt att avgöra vilken av leverantörerna som bär ansvaret att åtgärda ett problem.
  - Att det finns möjlighet att uppgradera systemen utan att behöva byta ut all utrustning.
  - Vara oberoende ett specifikt kommunikationsspråk till utrustningen i byggnaden.
  - Bibehålla en hög kunskapsnivå och förståelse för styrningen av värmesystemet inom fastighetsbolaget.
  - Inomhusgivare som förenklar felsökning i värmesystemet.



## 8 Litteraturförteckning

Andersson, S. D. & Werner, S., 2005. *Utvärdering av funktionsintegrerad fjärrvärmecentral*, Stockholm: FVB Sverige ab.

Boverket , 2017. *PBL Kunskapsbank - en handbok om plan- och bygglagen - Legionella i vatten*. [Online] Available at: <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/vatten-och-avlopp/legionella-i-vatten/> [Använd 12 08 2017].

Boverket och Energimyndigheten, 2016. *Underlag till den andra nationella strategin för energieffektiviserande renovering - Ett samarbete mellan Boverket och Energimyndigheten*, Karlskrona: Statens energimyndighet.

Boverket, 2011. *Boverkets byggregler avsnitt 6*. Karlskrona: Boverket.

Boverket, 2017. *Individuell mätning och debitering - Uppföljning 2017*, Karlskrona: Boverket.

Bärtås, L., 2011. *Håll koll på termostaterna*. [Online] Available at: <https://www.byggahus.se/varme/hall-koll-pa-termostaterna> [Använd 03 04 2017].

Cityfied, u.d. *Om Cityfied*. [Online] Available at: <http://se.cityfied.eu/Projektet/OM-CITYFIED.kl> [Använd 8 Augusti 2017].

Eco Innovation AB, u.d. *USA-patent för miljöinnovationen NordIQ*. [Online] Available at: <http://miljöinnovation.se/2012/04/02/usa-nordiq/> [Använd 09 maj 2017].

eGain 2, u.d. *Vad gör vi*. [Online] Available at: <http://www.egain.se/vad-vi-goer/> [Använd 25 04 2017].

eGain 3, u.d. *Styrning*. [Online]

Available at: <http://www.egain.se/vad-vi-goer/styrning/>

[Använd 25 04 2017].

eGain 4, u.d. *Kundzon*. [Online]

Available at: <http://www.egain.se/vad-vi-goer/kundzon/>

[Använd 25 04 2017].

eGain 5, u.d. *Mätning*. [Online]

Available at: <http://www.egain.se/vad-vi-goer/maetning/>

[Använd 25 04 2017].

eGain, u.d. *eGain är världsledande på klimatanpassad styrning av värmen i fastigheter*. [Online]

Available at: <http://www.egain.se/>

[Använd 25 04 2017].

Energimyndigheten 1, 2015. *Energistatistik för flerbostadshus 2014*, Eskilstuna: Energimyndigheten.

Energirådgivningen, 2016. *Uppvärmning*. [Online]

Available at: <http://energiradgivningen.se/lagenhet/uppvarmning>

[Använd 29 03 2017].

Hamid, A. A. & Ibrahimovic, I., 2013. *Energiförluster på grund av värdding i flerbostadshus - En del i energiuppföljningen av Flagghusen i Malmö*, Lund: Avdelningen för Byggnadsfysik.

Höst, M., Regnell, B. & Runesson, P., 2006. *Att genomföra examensarbete*. 1:6 red. Lund:

Studentlitteratur AB.

Kristiansson, M., Hageftoft, J. & Pagrotsky, S., 2013. *Incitament för energieffektivisering*, Stockholm: UFOS.

Marckert, P., 2012. *Avancerad reglering av värme till flerbostadshus*, Dalarna: Sweco Energuide AB.

Mestro, u.d. *Ett nytt energiledningssystem*. [Online]

Available at: <http://mestro.se/energiportal/>

[Använd 07 04 2017].

Noda Intelligent System, u.d. *Smart Heat Building - En tekniska översikt*. [Online]  
Available at: [https://www.noda.se/static/pdf/NODA\\_smartheatbuildning\\_sv.pdf](https://www.noda.se/static/pdf/NODA_smartheatbuildning_sv.pdf)  
[Använd 07 04 2017].

Noda Intelligent System, u.d. *Smart Heat Building - Sänk energiförbrukningen i fastigheter*. [Online]  
Available at: <https://www.noda.se/sv/smart-heat-building>  
[Använd 07 04 2017].

Nätterlund, K. D., Olofsson, I. D. & Östberg, T., 2011. *Miljöbedömning Xpert fjärrvärmecentral - Referensmiljöer för framtidens produkter*, Östersund: JEGRELIUS – INSTITUTET FÖR TILLÄMPAD GRÖN KEMI.

Olsson, D., 2003. *Tappvarmvatten i flerbostadshus*, Borås: Centrum för Effektiv Energianvändning .

Persson, J. & Vogel, D., 2011. *Utnyttjande av byggnaders värmetröghet - Utvärdering av kommersiella systemlösningar*, Lund: Lunds tekniska högskola.

Skygge, H., 2006. *Test av NordIQ fjärrvärmecentral*, Södertälje: Telge Nät AB.

Wollerstrand, J., 2002. *Tappvarmvattensystem – egenskaper, dimensionering och komfort*, Stockholm: Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB.

## 8.1 Intervjulistå

Gummerus, P., 2017. *Co Owner, NordIQ Production AB* [Intervju] (20 april 2017).

Göransson, O., 2017. *Operating Officer - eGain Sweden AB* [Intervju] (11 April 2017).

Jansson, B., 2017. *Fastighetschef på Chalmers Studentbostäder AB* [Intervju] (15 Juni 2017).

Jönsson, C., 2017. *Head of Strategic Sales at NODA Intelligent Systems* [Intervju] (12 april 2017).

Larsson, J., 2017. *Energi- och miljöchef på Stena Fastigheter AB Malmö* [Intervju] (12 Maj 2017).

Lindström, L., 2017. *Owner, Enreduce Energy Control AB* [Intervju] (15 Juni 2017).

Lundström, B., 2017. *Tekniskchef på LKF AB* [Intervju] (10 Maj 2017).

Prytz, M., 2017. *Driftingenjör på Halmstads Fastighets AB* [Intervju] (18 Maj 2017).

Ragazzo, J., 2017. *Projektledare på Krafringen AB* [Intervju] (4 Maj 2017).

Rosenquist, J., 2017. *VD på VBAB* [Intervju] (14 Juni 2017).

Roth, R., 2017. *VD på Roth Fastigheter AB* [Intervju] (8 Maj 2017).

Wegdell, P., 2017. *CEO at Ecopilot AB* [Intervju] (24 April 2017).