

The background is a photograph of a building with a red facade, partially obscured by white blossoms on a tree branch in the foreground. The image is slightly blurred, giving it a soft, artistic feel.

Behovsanpassad värmereglering

En förstudie om nyttan, erfarenheter, m.m.

Alla BeBo-rapporter finns att hitta på www.bebostad.se

Projektnummer: 2022:052

Daniel Olsson, CIT Renergy

Granskat av: Göran Werner, WSP

2023-02-14

Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning.....	2
1. Bakgrund	4
2. Syfte och mål.....	6
3. Genomförande	6
3.1 Övergripande.....	6
3.2 Kartläggning och urval av underlag	7
3.3 Metod och verktyg	9
4. Intervjuer och utblick	14
4.1 Intervjuer och annan dialog med fastighetsbolag.....	14
4.2 Intervjuer med leverantörer av energi- och mättjänster	22
5. Uppmätta resultat.....	26
5.1 Poseidon	27
5.2 Familjebostäder.....	28
5.3 Kommentarer	29
6. Kostnader.....	32
7. Slutsatser	33

Förord

BeBo (Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus) är ett nätverk av fastighetsägare. BeBo har funnits sedan 1989, och har Energimyndigheten som huvudfinansiär.

BeBos aktiviteter ska bl.a. genom en aggregerad beställarkompetens och köpkraft bidra till att energieffektiva system och produkter tidigare kommer ut på marknaden. Utvecklingsprojekten ska visa på goda exempel med effektiv energianvändning samtidigt som funktion och komfort inte försämras utan snarare förbättras.

Inom Bebo finns flera fastighetsägare med erfarenheter av olika typer av behovsanpassad värmereglering. Dock lyser oberoende publiceringar i ämnet med sin frånvaro.

Denna mät- och intervjubaserade förstudie syftar till att ge fastighetsägare medvetenhet och beslutsunderlag kring behovsanpassad värmereglering.

Sammanfattning

För att minska värmebehoven i flerbostadshus behövs ofta genomgripande åtgärder såsom förbättrad isolering, bättre fönster, värmeåtervinning på ventilation, osv. Eftersom sådana arrangemang är dyra och kräver omfattande arbete görs de med fördel först i samband med större renoveringar, vilka i praktiken endast sker med långa intervall.

Tidigare nationella studier visar att det svenska flerbostadshusbeståndet generellt är övertempererat. Bristfällig injustering och värmereglering är två bakomliggande faktorer. Som ett komplement till de omfattande åtgärderna, finns idag tekniska förutsättningar för att utan särskilt stora insatser minska såväl övertemperaturer som uppvärmningsbehov genom förbättrad värmereglering. I sammanhanget används tre olika huvudstrategier som på olika vis påverkar framledningstemperaturen vid central värmereglering:

- 1) Framkoppling: traditionell lösning som reglerar på enbart utomhustemperatur
- 2) Återkoppling: reglerar även på mätdata från byggnaden, oftast rumstemperatur
- 3) Modellbaserad: reglerar normalt sett på rumstemperatur men också på olika mätdata som processas i en beräkningsmodell. I vissa utföranden kan denna strategi fås självlärande. Den lär sig då succesivt vilket uppvärmningsbehov som krävs vid olika situationer.

De två sistnämnda strategierna kan sägas vara behovsanpassade. Notera att såväl 2) som 3) får kontinuerlig information om vilken temperatur det faktiskt är inomhus.

Behovsanpassad värmereglering har länge funnits på marknaden och använts av många, men trots det saknas publicerade och oberoende studier i ämnet. Denna mät- och intervjubaserade förstudie syftar därför till att ge fastighetsägare en större medvetenhet och ett beslutsunderlag kring behovsanpassad värmereglering.

I förstudien ingår analyser av ett stort antal undercentraler och hus tillhörande Poseidon och Familjebostäder i Göteborgs. Dessa visade på en genomsnittlig värmeenergibesparing motsvarande 6 respektive 10 kWh/m² beroende på bestånd. De individuella skillnaderna var stora, och det fanns även flera fall där värmeanvändningen *ökade*. Gällande det sistnämnda utfallet framkom att ökningarna allt som oftast berodde på att rumstemperaturen höjts som en konsekvens av att regleringen fått upp medeltemperaturen till önskad nivå, men där fanns också fall där orsakerna inte kunnat identifieras. I rapporten förs resonemang om olika tänkbara skäl till de oidentifierade energiökningarna.

Ett grundläggande påpekande i sammanhanget är att medelrumstemperaturerna i såväl Poseidons som Familjebostäders bestånd generellt var låga och bara strax över

börvärdet även innan deras behovsanpassade värmeregleringar aktiverades. Om analysen istället genomförts på mer övertempererade bestånd hade besparingarna blivit större. I vissa fall betydligt större.

Analysen visade även att behovsanpassad värmereglering i princip alltid resulterade i lite jämnare medeltemperatur inomhus. Det framkom också att det dimensionerande effektbehovet bedöms minska med ca 5 - 10 % beroende på bestånd. Dock var det sambandet ganska svagt, för det fanns undercentraler där det ser ut som att det dimensionerande effektbehovet ökade, trots att energibehovet på årsbasis minskade.

Intervjuer med såväl fastighetsägare som energitjänsteleverantörer visade på positiva erfarenheter av behovsanpassad värmereglering. Dels avseende värmebesparing, dels också andra mervärden. Dock är det svårt att dra några slutsatser om lönsamhet eftersom bl.a. prismodeller, förutsättningar och besparingsstorlek varierar för mycket för att det skall gå att säga något generellt om den saken.

Vad som däremot med säkerhet går att fastslå är att möjligheterna till ytterligare mervärden och funktioner ökar med förbättrad teknik och ökad uppkoppling av olika givare. En avgörande förutsättning för en sådan vidareutveckling och implementering uppges vara öppna tekniklösningar utan inlåsningseffekter.

1. Bakgrund

Varje kilowattimma räknas! Sedan Rysslands fullskaliga invasion av Ukraina i februari 2022 flödar nyheter och medier över av tips och uppmaningar om snabba åtgärder för att spara energi. Ett av dem är att sänka temperaturen inomhus. Ofta nämns en sänkning på 1 °C som riktlinje, men kan vi generellt göra detta utan att det blir för svalt?

Boverkets byggregler¹ anger 18 °C som lägstanivå för riktad operativ temperatur vid dimensionerande utomhustemperatur, vilket för de flesta nog är ett ganska abstrakt rättesnöre i en driftsituation. Lyckligtvis kompletterar Folkhälsomyndigheten² kraven från BBR genom att fastslå en lufttemperatur på 20 °C som lägsta rekommenderade nivå. Vid lägre lufttemperatur än så bör operativ temperatur utredas genom mätningar. Dessa krav och riktlinjer baseras på s.k. komfortindex som togs fram på 70-talet av professor Fanger³ efter att han vid försök på ett stort antal personer kom fram till att de flesta tycker att det är för kallt vid lägre temperaturer än så vid normal boendeaktivitet och klädsel.

I sammanhanget kan nämnas att tre stora studier; Boverkets "BETSI"⁴ (2010), Lågans "Thuva"⁵ (2012) och Statens institut för byggforskning "ELIB"⁶ (1992), samt en studie från Chalmers och IVL⁷ (2021) visat att medeltemperaturen i svenska flerbostadshus är ca 22,0 - 22,5 °C under eldningssäsong. Flera av dessa studier har förvisso flera år på nacken, men att det generellt sett fortfarande finns en temperaturmarginal nedåt torde stå utom tvivel.

En vedertagen tumregel i sammanhanget gör gällande att en temperatursänkning inomhus med 1 °C minskar uppvärmningsbehovet med 5 %. Med tanke på temperaturnivåerna i de nämnda studierna kan man tycka att det finns en uppenbar och ganska stor besparingspotential inom räckhåll, som dessutom tycks enkel att genomföra. Och visst - om alla lägenheter i ett bostadshus var perfekt injusterade och dessutom hade perfekt lokal värmereglering i varje rum, ja då vore det tämligen

¹ Boverket. BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4. [Länk](#)

² Folkhälsomyndigheten. FoHMFS 2014:17, Folkhälsomyndighetens allmänna råd om temperatur inomhus. [Länk](#)

³ EMTF. R1 - Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav. [Länk](#)

⁴ Boverket. Teknisk status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI. [Länk](#)

⁵ Lågan. Brukarrelaterad energianvändning. Resultat från mätningar i 1300 lägenheter. [Länk](#)

⁶ ELIB-rapport nr 4, Forskningsrapport TN: 39, Gävle, Statens Institut för Byggnadsforskning; 1992.

⁷ Desponia et al. Drivers of winter indoor temperatures in Swedish dwellings: Investigating the tails of the distribution, Chalmers och IVL 2021 [Länk](#)

problemfritt att spara energi genom att förskjuta värmesystemets s.k. framledningskurva nedåt tills rumstemperaturen når miniminivån. I praktiken är det dock mer komplext än så. Problematiken består dels i att värmesystem generellt inte är särskilt väl injusterade vilket gör att det ofta finns ett ofrivilligt och stort temperaturspann mellan lägenheterna. Men det beror också på att lägenheternas lokala värmereglering (termostatsventilerna) inte har förmågan att perfekt kompensera för variabla värmelaster inne, vilket bl.a. resulterar i pendlande inomhustemperaturer. Dessa två tillkortakommanden samverkar och försvårar driften eftersom medeltemperaturen i praktiken då måste hållas på en högre nivå än önskat för att de svalaste lägenheter inte skall få det för kallt.

Väl genomförd injustering av värmesystem kan komma till rätta med temperaturnivåskillnader mellan olika lägenheter, och nya termostater kan reducera temperaturpendlingarnas amplitud på lägenhetsnivå. Dock känner nog de flesta drifttekniker igen sig i att termostater ofta inte fungerar som önskat. Med tiden tappar de sin reglerande funktion och fastnar dessutom inte sällan i stängt läge, vilket orsaker klagomål och insatser. I flera fall har bostadsbolag därför valt bort självreglerande termostatsventiler till förmån för s.k. handrattar. Huruvida bytet till handrattar är en trend eller inte är svårt att säga, men när så sker är behovet av en välfungerande central värmereglering än viktigare.

I huvudsak finns två huvudtyper av behovsanpassad central värmereglering:

1. "Återkopplad" – en värmereglering där rummens uppmätta temperatur används för att kontinuerligt justera framledningstemperaturen mot ett önskat börvärde med hjälp av regulatorer (PI eller PID). I grunden är framledningstemperaturen normalt sett kopplad till utomhustemperaturen som t.ex. kan utgöras av aktuella mätvärden, släpande medelvärden eller väderprognoser.

Detta är en vanlig typ av behovsanpassad värmereglering som på senare år blivit standard hos många bostadsbolag.

2. "Modellbaserad reglering" – en programvara matar kontinuerligt en beräkningsmodell av byggnaden med kontinuerliga indata såsom inomhustemperatur och väder. Modellen kan utgöras av en mer eller mindre skräddarsydd algoritm eller byggnadsfysikalisk modell som beaktar t.ex. husets utformning, andel fönster, värmekapacitet och annat. I vissa fall kan även energiprissättning vara en parameter. Oavsett lösning är poängen den att en lämplig framledningstemperatur successivt beräknas och skickas till husets undercentral.

Även denna teknik är ganska vanlig och finns i olika former.

Sjävlärande reglering är en möjlig tillämpning av modellbaserad reglering, där algoritmer (exempelvis s.k. artificiella neuronnät) känner igen mönster genom

att analysera olika data och på så vis lär sig vad utfallet blir för varierande driftsituationer, veckodagar och tider på dygnet. Det kan handla om analys av relationen mellan väder, framledningstemperatur och inomhustemperatur. Med "träning" blir de allt bättre på att förutsäga erforderlig framledningstemperatur. Sjävlärande reglering är relativt nytt i sammanhanget men bedöms bli allt vanligare framöver.

Uppdelningen till trots kan bägge reglerstrategierna sägas vara återkopplande så till vida att de agerar på den information de kontinuerligt får om rumstemperaturen.

2. Syfte och mål

Förstudien syftar till att undersöka, sammanfatta, sprida och utveckla ny kunskap om möjligheterna att minska värmebehov i flerbostadshus med rumsåterkopplad och annan behovsanpassad värmereglering. Genom att sammanställa erfarenheter och kunskapsläget i fastighetsbranschen syftar förstudien också till att ge svar på andra närliggande aspekter än energianvändning.

Förhoppningsvis kan resultaten utgöra underlag inför investerings- och inriktningsbeslut framöver. För energitjänsteföretagen kan resultaten komma till nytta genom att de kan hänvisa till en oberoende studie.

3. Genomförande

Projektet har genomförts i samverkan med främst bostadsbolaget Poseidon, men också bostadsbolaget Familjebostäder i Göteborg. Dessa har tillgängliggjort väldiga mängder mätdata för analys av olika slag och har själva stor erfarenhet av behovsanpassad värmereglering som de delgett. Vidare har ett antal fastighetsägare, energitjänsteleverantörer och ett mät företag intervjuats i syfte att fånga upp deras erfarenheter. Slutligen har även Chalmers avdelning för Installationsteknik involverats för rådgivning vid analys.

3.1 Övergripande

Förstudien kan delas upp i sex delar som här beskrivs mycket övergripande.

Del 1 – Kartläggning och urval

Genomgång av de bestånd som tilldelades av Poseidon och Familjebostäder, för identifiering av lämpliga hus.

Del 2 – Utveckling av metod och verktyg

Framtagning av Excel-baserade verktyg för hantering och analys av mätdata från de utvalda husen.

Del 3 – Inhämtning av mätdata

Inhämtning av mätdata till verktygen i Del 2 genom inloggning till olika molntjänster. Dessa mätdata är köpt energi, returtemperatur, rumstemperatur och driftövervakning.

Del 4 – Resultat och analys

Resultatsammanställning och analys baserat på datahanteringen i verktygen från Del 2. Fokus på energi, effekt, inomhustemperatur och returtemperatur.

Del 5 – Intervjuer och utblick

Intervjuer och dialog med: driftansvariga för sju bostadsbolag, representanter för fyra energitjänsteleverantörer och ett mätjänstföretag. Detta för att fånga upp deras erfarenheter. Kontakterna med energitjänsteleverantörerna syftade också till att kortfattat kunna beskriva några olika typer av behovsanpassad värmereglering. Störst fokus lades dock på bostadsbolagens erfarenheter och då framförallt Poseidons och Familjebostäders eftersom de har en särställning i denna förstudie.

Del 6 – Rapportering och spridning av resultat

Delmomenten sammanfattades i föreliggande rapport. Resultaten sprids till facktidskrift och medverkande vid Bebo-seminarier vid förfrågan.

3.2 Kartläggning och urval av underlag

Poseidon och Familjebostäder har tillhandahållit en mängd underlag för representativa delar av deras bestånd. Det handlar om grunduppgifter för de aktuella byggnaderna såsom byggår, storlek, antal lägenheter, termisk tyngd, typ av ventilationssystem. Även adressuppgifter och vilka undercentraler som försörjer vilka byggnader. Önskemålet var att husen skulle vara ”rena” från andra värmepåverkande åtgärder en period innan och efter det att värmeregleringen aktiverats. Helst minst två år innan och två år efter.

För analys av uppvärmningsrelaterade uppgifter erhöles inloggningsuppgifter till respektive bolags datautrymme hos Göteborg Energi.

För uppgifter om rums- och utomhustemperaturer erhöles motsvarande uppgifter till Curves som är mätföretaget EcoGuards molntjänst för datainsamling. Detta eftersom såväl Poseidon som Familjebostäder har temperaturgivare från dem.

3.2.1 Underlag från Poseidon

Sammanlagt tillgängliggjordes 56 fjärrvärmeundercentraler med 177 hus och totalt ca 5 800 lägenheter.

Efter viss granskning reducerades det tilldelade underlaget med ungefär hälften, eller närmare bestämt till 28 undercentraler med 92 hus och sammanlagt ca 1 370 lägenheter. Strykningarna berodde på olika orsaker som inträffat under utvärderingsperioden, som i de flesta fall var 2016 - 2020. Det handlade t.ex. om varmvattenläckage, ombyggnation, åtgärder på klimatskal, byte av tappvattenblandare, fel vid byte av digital undercentral (DUC), tilläggsisolering av vind, injustering av värmesystem samt kända manuella höjningar pga. kontinuerliga undertemperaturer inomhus.

I de flesta fall kom rumsgivarna på plats år 2016, och rumsstyrningen aktiverades 2018 eller 2019. Oturligt nog har dock stora delar av drifthistoriken från Poseidons logg- och driftövervakningsverktyg förlorats i samband med ett plattformsbyte, vilket bl.a. gör att tidpunkter för aktivering av rumsstyrning inte kunnat fastställas med precision. Av samma anledning saknas äldre noteringar om andra eventuella åtgärder på värmesystemen, såsom justerade börvärden för inomhustemperatur eller manuellt ändrade framledningskurvor, m.m.

Då det kvarvarande beståndet analyserades framgick att 13 av de 28 undercentralerna fått *ökad* värmeenergianvändning under kontrollperioden då rumsstyrningen varit aktiv jämfört med kontrollperioden innan. Resultat och analys beskrivs mer i Kapitel 5, men här kan ändå påpekas att genomgående för dessa 13 undercentraler var att rumstemperaturen höjts. Åtminstone i de hus där inomhustemperaturen gick att analysera innan rumsstyrningen aktiverades. Eftersom det saknas loggade uppgifter om driften går det dock inte att veta om höjningen beror på att rumsregleringen lyckats höja nivån till börvärdet, eller om det är manuella korrigeringar som ligger bakom. Kanske är det en kombination.

Till saken hör att eftersom beståndet förvaltas aktivt av en erfaren och aktiv driftorganisation är det relativt få hus som var tydligt övertempererade innan rumsregleringen aktiverades, vilket givetvis redan där beskär möjligheterna till energivinster med rumsstyrning.

I projektets inledande skede fanns tankar om att kunna särskilja lätta hus från tunga samt att eventuellt kunna identifiera skillnader mellan olika ventilationstyper. Underlaget var dock ganska homogent, med endast något enstaka lätt hus och dessutom hade alla hus utom fyra endast mekanisk frånluft. Dessa aspekter kunde därför inte värderas. Tyvärr.

3.2.2 Underlag från Familjebostäder

Sammanlagt tillgängliggjordes 10 fjärrvärmeundercentraler med totalt 14 hus och drygt 880 lägenheter. I de flesta fall kom rumsgivarna på plats under hösten 2014 eller våren 2015, och rumsstyrningen aktiverades ett knappt år senare. Även här saknas oturligt nog stora delar av den drifhistorik som är äldre än fem år.

Det visade sig att medeltemperaturen sänkts svagt i husen för samtliga undercentraler, även hos de sex undercentraler där värmeenergianvändning *ökat*. Att den ökat trots sänkt medeltemperatur är anmärkningsvärt och har tyvärr inte kunnat förklaras i detta arbete med mer än att delar av det eventuellt kan ha sin grund i osäkerheter i underlaget. Exempel på osäkerheter är: förändrat antal boende och medföljande vädringsvanor under perioden (oftast 2013 - 2018), eventuella åtgärder på ventilationssystem, läckor på värmesystem samt fastnade ställdon.

För husen till tre av undercentralerna noteras att rumstemperaturen sänkts manuellt en tid innan rumsstyrningen aktiverats i husen. Detta kan bero på att driftorganisationen då hunnit börjat analysera resultaten från de nyinstallerade rumsgivarna och sett att vissa hus varit lite övertempererade.

3.3 Metod och verktyg

Ett viktigt moment i förstudien har varit att ta fram verktyg för hantering av erforderliga mätdata. Lyckligtvis hämtas mätdata från Poseidon och Familjebostäder från samma källor, vilket underlättar hanteringen som till stora delar utgörs av att klistra in värden från källorna in i olika Excel-mallar.

Tabell 3.1 Översikt av den mätdata som hanteras och till vad den används

Vad	Upplösning	Källa	För analys av påverkan på...
Värmeenergi	Månad	Göteborg Energi	energistatistik, normalårskorrigerad med energiindex energistatistik, normalårskorrigerad med e-signatur effektbehov vid DVUT
Returtemperatur	Månad	Göteborg Energi	Returtemperatur
Inomhustemperatur	Timma	EcoGuard*	medeltemperaturnivå jämnhet (pendling)

* Molntjänsten Curves

3.3.1 Värmeenergi

Värmestatistiken från Göteborg Energi ges dels som rådata, dels normalårskorrigerat med SMHI:s energiindex. För att tydliggöra inverkan på själva uppvärmningsbehovet plockades energin för varmvatten och varmvattencirkulation (vvc) bort. Detta hanterades genom att årsvisa genomsnitt för rådata sommartid drogs av för respektive månad.

För att kompensera för att såväl varmvattenanvändning som inkommande kallvattentemperatur pendlar över året multiplicerades varmvattendelen med justeringsfaktorer baserade på tidigare statistik^{8,9} för flerbostadshus. När energin för varmvatten och vvc avlägsnats sammanställdes en matris där det hela särredovisas som ”innan/efter” aktivering av rumsstyrning. Notera att alla energiuppgifter i matrisen är normalårskorrigerade med energiindex.

Klimatkorrigerade värden utan vv och vvc

kWh/m2	2016	2017	2018	2019	2020	2021	innan reglering	efter reglering
jan	14,7	15,3	15,6	15,1	12,5	14,8	15,4	14,1
feb	12,0	13,4	13,9	12,8	15,3	12,8	13,4	12,8
mar	11,0	12,2	12,8	12,4	21,6	11,3	12,2	11,8
apr	5,8	7,2	6,4	6,9	4,5	6,6	7,2	6,1
maj	1,2	2,2	3,4	2,3	1,4	2,8	2,2	2,5
jun	0,4	0,2	0,8	1,3	0,5	1,1		
jul	-0,1	0,2	0,7	0,2	0,8	0,6		
aug	-0,5	-0,3	-0,1	0,4	-1,2	-0,3		
sep	0,6	1,0	1,5	1,4	-0,8	1,8	1,0	1,0
okt	7,3	8,0	6,5	7,0	3,9	6,9	8,0	6,1
nov	10,9	11,0	10,3	10,9	7,0	10,8	11,0	9,8
dec	13,4	13,7	13,5	13,9	10,8	14,3	13,7	13,1
eldningssäsong	75,8	81,7	80,5	80,3	74,7	79,5	84,0	77,3

diff eldsäsong	-6,7	kWh/m2	("-" = besparing)
diff eldsäsong	-8,0	%	("-" = besparing)

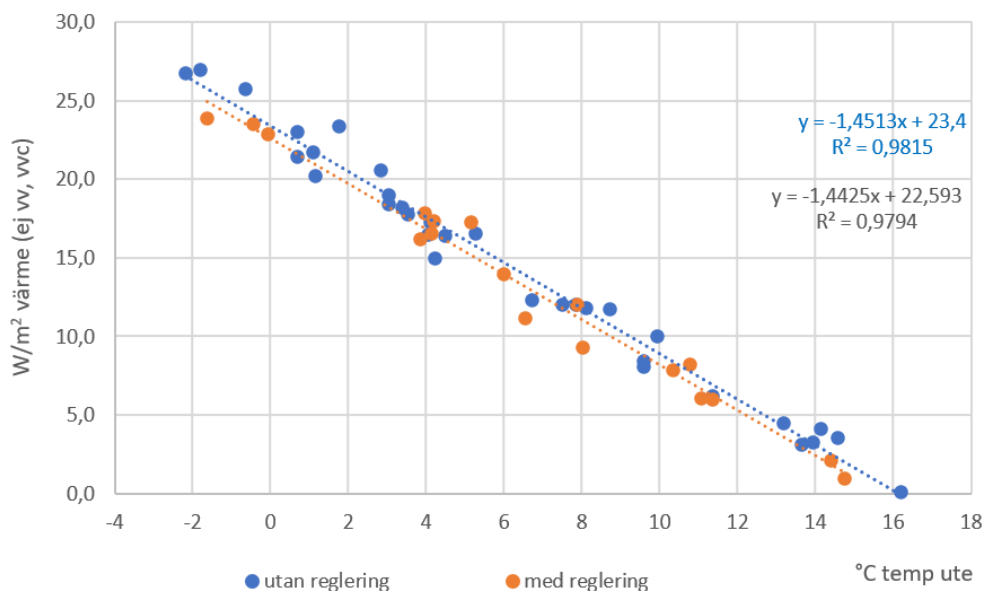
Figur 3.1 Exempel på matris för ”innan/efter-analys” av värmeenergi för en undercentral. I detta fall aktiverades rumsstyrningen i februari 2018. Alla värden är normalårskorrigerade med energiindex. Varmvatten och vvc har avlägsnats.

För att säkerställa resultaten avseende normalårskorrigerat gjordes motsvarande analys med e-signatur. I Figur 3.2 har månadsmedeleffekter för rådata (dvs. ej normalårskorrigerat) plottats i förhållande till månadsmedeltemperatur. Månadsmedeleffekterna har beräknats genom att uppmätt energimängd har dividerats

⁸ Energimyndigheten. Mätning av kall- och varmvattenanvändning i 44 hushåll. ER 2009:26. [Länk](#)

⁹ Chalmers, Stefan Aronsson. Fjärrvärmekunders värme- och effektbehov. 1996. ISBN 9171973834. [Länk](#)

med antal timmar för den aktuella månaden. Även här har varmvatten och vvc tagits bort. Regressionslinjer och deras ekvationer skapas per automatik i ett Excel-verktyg.



Figur 3.2 Exempel på uppmätta månadsmedelvärden för värmeeffekter och utomhustemperaturer. Regressionslinjer och deras ekvationer.

Som framgick av Figur 3.1 tidigare var mätperioden innan rumsregleringen längre än den efter, vilket är orsaken till att det är fler blåa än orangea punkter i Figur 3.2. I samma figur syns s.k. R^2 -värden som är ett mått på hur mätpunkterna förhåller sig till regressionslinjen. Ju närmare värdet 1,0 desto bättre. I dessa sammanhang resulterar många punkter ofta i höga R^2 -värden.

Ekvationerna har bara en variabel: utomhustemperaturen. Genom att sätta in månadsmedelvärden för den aktuella orten under ett meteorologiskt normalår och multiplicera med antal timmar för månaden, erhålls ett normalårskorrigerat år. Normalårskorrigeringen med e-signatur är nu klar.

I denna studie har det "sanna" normalårskorrigerade slutvärdet beräknats som medelvärde för energiindex och e-signatur.

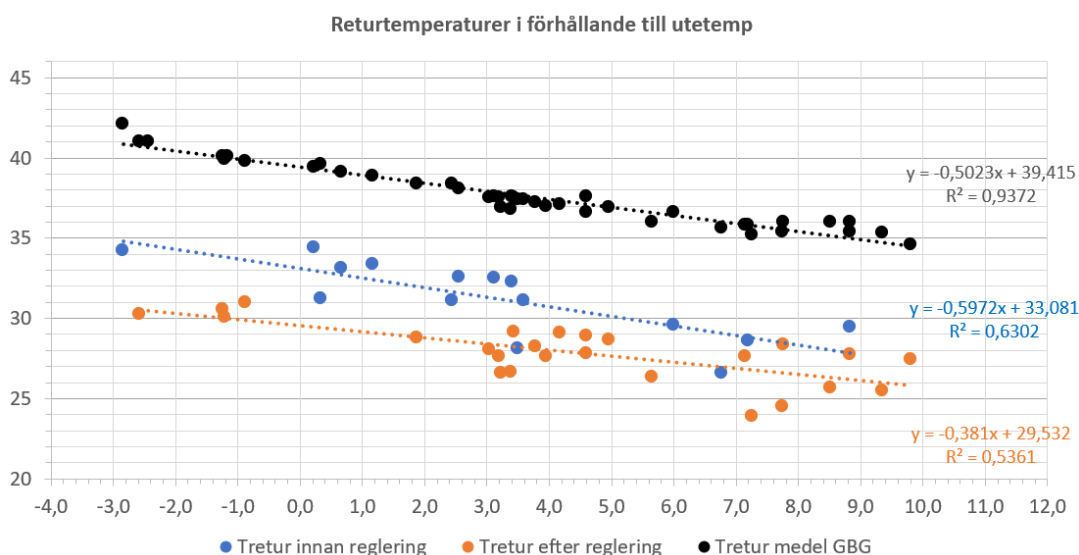
Ekvationen används också för att bedöma effektbehovet vid dimensionerande utomhustemperatur (DVUT).

3.3.2 Returtemperatur

Göteborg Energi premierar låga returtemperaturer genom en taxa som baseras på temperaturskillnaden mellan den aktuella undercentralens returtemperatur och hela fjärrvärmenätets returtemperatur. Lägre returtemperatur än genomsnittet genererar en besparing för fastighetsägaren, högre än genomsnittet blir en kostnad.

Den valda metoden för analys av returtemperatur påminner om processen med e-signatur så till vida att det är värden som plottas mot en månadsmedeltemperatur. Här skapas dock tre regressionslinjer:

- 1) hela fjärrvärmenätet
- 2) den aktuella undercentralen innan aktivering av rumsstyrningen
- 3) den aktuella undercentralen efter aktivering av rumsstyrningen



Figur 3.3 Exempel på uppmätta månadsmedelvärden för returtemperaturer och utomhustemperaturer för en undercentral. Regressionslinjer och deras ekvationer.

Här kan noteras att R^2 -värdena för de blåa och orangea regressionslinjerna är otillfredsställande låga, vilket visade sig vara typiskt för denna analys. Mer om det i Kapitel 5.3.5.

Liksom tidigare är utomhustemperaturen ekvationernas enda variabel. Månadsmedelvärden för normalår multipliceras in i ekvationerna varpå normalårskorrigerade värden erhålls. Allt sammanställs i matriser som Figur 3.4.

°C	Tretur innan reglering	Tretur efter reglering	Tretur medel GBG	Tute normalår (Göteborg)
jan	33,0	29,5	39,3	0,2
feb	33,3	29,7	39,6	-0,4
mar	31,4	28,4	38,0	2,8
apr	28,6	26,7	35,6	7,6
maj				
jun				
jul				
aug				
sep				
okt	28,4	26,6	35,5	7,8
nov	29,8	27,4	36,7	5,5
dec	32,3	29,0	38,7	1,4
medel	31,0	28,2	37,6	
skillnad mot GBGmedel	-6,7	-9,5		

Skillnad innan och efter aktivering av rumsstyrning -2,8 " - " = svalare returtemperatur efter rumsstyrning

Figur 3.4 Exempel på normalårskorrigerade värden för returtemperaturer, baserat på returtemperaturernas regressionslinjer och deras ekvationer.

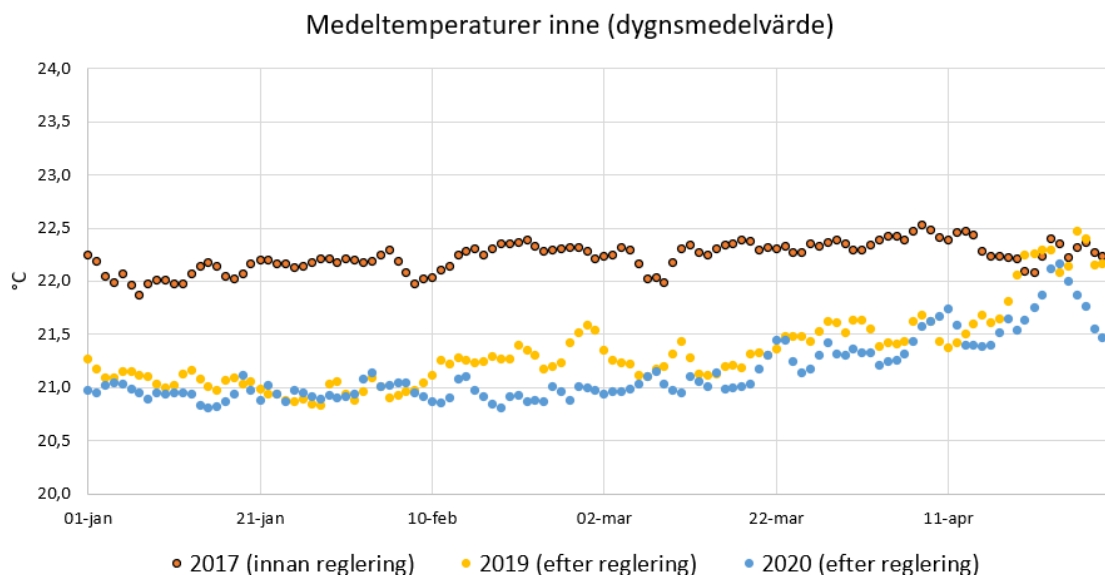
3.3.3 Inomhustemperatur

Inverkan på inomhustemperatur analyserades med avseende på nivå och jämnhet (pendling). För att göra detta skapades ett Excel-verktyg där timvärden från molntjänsten Curves läggs in för analys i tabellform och grafiskt i kurvor.

I tabellformatet sammanställdes månadsmedeltemperaturerna. Först för respektive år och därefter som en månadsvis sammanslagning med särredovisning för alla år, "innan" respektive "efter" att rumsstyrningen aktiverades.

Tabellen användes även för analys av temperaturpendling. Detta sker genom analys av standardavvikelse på dygnsnivå och veckonivå vid eldningssäsong.

Grafisk redovisning användes som komplement bl.a. för att se om olika händelser kunde identifieras, såsom aktivering av rumsstyrningen.



Figur 3.4 Exempel på inomhustemperaturer

4. Intervjuer och utblick

Förstudien har lett till dialoger och intervjuer med ett antal olika personer. Ibland har det handlat om detaljfrågor, ibland om generella erfarenheter. I syfte att vidga studien och delvis ge en bakgrund till resultaten i Kapitel 5 sammanställs här bolagsvis sådant som kan vara av allmänintresse.

4.1 Intervjuer och annan dialog med fastighetsbolag

Sammanlagt kontaktades driftansvariga (eller motsvarande) på sju bostadsbolag. Poseidon och Familjebostäder har en särskild roll i förstudien, vilket avspeglas i textmassorna nedan.

4.1.1 Poseidon

Övergripande

Poseidon var tidiga med rumsgivare i sina hus. De första installerades redan i november 2013 och sedan 2020 har nära nog alla lägenheter detta. Inledningsvis placerades de i vardagsrum eftersom det ansågs vara en mer relevant placering då man inte vistas stadigvarande i hall, men ganska snart gick man över till att sätta dem i hall, vilket idag är den gängse placeringen hos de flesta bolag.

Initialt användes givarna ”bara” som information till driftansvariga och som verktyg vid felanmälan, men i början av 2018 började man använda dem också till att reglera värmesystemen i sina hus. Sedan 2021 regleras i stort alla Poseidons hus på det viset. Sammanlagt utgörs Poseidons bestånd av ca 1 900 000 m².

Poseidons fastigheter finns över hela Göteborg. En stor andel av dem är termiskt tunga, varav många är från miljonprogrammet. Dock finns även lättare hus såsom landshövdingehus med bottenvåning i sten/betong och två övervåningar av trä.

I och med att man generellt lät installera sina rumsgivare flera år innan rumsstyrningen aktiverades har det generellt funnits gott om tid att först manuellt justera värmekurvor. I praktiken har detta inneburit att övertempererade hus fått sänkt medeltemperatur och sänkt uppvärmningsbehov redan innan rumsstyrningen aktiverades. Detta medförde att när rumsstyrningen väl aktiverades hade möjligheterna till ytterligare värmebesparingar i många fall redan beskurits något, vilket är en viktig aspekt att ha med sig inför läsning av resultaten i Kapitel 5.

Efter att Poseidon fram till 2012 låtit justera en stor mängd värmesystemen upphörde man med det eftersom man inte kunde se att det gav tillräckligt önskad effekt i form av mindre temperaturspridning mellan lägenheterna. Istället åtgärdar man nu enskilt avvikande lägenheter. Man konstaterar dock att rumsgivare torde vara ett bra verktyg vid injustering. Dels för att se i vilka hus injustering alls behövs, dels för att kontrollera utfallet av en genomförd injustering.

Reglerfunktionen

De temperaturgivare Poseidon har är från EcoGuard. I den tillhörande molntjänsten Curves sammanställs husens rumsmedeltemperatur baserat på alla lägenheternas rumsgivare, förutom de sammanlagt ca 10 % av lägenheterna per hus som för stunden är varmast och kallast. I små hus undantas kanske endast den enskilt varmaste och enskilt svalaste lägenheten, medan det i större hus kan handla om att tre eller fyra varma och lika många svala undantas. Detta görs för att lägenheter med extremtemperaturer inte skall få oproportionellt stor inverka på regleringen. I vissa hus kan fler eller färre lägenheter sorteras bort.

Medeltemperaturerna skickas kontinuerligt till husens dataundercentraler (DUC’ar) som konfigurerats för att ta emot och behandla signalerna. I DUC’arna finns förinställningar om hur radiatorsystemens framledningstemperaturer skall påverkas av husens uppmätta medeltemperaturer. Ju större avvikelser mellan börvärde och uppmätt rumsmedeltemperatur, desto mer skall framledningstemperaturen ändras (offset) gentemot den förinlagda framledningsskurvan.

Poseidon har en renodlad rumsstyrning (återkoppling) med PI-reglering där förstärkningsfaktor och offset anpassas till respektive hus. Generellt är dock

förstärkningsfaktorn ca 8 – 10 (°C/°C) och den tillåtna avvikelsen från kurvan är ca 10 – 12 °C.

Exempel

FÖRINSTÄLLNINGAR FÖR EN GIVEN UTOMHUSTEMPERATUR

Framledningstemperatur enligt kurvan 40 °C
Börvärde för husets medeltemperatur 21,5 °C
Förstärkningsfaktor 8 °C
Tillåten avvikelse 10 °C

MÄTDATA

Husets medeltemperatur 22,5 °C

BERÄKNING OCH KONTROLL

Offset $8 \times (21,5 - 22,5) = -8 \text{ °C}$
Framledningstemperatur $40 - 8 = 32 \text{ °C}$
Kontroll offset $-8 \text{ °C} < \text{tillåten avvikelsegräns (10 °C)}$, alltså OK!

Här kan det vara värt att kommentera att den förstärkningsfaktor Poseidon generellt använder tycks vara ganska hög. I andra sammanhang har förstärkningsfaktorer kring 3 – 5 noterats. Poseidon uppger att deras praxis bottnar i erfarenheter av att det fungerar bäst så. Man menar att förstärkningsfaktorer måste vara i den storleksordningen för att få erforderligt utslag. Vidare gör man gällande att det inte orsakar problematiska svängningar i vare sig radiatorsystem eller temperaturer inomhus, vilket annars är ett vanligt motargument/farhåga.

Erfarenheter

Någon genomgripande utvärdering av rumsstyrningens inverkan på t.ex. energi och rumstemperatur har inte gjorts, men generellt är man positiva. Man har sett att energianvändningen oftast minskar något och att medeltemperaturen inomhus blir lite jämnare, lite lägre och bättre håller sig till husens börvärden som typiskt är 21,5 – 21,8 °C.

Som nämnts har beståndet knappt några tydligt övertempererade hus, vilket naturligtvis resulterar i begränsade och ibland otydliga energivinster.

Gällande returtemperatur och effektbehov har man inte sett att rumsstyrningen har någon inverkan, å andra sidan har man inte letat efter sådana trender. Man har heller inte noterat några generella skillnader i hur de boende upplever rumsregleringen. Rumstemperaturen har helt enkelt inte påverkats så mycket.

Vidare har man inte undersökt om det blivit någon skillnad mellan termiskt tunga och lätta hus, eller heller om det finns skillnader mellan hus med mestadels genomgångslägenheter eller hus där lägenheterna bara har en fasad.

Eftersom beståndet är stort och man installerat rumsstyrning i stort sett överallt har man flera exempel på hus där energianvändningen ökat efter att rumsstyrningen aktiverats. Man menar att sådana ökningar främst har följande orsaker:

- 1) Medeltemperaturen har varit för låg innan. (Skulle sannolikt höjts manuellt oavsett reglering)
- 2) På grund av bristfällig injustering har enskilda lägenheter varit för svala. Boende har då klagat eller så har rumsgivarnas mätvärden noterats av driftpersonalen själva, varpå värmen höjts. (Skulle sannolikt ha höjts manuellt oavsett reglering).

Andra orsaker som kan förekomma uppges vara:

- ökade ventilationsflöden efter underkänd OVK
- läckage på värmekrets
- fastnade ställdon

Till saken hör att man under pandemin kunnat se en generellt ökad varmvattenanvändning, vilket energimässigt inte helt exakt går att skilja från övrigt uppvärmningsbehov då radiatorkretsarna saknar värmemätare. Den ökade varmvattenanvändningen är särskilt tydlig i vissa hus.

4.1.2 Familjebostäder

Övergripande

Familjebostäder var tidiga med rumsgivare i sina hus. De första installerades i april 2012 och sedan 2019 har nära nog alla lägenheter detta och alla är installerade i hall. I likhet med Poseidon användes de initialt ”bara” som information till driftansvariga och som verktyg vid felanmälan.

Kring 2012 började Familjebostäder modifiera den traditionella värmeregleringen genom att byta ut aktuell utomhustemperatur mot s.k. dämpad utomhustemperatur, vilket är ett släpande medelvärde. Något år senare, 2013/14 då flera av husen hunnit få rumsgivare, modifierades värmeregleringen ytterligare genom att även information om inomhustemperatur blev en ingrediens. Därefter kompletterades regleringen genom att också innefatta väderprognoser. Sedan 2019 regleras i stort sett alla Familjebostäders hus på det kombinerade viset. Mer om Familjebostäders reglerstrategi strax.

Sammanlagt utgörs Familjebostäders bestånd av ca 1 700 000 m² (A_{temp}) och fastigheterna finns över hela Göteborg.

Som hos Poseidon har man generellt låtit installera sina rumsgivare åtminstone ett antal månader innan deras värmereglering aktiverades, varpå det ofta funnits tid att först manuellt justera värmekurvorna.

Även Familjebostäder uppger att de för tillfället inte injusterar sina värmesystem annat än i enstaka lägenheter vid punktinsatser, om man hittar någon lägenhet som avviker från de övriga i huset.

Reglerfunktionen

I Familjebostäders rumsstyrda värmereglering (återkoppling) ersätts utomhustemperatur med antingen dämpad utomhustemperatur eller med väderprognos. Med automatik väljs hela tiden den varmaste utetemperaturen av de två, vilket motsvarar den svalaste framledningstemperaturen. Detta görs för att minska risken för övertemperaturer inomhus och därigenom hålla nere energianvändningen.

Dämpningen av utetemperaturen är ett släpande medelvärde på 6, 12, 18 eller 24 timmar beroende på byggnad. Väderprognosens framförhållning är 24 timmar.

De innetemperaturgivare Familjebostäder använder är från EcoGuard med samma selekteringsförfarande och molntjänst som Poseidon. Även här arbetar PI-regulatorer kontinuerligt med sikte mot ett inställt börvärde på rumsmedelvärdet. Framledningstemperaturen får aldrig avvika mer än ± 6 °C från den förinlagda framledningskurvan.

Erfarenheter

Någon genomgripande utvärdering av deras rumsstyrda värmereglering har inte gjorts. Men tidigt utvärderades det första området där regleringen testades, vilket var i Högsbo (sydvästra Göteborg). Man bedömde att regleringen där och då resulterade i en värmebesparing på ett par procent, i något hus upp till 5%.

Man såg också att rumsstyrningen gjorde medeltemperaturen mer jämn, och bedömde att det var energimässigt gynnsamt eftersom den då kunde sänkas något utan att det blev för kallt. Besparingen tolkades som ett resultat av att medeltemperaturen sjönk i och med att de hade möjlighet att reglera mot ett börvärde istället för att låta framledningstemperaturen regleras mot utetemperaturen.

Eftersom även Familjebostäders bestånd förvaltas aktivt av en erfaren driftorganisation var det en relativt låg andel av husen som var tydligt övertempererade innan rumsregleringen aktiverades.

Man har testat med att begränsa den maximala offseten från framledningskurvan till ± 3 °C (istället för ± 6 °C), men det verkade inte ha någon påverkan annat än att medeltemperaturen började svänga lite mer.

Man känner inte till om effektbehov och returtemperatur påverkats, men tror sig få färre klagomål på svala lägenheter. Man lyfter fram att rumsgivarna är ett bra verktyg i dialogen med boende. Redan i kundtjänsten kan temperaturnivåer kontrolleras.

Eventuella skillnader mellan termiskt tunga och lätta hus har inte undersökts, inte heller om det finns skillnader mellan hus med mestadels genomgångslägenheter eller hus där lägenheterna bara har en fasad.

4.1.3 Haningebostäder

Haningebostäder började använda behovsanpassad värmereglering genom energitjänsten EnReduce för ca 8 år sedan. Man har haft deras värmereglering i ca 40 % av sitt bestånd som utgörs av bostäder från olika tidsperioder. Man har inga uppgifter om det funkat bättre eller sämre i någon särskild byggnadstyp, men räknar med att regleringen generellt återbetalar sig på ett eller två år, utan andra parallella åtgärder. Trots detta kommer man i liten skala nu istället börjat testa behovsanpassad värmereglering med Fraunhofer - Chalmers Centres energitjänst. Detta efter att ha inspirerats av Örebrobostäders erfarenheter och resultat. (Mer information om EnReduce, Fraunhofer - Chalmers Centre och Örebrobostäder följer strax)

När Haningebostäder installerade EnReduce användes trådbundna sensorer, vilket resulterade i bara fyra givare per byggnad. Detta såg man som en stor brist. Nu, i väntan på att eventuellt övergå till att helt värmereglera genom Fraunhofer - Chalmers Centre har man hittills installerat givare i 50 % av alla lägenheter men satsar på 100 %. I flera fall har temperaturuppgifterna från dem redan använts för att manuellt justera framledningskurvor.

4.1.4 Helsingborgshem

Helsingborgshem har förvisso ännu inte anammat behovsanpassad värmereglering, men avser inom en snar framtid installera Fraunhofer - Chalmers Centres lösning. Inför detta monterar man nu rumsgivare i lägenheter och vidtar andra förberedelser. Det man lockas av med Fraunhofer - Chalmers Centres teknik är att den är öppen, självlärande och självkörande samt att den verkar kunna hantera många källor på ett bra sätt. Även Helsingborgshem uppger att de inspirerats av försöken med Fraunhofer - Chalmers Centre hos Örebrobostäder.

4.1.5 Örebrobostäder

Örebrobostäder har sedan lång tid tillbaka arbetat med att reducera beståndets elanvändning, vilket lett till halverad elanvändning på några år. Med sina ca 25 000 lägenheter är man också en stor fjärrvärmeanvändare, vilket ligger bakom att de 2016 bestämde sig för att även försöka minska värmeanvändningen. Man hade då bl.a. testat att köpa in en värmeregleringstjänst, men upplevde ganska snart att man blev inlåsta i

den tekniken. Nu ville man ha en skalbar teknislösning, med öppna gränssnitt och API:er, fria från olika leverantörlösningar. Systemet skulle vara enkelt att "rulla ut" i beståndet.

Med detta som fond startade man ett forskningsuppdrag tillsammans med forskningsinstitutet Fraunhofer - Chalmers Centre, där man tog fram en automatiserad och självlärande teknislösning för bl.a. värmereglering. (Här kallar vi den för FCC-regleringen, vilken beskrivs mer i avsnitt 4.2.3. Nu ligger fokus istället på användaren Örebrobostäder.)

Den första undercentralen med FCC-reglering togs i drift januari 2019. Därefter har verktyget modifierats ytterligare och anpassats till uppdragsgivarens förutsättningar och önskemål. En storskalig satsning inleddes i början av 2022 och fortgår i skrivande stund. Parallellt med detta installeras rumsgivare i hela beståndet med målsättning om 100 % täckning.

I december 2022 reglerades ca 100 av Örebrobostädernas undercentraler med FCC-reglering, motsvarande ca 10 000 lägenheter. Alla dessa har inte hunnit utvärderas, men där så skett uppges värmebesparingen vara 10 – 18 %. Man anger att hela besparingen kan härledas till värmeregleringen. I några av husen har man fått ökad värmeanvändning, men det har då handlat om hus som varit undertempererade. Sådana hus inkluderas inte i det angivna besparingsintervallet. I en kommentar påpekas att besparingens storlek inte går att förutsäga för ett enskilt hus, de är för individuella. Mer rättvisande att redovisa ett spann för ett större bestånd.

Vidare har Örebrobostäder sett att inomhustemperaturen blivit betydligt jämnare och man säger att FCC-regleringen ger dem flera andra mervärden. Även sådana de först inte efterfrågat eller ens tänkt på, men som visat sig värdefulla. Bland annat finns en funktion som genom att analysera rumstemperaturer och prismodell räknar fram den ekonomiska nyttan med att injustera värmesystemen. Det kan även hantera effektbegränsning på aggregerad nivå genom i- och urladdning av värme i flera hus, i syftet att möjliggöra en mer hållbar och billig fjärrvärmeproduktion. Effektbegränsningen har testats på 30 undercentraler och man menar att det fungerar och att det framöver kan öppna upp för nya typer av avtal med fjärrvärmeleverantörer.

Genom att det tekniska systemet är öppet säger man sig kunna involvera fler fastighetsägare framöver, inte minst avseende effektreduktion genom aggregering av fler hus och hela områden.

4.1.6 Stockholmshem

Stockholmshem testade behovsanpassad värmereglering första gången 2018 till 2019. Det handlade då om sju flerbostadshus, varav två var nyproduktion. Inga andra värmepåverkande åtgärder genomfördes samtidigt. Den interna utvärderingen som följde visade så lovande resultat att man beslöt sig för ett nytt och större test på sammanlagt 25 hus från olika tidsperioder. Upplägget var samma som vid pilottestet, men denna gång med värmereglering från fyra olika leverantörer parallellt. I alla fyra systemen har rumsgivare en viktig roll, men inget av dem har renodlad styrning på enbart rumsgivare.

Det utökade testet inleddes 2021 och utvärderingen visade att man i genomsnitt sparade 6 – 7 % värme. Man noterade att den genomsnittliga rumstemperaturen blev jämnare och att man lyckats sänka rumsmedeltemperaturen några tiondels grader. Man kunde också se att de mest nyproducerade och energieffektiva husen gav störst värmebesparing procentuellt, vilket främst uppges bero på att de var ganska kraftigt övertempererade.

Efter att det utökade testet avslutades tecknades avtal med två leverantörer baserat på prisbild, teknik, kommunikerbarhet, m.m. Idag har man hittills installerat behovsanpassad värmereglering i sammanlagt 109 hus. Ambitionen är att det skall finnas rumsgivare i alla lägenheter, men i praktiken uppnår man av olika skäl en täckning på 90 – 95 %. I de flesta fall sorteras husens varmaste och kallaste lägenheter bort från medelvärdesbildningen eftersom det ofta finns boende som vill ha det svalt och därför vädrar osv., medan andra boende vill ha det så varmt att de installerar elradiatorer, etc.

En slutsats man dragit är att alltid inleda nya typer av reglering med försiktighet. För att undvika klagomål bör man starta med ett högt börvärde, kanske 21,5 °C för att senare sänka till önskad nivå.

4.1.7 MKB (Malmö kommunala bostäder)

Även om MKB lät installera rumsgivare i sina hus redan 2014 – 15, var det först under hösten 2022 man började använda rumsgivarna aktivt för värmereglering. System från två olika leverantörer testas nu i sammanlagt 35 hus, vilka i skrivande stund inte kunnat utvärderats. I praktiken har man dock haft nytta av rumsgivarna redan från start. Dels vid injustering av värmesystem och vid kontakter med boende, dels för att manuellt korrigera husens värmekurvor. Det senare har lett till att man redan ligger nära sina målvärden för rumstemperatur, vilket varit en bidragande orsak till att man dragit på beslutet att också använda dem för aktiv värmereglering. I många fall har dröjsmålet även handlat om att man haft omoderna DUC'ar som inte kunnat kommunicera på erforderligt vis.

I samarbete med E.on. tillämpar MKB sedan två år tillbaka effektutjämning, vilket innebär att E.on. under korta perioder då och då använder beståndet för i- och urladdning av värme i syfte att begränsa behovet av spetsvärmeproduktion. Initialt fanns farhågor om att detta kunde motverka den behovsanpassade värmeregleringen. Men då effektutjämningen endast agerar ett fåtal gånger per månad, samt att effekteregleringen då kan ges prioritet, anses detta inte vara något bekymmer.

4.2 Intervjuer med leverantörer av energi- och mättjänster

Utöver dialogerna med bostadsbolag, kontaktades även representanter för tre energitjänsteföretag och ett mättjänstföretag. Detta för att fånga upp också deras erfarenheter och få information om alternativa tekniker för behovsanpassad värmereglering. Här framkom även uppgifter om prissättning av produkter och tjänster, vilket redovisas separat i Kapitel 6.

4.2.1 EnReduce

EnReduce är en energitjänst som värmereglerar byggnader genom en algoritm som kontinuerligt matas med data från rums- och utomhustemperaturgivare. Systemet kan hantera olika fabrikat av temperaturgivare och det finns inga krav på ett antal rumsgivare per hus. Algoritmen jobbar med i- och urladdning av värme, vilket uppges ha större spelrum i lokaler än i bostäder. Bostäder är dock den vanligaste tillämpningen.

Energibesparingen i smått övertempererade hus uppges vara ca 15 % (radiatorvärme). Om husen istället har samma medeltemperatur före som efter, säger man att besparingen blir några procentenheter lägre. Vidare menar man att energibesparingen generellt är större i tunga hus än i lätta.

Algoritmen anpassas till respektive byggnad genom ett antal byggnadsrelaterade indata såsom area, tyngd och värmeisolering. Om byggnaden på något vis förändras hör man av sig till företaget, så ändrar de parametrarna.

4.2.2 Kiona (Egain)

Kiona är en av landets större aktörer på fastighetsautomation. En av beståndsdelarna är värmereglering, vilket saluförs under produktnamnet Edge med ca 5 500 fastigheter uppkopplade.

Redan från starten på 90-talet är principen den att utomhustemperatur ersätts av s.k. ekvivalent temperatur grundat på mätdata som processas för ett virtuellt typhus. Efter ett tag i drift ersätts typhuset av inlärd kännedom om hur det faktiska huset uppträder vid olika situationer, men mer om det lite senare. Nämnade mätdata utgörs av en

timbaserad väderprognos för orten och på rumstemperaturer. Initialt hade man rumsgivare i endast ett fåtal lägenheter. Cirka 500 m²/rumsgivare var vanligt eftersom rumsgivartekniken då var dyr i såväl inköp som dataöverföring. Som exempel kan nämnas att varje givare då hade ett SIM-kort med vilket de varje timma kopplade upp sig på telenätet för att skicka sina värden. Nu är allt sådant betydligt billigare och tekniskt mer lätthanterligt, vilket gör att man sedan flera år eftersträvar rumsgivare i varje lägenhet. Kiona tillhandahåller egna rumsgivare som monteras i hallar av fastighetsvärdarna eller av de boende, men de kan även hantera rumsgivare av andra fabrikat.

Vid nyinstallation ser man över befintliga framledningskurvor och eventuell tidigare mätdata för rumstemperaturer. Grov justering av framledningskurvan kan då göras, eller så utgår man initialt från den befintliga. Om det visar sig att rumstemperaturen mellan lägenheterna spretar mycket föreslås att värmesystemet först injusteras. Valet av nämnda virtuella typhus beror på det verkliga husets byggnadsår, fönster, ventilationssystem samt väder- och vindutsatthet. När regleringen väl aktiverats observeras byggnaden under ca 3 månader vid eldningssäsong. Under den tidsperioden analyseras rumstemperatur i förhållande till framledningstemperatur för nio olika brytpunkter på framledningskurvan. När man fastställt hur huset "uppför sig" vid brytpunkterna avslutas den initiala analysperioden varpå byggnaden kan värmeregleras per automatik. I praktiken har man då ersatt det virtuella typhuset med en algoritm som bygger på det faktiska husets karaktär.

Uppkopplingen av fastighetens styrsystem hanteras idag på flera sätt. Dels det traditionella där befintlig utomhusgivare ersätts med en prognosmottagare (Hub) som via mobilnätet kopplar upp externt, dels genom en API-PlugIn där så är möjligt.

Kiona (då Egain) genomförde ca 2010 en studie där de undersökte hur stor värmebesparing som erhöles i de 3 000 hus man då reglerade. Man redovisar att resultaten naturligtvis spretade, men att de i genomsnitt sparade 12 kWh/m² och år. Sedan dess har tekniken utvecklats, å andra sidan är husen idag generellt sett inte fullt så övertempererade som då. Dock bedömer man att merparten, kanske ca 80 %, av de traditionellt värmereglerade flerbostadshusen fortfarande är ganska tydligt övertempererade. Åtminstone var det så innan 2022. I sammanhanget menar Kiona att deras värmereglering sparar värmeenergi också i hus med en medeltemperatur som ligger nära sitt börvärde. Man har ingen mätbaserad studie som belägger detta, men säger att de erfarenhetsmässigt sparar ca 10 % i normalfallet bara genom att reglera bättre.

Vidare menar Kiona att såväl effektbehov som returtemperatur sjunker något till följd av värmeregleringen. Man beskriver att taxadimensionerande effektbehov dessutom kan reduceras genom väderprognosstyrd i- och urladdning av värme i byggnadsstommen. Åtminstone för kortvariga köldknäppar.

I maj 2022 kungjorde HBV, Sveriges allmännyttiga bostadsbolags inköpsfunktion, att Kiona (då Egain) är ett av de bolag man tecknat ramavtal med avseende fastighetsstyrning och prognosstyrning.

4.2.3 Fraunhofer - Chalmers Centre (FCC)

Fraunhofer-Chalmers Centre (FCC) är ett svenskt forskningsinstitut grundat av Chalmers och tyska Fraunhofer och som bl.a. erbjuder avancerade datadrivna algoritmer. I samarbete med Örebrobostäder har de tagit fram en s.k. modellbaserad värmereglering som har flera benämningar i svang, men som enligt tidigare här benämns FCC-regleringen.

Systemet bygger på att en algoritm kontinuerligt förses med uppgifter från byggnaders DUC'ar samt väderdata och inomhustemperaturer. De senare är mycket viktiga eftersom algoritmen behöver stämma av temperaturnivåer inomhus och för att temperaturerna indirekt avslöjar beteendemönster, dvs. värmelaster.

Mätdata processas av algoritmen som skickar tillbaka ett förslag om lämplig framledningstemperatur till aktuell PLC (programmerbart styrsystem). Därefter är det upp till fastighetsägaren att avgöra om det förslaget skall godtas eller ej, vilket i praktiken sker kontinuerligt genom jämförelse med uppsatta bivillkor i PLC'n. Exempel på bivillkor, dvs. saker regleringen måste respektera, kan vara: maximal avvikelse från framledningskurvan, mjukhet i styrsignal och schemalagda undertemperaturer (lokalbyggnader). Fastighetsägaren kan själv även ange vilka mål som FCC-regleringen skall optimera gentemot. Exempelvis kan den optimeras med avseende på energikostnad, effektkostnad eller komfort.

Fraunhofer - Chalmers Centre framhåller att FCC-regleringen inte först kräver att en digital modell av byggnaden tas fram med tillhörande uppgifter om area, U-värden, ventilation, tröghet, osv. Istället är det en algoritm som lär sig själv genom att analysera mätdata. Fördelen uppges vara att regleringen snabbt kan rullas ut på många fastigheter. Efter ca 3 veckor skall modellen vara tillräckligt självlärd, dock lär den sig ytterligare med tiden.

Hittills har FCC-regleringen inte hunnit testas på så många olika bestånd. Örebrobostäders testområde är det klart största och med längst erfarenhet.

4.2.4 Riksbyggen

Riksbyggen lanserade tjänsten *Värmeoptimering 24/7* för ett år sedan. Regleringen baseras på rumsgivare, väderprognos och AI som successivt lär sig byggnaden. En algoritm beräknar successivt en framledningstemperatur, grundat i den indata som tillförs.

Inga väderstationer behövs, men man rekommenderar att minst 50 % av lägenheterna har rumsgivare. Helst ännu fler.

Hittills reglerar man drygt 10 hus, men fler är på ingång. I dagsläget är alla hus man reglerar tröga och tämligen nya, dock inte nyare än att de hunnit vara i drift ett tag och haft tid att "svänga in".

Erfarenheter tills nu är dels att värmeenergianvändning minskats med upp till 20 %, dels att rumsmedeltemperaturen blir jämnare och att färre boende har temperaturrelaterade klagomål.

4.2.5 EcoGuard

EcoGuard är landets största leverantör av trådlösa temperaturgivare för placering i rum. En stor andel av de hus som idag har behovsanpassad värmereglering med rumsgivare har således produkter från EcoGuard. Givarna kommunicerar med en molntjänst (Curves) för temperaturövervakning, vilken även kan kommunicera med byggnaders undercentraler förutsatt att de är uppkopplingsbara. EcoGuard konfigurerar inte själva undercentraler eller tillhandahåller värmereglering som tjänst, men de erbjuder installation och uppkoppling för de som vill. De lyfter fram att de gärna även har en genomgång med organisationens driftledning och att de utbildar kundtjänstpersonal i molntjänsten Curves så att dessa redan i kundmottagningen kan kommunicera med de boende om uppmätt temperatur.

Även om EcoGuard inte själva erbjuder behovsanpassad värmereglering, har de indirekta erfarenheter genom att de kan följa inomhustemperaturer och att de har kontakter med olika fastighetsägare.

Grundat i detta har man samlat på sig ett par generella rekommendationer för värmereglering:

- *Mät, analysera, åtgärda* (t.ex. injustera), *reglera*. Det är en god arbetsordning.
- Sortera bort de varmaste och kallaste lägenheterna. Ca 5 % åt varje håll brukar vara lagom
- Använd medelvärde om underlaget är minst 20 st. rumsgivare
- Använd medianvärde om underlaget är färre än 10 st. rumsgivare

Övriga erfarenheter man uppfångat är att behovsanpassad värmereglering brukar...

- spara 3 – 5 % värme
- ge en jämnare medeltemperatur i byggnaderna
- reducera husvärdarnas antal ”värmeärenden” hos boende

Ytterligare en sak man noterat utifrån mätunderlag är att bostadsrättsföreningar ofta är mer övertempererade än allmännyttans hus. Detta innebär att bostadsrättsföreningar generellt har större nytta av att mäta och värmereglera sina hus med avseende på rumstemperatur eller bredare behovsanpassning.

5. Uppmätta resultat

Här redovisas resultat avseende energi, effekt, inomhustemperatur och returtemperatur. Resultaten grundas på mätdata för Poseidons och Familjebostäders undercentraler och byggnader. Data har hämtats från molntjänster tillhörande Göteborg Energi och EcoGuard.

Som tidigare beskrivits är Poseidons värmereglering renodlad så till vida att den beaktar aktuell utomhustemperatur och inomhustemperatur. Familjebostäders värmereglering är i stort sett likadan, men utomhustemperaturen har bytts ut mot antingen en dämpad eller en prognostiserad dito. Denna skillnad gör att resultaten särredovisas bolagsvis. I sammanhanget kan det också vara värt att påminna om att det undersökta underlaget från Poseidon är betydligt större än det från Familjebostäder. Läs mer om underlagen i Kapitel 3.2.

Som framkommer *ökar* energianvändningen för flera undercentraler efter att rumsregleringen aktiverats. Detta diskuteras vidare i Kapitel 5.3, där det sammantagningsvis konstateras att behovsanpassad värmereglering med rumsgivare endast kan öka energianvändningen i hus som tidigare varit svalare än börvärdet. I alla fall om allt annat är lika. Här finns dock flera aspekter att beakta, men för läsningen av Kapitel 5.1 och 5.2 räcker det att känna till att detta är anledningen till varför resultaten redovisas i tre kategorier, där kategori A är byggnader som tidigare varit antingen något övertempererade eller haft samma medeltemperatur innan som efter det att värmeregleringen aktiverades.

Grundat i nämnda studier från Boverket (BETSI), Lågan (Thuva), Statens forskningsinstitut (ELIB) samt Chalmers och IVL är bedömningen att medeltemperaturen i det stora flertalet av landets flerbostadshus är övertempererade. Särskilt de som saknar rumsgivare. Därför grönmärkas kategori A i resultattabellerna 6.1 och 6.2.

5.1 Poseidon

I Tabell 6.1 nedan redogörs för uppmätta resultat fördelade på tre kategorier av det utvalda beståndet, dvs. det som omfattar 28 undercentraler med 92 hus och sammanlagt drygt ca 2 900 lägenheter.

För Poseidon är kategoriindelningen som följer:

- Kategori A Hus med minskat uppvärmningsbehov, dvs. hus som rimligtvis inte var undertempererade innan rumsstyrningen aktiverades (15 UC, 51 hus, 1 313 lgh)
- Kategori B Hus med ökat uppvärmningsbehov, dvs. hus som rimligtvis var undertempererade innan rumsstyrningen aktiverades (13 UC, 40 hus, 1 504 lgh)
- Kategori C Alla utvalda hus, dvs. A + B (28 UC, 91 hus, 2 817 lgh)

Tabell 5.1 Resultatsammanställning för Poseidons analyserade bestånd. Allt avser förändring, dvs. hur det blev efter att rumsstyrningen aktiverades jämfört med hur det var innan.

	Sort	Kategori A	Kategori B	Kategori C
Köpt värme *	kWh/m ²	-6	+5	0
Rumsmedeltemperatur – nivå	°C	-0,3	+0,1	-0,1
Rumstemperatur – pendling **	%	-23	-20	--21
Effektbehov vid DVUT	%	-4	+7	+2

* medelvärde för normalårskorrigerad SMHI energiindex respektive e-signatur

** förändring av standardavvikelse på veckobasis

Eftersom underlaget endast omfattar ett fåtal lätta hus och nästan hela beståndet har mekanisk frånluft är det svårt att dra slutsatser om inverkan av termisk tyngd och typ av ventilationssystem. Dock noteras ändå att rumsstyrningens inverkan är klart låg för dessa bägge grupper jämfört med medlet, både avseende uppvärmningsbehov och rumstemperatur. Om detta beror på deras tekniska särdrag eller om det är slumpens inverkan på ett litet urval har inte kunnat utrönas här.

Inverkan på effektbehov är svagt. För Kategori A reduceras förvisso effektbehovet med ca 4 % vid DVUT, men i underlaget finns flera exempel på ökat effekthov vid DVUT trots minskat uppvärmningsbehov.

5.2 Familjebostäder

I Tabell 6.2 redovisas uppmätta resultat för det tillgängliggjorda beståndet, dvs. det som omfattar 10 undercentraler med 14 hus och sammanlagt ca 880 lägenheter.

För Familjebostäder fördelas det tilldelade beståndet som följer:

Kategori A	Hus med minskat uppvärmningsbehov (4 UC, 4 hus, 384 lgh)
Kategori B	Hus med ökat uppvärmningsbehov (6 UC, 10 hus, 499 lgh)
Kategori C	Alla hus, A + B (10 UC, 14 hus, 883 lgh)

Tabell 5.2 Resultatsammanställning för Familjebostäders analyserade bestånd. Allt avser förändring, dvs. hur det blev efter att värmeregleringen aktiverades jämfört med hur det var innan.

	Sort	Kategori A	Kategori B	Kategori C
Köpt värme *	kWh/m ²	-10	+8	+1
Rumsmedeltemperatur – nivå	°C	-0,7	-0,3	-0,5
Rumstemperatur – pendling **	%	-8	+5	0
Effektbehov vid DVUT	%	-11	+1	-4

* medelvärde för normalårskorrigerad SMHI energiindex respektive e-signatur

** förändring av standardavvikelse på veckobasis

Det är anmärkningsvärt att värmeenergianvändningen för Kategori B och C *ökar* trots att medeltemperaturen sjunker.

I övrigt konstateras att det inte heller här finns förutsättningar att dra några slutsatser om inverkan av termisk tyngd och typ av ventilationssystem. Förvisso har fyra av de tio undercentralerna självdragsventilerade hus, men eftersom två av de fyra uppvisar ökad värmeanvändning och två av dem minskad, görs ingen vidare analys.

Däremot finns här ett tydligt samband mellan värmeenergi och effektbehov vid dimensionerande utomhustemperatur (DVUT). Samtliga undercentraler där värmeenergianvändningen minskar får också lägre effektbehov, och vice versa.

5.3 Kommentarer

5.3.1 Värmeenergi

Att energianvändningen minskar med sänkt rumstemperatur, och vice versa, är logiskt. Så förhåller det sig i det undersökta beståndet från Poseidon. Men i sammanställningen för underlaget från Familjebostäder är det sambandet inte tydligt, vilket naturligtvis är otillfredsställande och kräver ett resonemang.

Familjebostäders webbaserade driftövervakningssystem ger tyvärr inga ledtrådar eftersom det handlar om för gamla händelser. I Kapitel 3.2.2 ges istället exempel på händelser som skulle kunna ligga bakom:

- förändrat antal boende och medföljande vädringsvanor under perioden (oftast 2013 - 2018)
- ökade luftflöden
- läckor på värmesystem
- fastnade ställdon, etc.

Av dessa uppvisar de två översta punkterna de mest uppenbara sambanden. Ökad vädring och ökade ventilationsflöden kan sänka temperaturen trots att värmesystemen samtidigt tillför mer värme, i alla fall om tillskottet begränsas vilket är fallet här.

En annan tänkbar förklaring kan ligga i Familjebostäders egenkomponerade värmereglering med dämpad utomhustemperatur och väderprognoser. Men att det skulle vara den "felande länken" är en svårsmält hypotes eftersom regleringen hela tiden väljer den varmaste utomhustemperaturen av de två, vilket snarare borde leda till en snålare reglering. Inte tvärtom. Detta har dock inte kunnat undersökas vidare.

Slutligen kan ytterligare en förklaring ligga i det faktum att uppvärmningen här likställs med all fjärrvärme minus tappvarmvatten och vvc. Även om olika åtgärder vidtas för att minska osäkerheten i detta konstateras att vissa underliga resultat naturligtvis också kan bero på detta. Med värmemätare på respektive radiatorkrets hade osäkerheten reducerats.

5.3.2 Normalårskorrigerig

I kapitel 3 redogörs för hur uppgifter om köpt respektive normalårskorrigerad värme hanterats i analysen. Normalårskorrigerig är gjord med energiindex respektive e-signatur.

Göteborgs Energi normalårskorrigerar värmeenergin med energiindex, vilket är en metod som tagits fram av SMHI och som bygger på s.k. ekvivalenta graddagar. Dessa tar hänsyn till att utetemperatur, sol och vind påverkar byggnader olika beroende på deras värmeisolering, lufttäthet, etc., vilket hanteras med schablontypbyggnader.

Vid normalårskorrigerings med E-signatur omvandlas energi till medeleffektanvändning, som i detta fall har månadsvis tidsupplösning. En graf för medeleffektbehovet ritas i relation till utomhustemperaturen varpå automatiskt genererade ekvationer används för att normalårskorrigera årsvis.

I detta arbete studerades värmeanvändning som normalårskorrigerats med såväl energiindex som e-signatur. Detta gjordes dels för att undersöka skillnaden i metod, dels för att säkerställa slutresultatets giltighet genom att låta dem grundas på medelvärdet mellan metoderna. För enskilda undercentraler blir skillnaden mellan metoderna inte sällan några procentenheter, men summerat över flera undercentraler är skillnaden försumbar.

5.3.3 Rumstemperatur

Tumregeln om att värmeenergibehovet minskar med 5 % om rumstemperaturen sänks med 1 °C verkar inte stämma för det studerade underlaget. Här blev värmebesparingen snarare 15 - 20 % per sänkt grad inomhus.

Rent teoretiskt borde det bli ca 5 % för de flesta bostäder om allt annat är lika. Verklighet påverkas dock av vädring, lokal värmereglering, antal personer, m.m. Därför går det inte att utifrån uppmätta skillnader i rumstemperatur säga något precist om inverkan på energibehovet.

Antag att framledningskurvan i ett hus sänks så mycket att det borde resultera i en sänkning av inomhustemperaturen med 1 °C. Teoretiskt har framledningskurvan då förskjutits ca 3 °C nedåt. I verkligheten blir dock påverkan på rumstemperaturen oftast mindre eftersom de boende kommer försöka motverka sänkningen genom att exempelvis stänga spaltventiler och minska vädrandet. Detta sänker värmebehovet ytterligare, men ökar också risken för dålig luftkvalitet inomhus. Ur den sistnämnda aspekten torde ventilation med mekanisk till- och frånluft och värmeåtervinning (FTX) fungera bra i byggnader där rumstemperaturen sänks något.

5.3.4 Temperaturpendling inomhus

Under intervjuerna intygade alla tillfrågade att medeltemperaturens pendlande minskar med behovsanpassad värmereglering. I alla fall om rumstemperaturen är en aktiv ingrediens. Analysen av Poseidons tilldelade bestånd bekräftar den bilden, även i byggnader där energianvändningen ökar. För Familjebostäders ser dock resultaten annorlunda ut; där ökar istället pendlingen i flera byggnader. Vad detta kan bero på är inte fastlagt. Eventuellt kan det knytas till deras sätt att hantera utomhustemperatur (val mellan släpande medelvärde eller prognos), eller att förstärkningen är för stor. Kanske en kombination.

5.3.5 Effektbehov

Effektbehovet vid DVUT tas fram med beräkningar enligt beskrivningarna i Kapitel 3. Beräkningarna baseras på uppmätt energistatistik som sätts i förhållande till utomhustemperatur varpå en regressionslinje erhålls och förlängs till DVUT.

Då de utvärderade åren saknar kraftig och varaktig kyla grundas regressionslinjerna tyvärr på många data i "mellanregistret". Detta gör den förlängda linjen ned till DVUT ganska osäker. Kanske är det detta som gör att sambandet mellan aktivering av rumsstyrning och returtemperatur är svagt för Poseidons bestånd. Å andra sidan fanns det ett ganska tydligt samband för Familjebostädens bestånd.

Eventuellt skulle sambandet bli tydligare om tidsbasen kortades från månadsvis till t.ex. veckovis. Detta har dock inte testats.

5.3.6 Returtemperatur

Metoden för att kvantifiera den behovsanpassade värmeregleringens inverkan på returtemperaturen är ganska analog med den för effektbehov. Sambandet för returtemperatur visar sig dock vara ännu svagare. Förvisso erhöles för ganska många undercentraler ett logiskt och tydligt samband, men det fanns också undercentraler där regressionslinjen blev helt horisontell, dvs. samma returtemperatur oavsett utomhustemperatur.

Orsakerna till detta är inte fastställda. Eventuellt kan det bero på att boende vädrar betydligt mindre vid kallt väder än med "mellantemperaturer" och då reagerar termostaterna genom att öka flödet, vilket leder till ökad returtemperatur. Att det blev så kan eventuellt bero på att boende inte vädrar när det är kallt ute, men väl när det är "mellantemperaturer". Vid vädring kan termostaterna reagera genom att öka flödet och därmed ökar returtemperaturen. Eller så stänger de som vädrar av sina radiatorer varpå flödet genom andra radiatorer ökar med förhöjda returtemperaturer som följd.

Eventuellt skulle sambandet stärkas med kortare tidsbas, men knappast fullt ut. Kanske behövs en annan metod för att utvärdera inverkan på denna parameter, eller så är sambandet helt enkelt väldigt svagt.

6. Kostnader

I detta avsnitt anges kostnader relaterade till behovsanpassad värmereglering. Prismodellerna skiljer mycket, vilket gör dem svårjämförbara. Särskilt som även tjänsterna och tekniken är olika för olika leverantörer. Således är det vanskligt att sammanställa kostnader i en matris eller motsvarande. Nedan ges istället en sammanfattning av de intervjuade leverantörers egna kostnadsbeskrivningar.

Notera att det finns fler leverantörer än dessa, samt att Fraunhofer - Chalmers Centre inte hade möjlighet att ge en allmän prisbild då man vid förfrågan fortfarande var i ett utvecklingsskede.

enReduce

Affärsmodellen utgörs främst av fastpris för installation och driftsättning. Det priset brukar ligga i intervallet 100 000 – 200 000 kr, beroende på undercentralens beskaffenhet, omfattning och husens förutsättningar i övrigt.

Den som vill kan även teckna ett driftövervakningsavtal. Priset för det beror på volym, m.m.

Kiona

Kostnaderna för värmereglering med Edge utgörs dels av en återkommande taxa, dels av en engångskostnad. Den senare avser installation, vilket i normalfallet handlar om ca 850 - 900 kr/lägenhet beroende på antal lägenheter per undercentral. Om det redan finns uppkopplade rumsgivare blir det billigare, där kan merparten (ca 15) av marknadens tredjepartsprodukter integreras via API.

Den återkommande kostnaden beror på avtal och omfattning. För ett mindre bestånd utan tidigare avtal är priset 3,3 kr/m² och år, exkl. moms.

Riksbyggen

Riksbyggens affärsupplägg för *Värmeoptimering 24/7* går ut på att den aktuella föreningen köper in erforderlig utrustning, vilket enligt hemsidan kostar 10 000 kr/UC i uppstartskostnad. Rumsgivare tillkommer. Därefter kostar reglertjänsten ca 200 – 250 kr per lägenhet och år exklusive moms. Prisuppgifterna är från deras hemsida (april 2022).

EcoGuard

EcoGuard erbjuder inte själva värmereglering som tjänst. Dock utgör rumsgivare och tillhörande teknik en stor andel av investeringskostnaderna i samband med behovsanpassad värmereglering.

Ett komplett paket hos en avtalskund, installerat och klart, uppges kosta ca 1 000 – 1 400 kr (exkl. moms) per lägenhet. Prisintervallet beror till stora delar på antalet lägenheter i den aktuella byggnaden. Ett sådant paket inkluderar rumsgivare, radiomottagare, installation, projektledning och modbus gateway i undercentral, programmering och registrering i molntjänsten Curves.

Om ”endast” renodlad rumsstyrning i egen regi önskas, är den angivna kostnaden det som krävs. Dock tillkommer konfiguration av DUC, vilket enligt KTC kostar ca 4 000 kr/UC, exkl. moms. Det finns även en årligt återkommande kostnad för CURVES, som avtalas med respektive kund.

7. Slutsatser

Bland fastighetsägare med erfarenhet av behovsanpassad värmereglering är erfarenheterna överlag positiva, och man uppger att det sparar värmeenergi. Hur mycket som sparas beror dock till stora delar på vad som händer med temperaturnivåerna inomhus. Om temperaturerna från början är höga finns det en stor besparingspotential. I hus som tidigare varit undertempererade kan värmeanvändningen istället öka, men då har man å andra sidan också fått en ökad komfort.

Analysen av mätningarna hos Poseidon och Familjebostäder var inte utan frågetecken, men en rimlig tolkning är att besparingarna där i genomsnitt var 6 respektive 10 kWh/m² och år, vilket ligger i linje med de sammantagna erfarenheterna från samtalen med fastighetsägare och EcoGuard. Dock uppgav de tillfrågade energitjänsteleverantörerna lite högre genomsnittlig besparing än så.

Även en snabb blick på utbudet visar att det finns en uppsjö olika tekniklösningar med varierande komplexitet och möjligheter, vilket gör dem lite svåra att jämföra. En sak som dock förenar dem är rumsgivarnas centrala roll. Temperaturmappning ger flera mervärden såsom möjlighet till identifiering av lokala värmeproblem, behov av injustering samt underlag vid diskussion med boende.

Temperaturmappning är kanske det mest uppenbara mervärdet med behovsanpassad värmereglering, utöver att spara värme. Men det finns fler, och det är nog inte en alltför vågad gissning att vi med tiden kommer få se nya mervärden.

En sak som ständigt återkommit i kontakten med fastighetsägarna är önskan om att inte bli inlåsta i någon särskild teknik. Man vill kunna utvidga och på andra sätt hantera hela förloppet på egen hand. Öppna gränssnitt och API:er (sammanknytning av mjukvarufunktioner) tycks bli en allt viktigare faktor vid val av värmereglerings-teknik framöver. Här kan dock noteras att endast stora fastighetsägare med driftorganisationer kontaktats. Eventuellt ser behovet av öppna tekniklösningar annorlunda ut i mindre bolag och föreningar.