



RAPPORT

Handläggare
Alexander Larmérus
Telefon
010-505 10 98
E-mail
alexander.larmerus@afconsult.com

Datum
2015-05-18

Sustainable Innovation

Avancerad värmestyrning



RAPPORT

Sammanfattning

Projektet syftar till utvärdera ett antal avancerade styrsystem som installerats i byggnader som ingår i SFV:s bestånd. Gemensamt för dessa styrsystem är att de kan förskjuta framledningstemperaturen utefter två eller fler parametrar. Utvärderingen ämnar till att ligga till grund för framtida beslut angående byte av styrsystem, samt undersöka om styrsystemen lever upp till den energibesparing som utlovats.

Vid utvärderingen lades fokus på byggnadernas värmeanvändning. Styrsystemens påverkan på byggnadernas värmeanvändning utvärderades genom en jämförelse före och efter installation av det nya styrsystemet. Detta gjordes genom att jämföra byggnadernas effektsignaturer före och efter installation av den nya styrningen. Effektsignaturerna bestod av dygnsmedelvärden av värmeeffekt och utomhustemperatur.

Följande byggnader och styrsystem ingick i utvärderingen:

- AB002 Wrangelska palatset – NODA Energistyrning
- AB025 Gamla riksdagshuset – Kabona Ecopilot
- AB035 Hessensteinska palatset – EnReduce
- AB086 Kv. Västertorn – Saia PLC med rumskompensering
- AB238 Brunkhuvudet - Ecofective
- Thielska galleriet – Larmia med rumskompensering
- Rosersberg – Larmia med rumskompensering

I Rosersberg ingick 6 stycken byggnader.

Resultat från NODA och Wrangelska palatset är svårtolkat. En tydlig värmebesparing kan inte utläsas. Effektsignaturen efter installation är dock något lägre än effektsignaturen före installation för utomhustemperaturer över cirka 5 °C. Resultatet var sedan omvänt för utomhustemperaturer under 0 °C.

I Hessensteinska palatset var effektsignaturen efter installation av EnReduce lägre än effektsignaturen före installation, speciellt vid högre utomhustemperaturer. Skillnaderna mellan effektsignaturerna före och efter installation av EnReduce avtog sedan vid låga utomhustemperaturer.

I kv. Västertorn visade på ökad värmeanvändning efter installation av det nya styrsystemet. Då byggnaden genomgick en större renovering mellan mätperioderna är en det svårt att göra en uppskattning angående styrsystemets påverkan på byggnadens värmeanvändning.

Den rumskompensering som installerats i befintligt styrsystem i Rosersberg visar på att det går att uppnå en värmebesparing med styrning som kompenserar framledningstemperaturen mot rådande inomhustemperatur. Då investeringskostnaden för kaskadregleringen var relativt låg kan den vara kostnadseffektivt att installera, speciellt i mindre byggnader. Att installera inomhustemperaturgivare ger också en förbättrad överblick av inomhusklimatet.

Att jämföra byggnaders värmeanvändning före och efter installation av nya styrsystem är komplext eftersom värmeanvändningen påverkas av många faktorer. Resultatet i denna rapport ska därför endast ses som indikationer angående vilken värmebesparing som kan förväntas under de första månaderna efter att ett system för avancerad värmestyrning installerats.



RAPPORT

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	5
2	Bakgrund	6
2.1	Styrsystem och tillägg till befintliga styrsystem.....	6
2.1.1	NODA	6
2.1.2	Kabona Ecopilot	7
2.1.3	EnReduce.....	7
2.1.4	Ecofective	8
2.1.5	Installation av rumskompensering i befintligt styrsystem	8
2.2	Byggnader.....	10
2.2.1	AB002 Wrangelska palatset	10
2.2.2	AB025 Gamla riksdagshuset	10
2.2.3	AB035 Hessensteinska palatset.....	10
2.2.4	AB238 Brunkhuvudet.....	11
2.2.5	AB086 Kv. Västertorn	11
2.2.6	AB190001 Thielska galleriet	11
2.2.7	Rosersberg.....	11
3	Utvärderingsmetoder	13
3.1	Energi- och effektanvändning	13
3.1.1	Systemens påverkan på värmeanvändningen	13
4	Resultat	15
4.1	Wrangelska palatset – NODA	15
4.2	Gamla riksdagshuset - Ecopilot	16
4.3	Hessensteinska palatset – EnReduce.....	16
4.4	Brunkhuvudet – Ecofective	17
4.5	Kv. Västertorn – Saia PLC med rumskompensering.....	18
4.6	Thielska galleriet - Larmia med rumskompensering	18
4.7	Tallen – Larmia med rumskompensering	19
4.8	Smedsbyggnaden – Larmia med rumskompensering.....	19
4.9	Sotarskolan – Larmia med rumskompensering	20
4.10	Parkvillan – Larmia med rumskompensering	21
4.11	Källarbacken.....	22
4.12	Mästargården	24
5	Slutsats.....	26



Figurförteckning

Figur 1: Exempel på rumskompensering i Tallen	9
Figur 2: Wrangelska palatset	10
Figur 3: Effektsignaturer före och efter installation av NODA	15
Figur 4: Effektsignaturer under samma temperaturintervall	16
Figur 5: Effektsignaturer före och efter installation av EnReduce	16
Figur 6: Effektsignaturer under samma temperaturintervall	17
Figur 7: Effektsignaturer före och efter installation av nytt styrsystem	18
Figur 8: Effektsignaturer före och efter installation av rumskompensering	19
Figur 9: Effektsignaturer före och efter installation av rumskompensering i Smedsbyggnaden	20
Figur 10: Effektsignaturer före och efter installation av rumskompensering i Parkvillan	21
Figur 11: Effektsignaturer före och efter installation under samma temperaturintervall i Parkvillan	22
Figur 12: Effektsignaturer före och efter installation av rumskompensering i Källarbacken	22
Figur 13: Effektsignaturer före och efter installation under samma temperaturintervall i Källarbacken	23
Figur 14: Effektsignaturer före och efter installation av kaskadreglering i Mästargården	24
Figur 15: Effektsignaturer under samma temperaturintervall i Mästargården	24

Tabellförteckning

Tabell 1: Förteckning över byggnader och styrsystem	6
Tabell 2: Förteckning över effektklasser	13
Tabell 3: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Wrangelska palatset	15
Tabell 4: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Hessensteinska palatset	17
Tabell 5: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för kv. Västertorn	18
Tabell 6: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Tallen	19
Tabell 7: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Smedsbyggnaden	20
Tabell 8: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Parkvillan	21
Tabell 9: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Källarbacken	23
Tabell 10: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Mästargården	25



RAPPORT

1 Inledning

Sustainable Innovation har anlitat ÅF för att sammanställa och utvärdera ett antal pilotanläggningar inom projektet "Dämpad framledning". Projektet utfördes i samarbete med Statens Fastighetsverk (SFV). Projektet syftar till utvärdera ett antal avancerade styrsystem som installerats i byggnader. Gemensamt för dessa styrsystem är att de kan förskjuta framledningstemperaturen i byggnaders värmesystem utefter två eller flera parametrar. Utvärderingen kan sedan ligga till grund för framtida beslut angående byte av övergripande styrsystem eller tillägg till befintliga styrsystem.

Traditionell styrning av vattenburna värmesystem bygger på att framledningstemperaturen styrs som en funktion av utomhustemperaturen. Idag finns ett antal olika styrsystem som även tar hänsyn till andra parametrar såsom inomhustemperatur, väderprognoser, interna värmelaster samt byggnadens värmetröghet. Ett flertal av dessa avancerade styrsystem är baserade på rapporten "Effekt- och energibesparingar genom förenklad styrning och drift av installationssystem i byggnader" av Isfält och Bröms (1992).

Det har också blivit vanligare att fastighetsägare själva installerar inomhustemperaturgivare i sina byggnader och använda dessa givare för att kunna förskjuta framledningstemperaturen uppåt eller nedåt utifrån en traditionell framledningskurva. För att kunna åstadkomma en sådan förskjutning måste befintliga styrsystem programmeras om eller ett nytt system installeras. Genom att installera inomhustemperaturgivare fås också en överblick över byggnadens inomhusklimat. Inom ramen för detta projekt ingår ett flertal byggnader där befintligt styrsystem kompletterats med inomhustemperaturgivare, som i sin tur har möjligheten att förskjuta framledningstemperaturen. Detta kallas för rumskompensering eller också dämpad framledning.

De byggnader som valdes ut i denna utvärdering ingår i SFV:s fastighetsbestånd. Data och uppgifter angående värmeanvändning och byggnader i denna rapport har samlats in från SFV:s förvaltare, samt i vissa fall direkt från värmeleverantör.

Rapporten sammanställdes av Alexander Larmérus.

Stockholm i maj 2015

ÅF-Infrastructure AB

Energieffektivisering



RAPPORT

2 Bakgrund

En sammanställning av de byggnader och styrsystem som ingått i projektet kan hittas i tabellen nedan.

Tabell 1: Förteckning över byggnader och styrsystem

Beteckning	Byggnad	Område	Övergripande styrsystem/tillägg till befintligt styrsystem
AB002	Wrangelska palatset	Riddarholmen	NODA Energistyrning
AB025	Gamla riksdagshuset	Riddarholmen	Kabona Ecopilot
AB035	Hessensteinska palatset	Riddarholmen	EnReduce
AB238	Brunkhuvudet	-	Ecofective
AB086	Kv. Västertorn	Riddarholmen	Saia PLC med Saia Webpanel samt rumskompensering
AB190001	Thielska galleriet	Djurgården	Larmia med rumskompensering
131:078	Tallen	Rosersberg	Larmia med rumskompensering
131:010	Smedsvillan	Rosersberg	Larmia med rumskompensering
131:043	Parkvillan	Rosersberg	Larmia med rumskompensering
131:047	Sotarskolan	Rosersberg	Larmia med rumskompensering
131:038	Källarbacken	Rosersberg	Larmia med rumskompensering
131:049	Mästargården	Rosersberg	Larmia med rumskompensering

2.1 Styrsystem och tillägg till befintliga styrsystem

Nedan följer en kort beskrivning av samtliga styrsystem eller tillägg till befintliga styrsystem som ingått i projektet. Styrsystemen som nämns i denna rapport är inte fulltäckande styrsystem utan fungerar som ett komplement som överstyr befintligt styrsystem i respektive byggnad.

2.1.1 NODA

NODA arbetar kontinuerligt med att mäta det rådande förhållandet i byggnaden och sedan utifrån uppmätt data styra byggnadens installationer för att få högsta komforten till lägsta kostnad. NODA energistyrning kan fördelas över ett flertal olika punkter. Dessa kallas:

- Energikoll
- Effektkoll
- Komfortkoll
- Värmekoll
- Väderkoll

Med energikoll och effektkoll menas att användaren får information angående energi- och effektanvändning. NODA energistyrning ska också kunna optimeras utifrån rådande taxor. Inomhustemperaturgivare placeras ut i byggnaden vilket ger en "komfortkoll" runt om i byggnaden.



RAPPORT

Värmekoll innebär att NODA energistyrning tillåter inomhustemperaturen variera inom ett förbestämt intervall, vanligtvis tillåts inomhustemperaturen variera med 1,5-3 °C. Genom att låta inomhustemperaturen variera tas interna värmekällor och solinstrålning tillvara på, varifrån en energibesparing uppnås. Väderkoll innebär att NODA energistyrning tar hänsyn till solinstrålning och vind.

NODA energistyrning har t.ex. installerats i byggnader som ägs av Älmhultsbostäder AB, Habo Bostäder AB och Mönsterås kommun.

2.1.2 Kabona Ecopilot

Enligt information från Kabonas hemsida har Ecopilot gjort en genomsnittlig energibesparing på 25 % på över 200 installationer. De energibesparingar som Ecopilot ger upphov till kan delas in i tre olika delar. Dessa är prognosstyrning, systemsamverkan och utnyttjande av byggnadens värmetröghet.

Ecopilots prognosstyrning tar hänsyn till följande parametrar:

- Solinstrålning och riktning
- Vindhastighet och riktning
- Utomhustemperatur

Väderprognoserna är kostnadsfria och uppdateras automatiskt. Prognoserna hämtas från ett företag som heter Foreca. I Ecopilot delas byggnaden i ett antal zoner och varje zon kan ett antal parametrar ställas in, exempelvis vilket väderstreck zonens fasad är riktad mot samt hur mycket sol som kommer in genom zonens fönster.

I Ecopilot finns även funktionen systemsamverkan som ämnar till att få system för ventilation, kyla och värme att arbeta tillsammans. Ecopilot utnyttjar byggnadens värmetröghet genom att placera ut ett antal inomhustemperaturgivare på utvalda delar av byggnaden. Medianvärdet av alla temperaturgivare i en zon beräknas sedan. Den zon i byggnaden som har lägst mediantemperatur styr sedan framledningstemperaturen tillsammans med väderprognoser, utomhustemperaturgivare, byggnadens tidskonstant och zonens balanstemperatur. Byggnadens tidskonstant och zonernas balanstemperatur är värden som ställs in i Ecopilot. Ecopilot kan installeras med programvaran Effektpilot som tillägg. Genom Effektpilot begränsas effektuttaget.

Bland referensbyggnader finns kontorsbyggnader, flerbostadshus, butik- och handelsbyggnader, sjukhus och industribyggnader. En av referensbyggnaderna är Mektagonen i Göteborg som ägs av Newsec/Alecta. Där har en energibesparing på cirka 35 % fjärrvärme och cirka 15 % el uppnåtts. Andra referensbyggnader där Ecopilot installerats är t.ex. VGJ-huset (centralstationen i Göteborg) och en driftbyggnad vid Landvetter Airport. I VGJ-huset gjordes en energibesparing på cirka 30 % fjärrvärme.

2.1.3 EnReduce

Enligt uppgifter från EnReduce ska deras styrsystem kunna ge en energibesparing på cirka 15-25 % och samtidigt göra inomhustemperaturen jämnare. Styrsystemet bygger på Engelbrekt Isfälts forskning från KTH och Isfält var även delaktig vid framtagandet av styrsystemet. Systemet ska sedan ha validerats av Isfält 1992.

EnReduce använder temperaturgivare inomhus för att kontinuerligt beräkna byggnadens värmebehov. Uppmätt data från de utplacerade temperaturgivarna tas emot av programvaran i EnReduce. I programvaran finns information angående



RAPPORT

byggnadens värmelagringsförmåga. Genom programvaran i EnReduce analyseras byggnadens värmebehov kontinuerligt. Värme tillförs endast då byggnadens lagrade värme inte är tillräcklig för att behålla önskad inomhustemperatur.

Om EnReduce kopplas in i en byggnad som är ansluten till fjärrvärme ska detta ge följande fördelar:

- Lägre returtemperatur
- Lägre toppeffektuttag
- Lägre flöden

Ett lägre toppeffektuttag kan potentiellt leda till lägre effekttaxa för fjärrvärmen beroende på vilket sorts fjärrvärmeavtal byggnaden är ansluten till.

Företagets referensprojekt består främst av flerbostadsbyggnader bl.a. bostadsrättsföreningar, studentbostäder och bostäder som ägs av kommunala fastighetsbolag.

2.1.4 Ecofective

Ecofective ska ge en värmebesparing på cirka 15-25 % utan att sänka inomhustemperaturen. Deras system kallas EE2 och systemet arbetar efter att försöka minimera användningen av köpt värme. Detta görs genom att övervaka, analysera och beräkna interna och externa värmelaster, vilket ska leda till att onödig uppvärmning undviks.

Ecofective använder också sin egen patenterade metod med att placera byggnadens utomhustemperaturgivare i en temperaturkammare. Vid installation av EE2 placeras ett antal inomhustemperaturgivare ut på valda platser i en byggnad. En centralenhet placeras också ut för att kunna samla in data som skickas från inomhustemperaturgivarna. Vid installation av EE2 ska också en väderstation placeras ut på byggnadens tak. Väderprognoser hämtas från internet och används av systemet. EE2 är ett öppet system.

Ecofective har bland annat installerats i byggnader som tillhör Wallenstam, Hemsö, IKANO Bostad och Fortifikationsverket. Wallenstam har exempelvis installerat EE2 i över 90 flerbostadshus.

2.1.5 Installation av rumskompensering i befintligt styrsystem

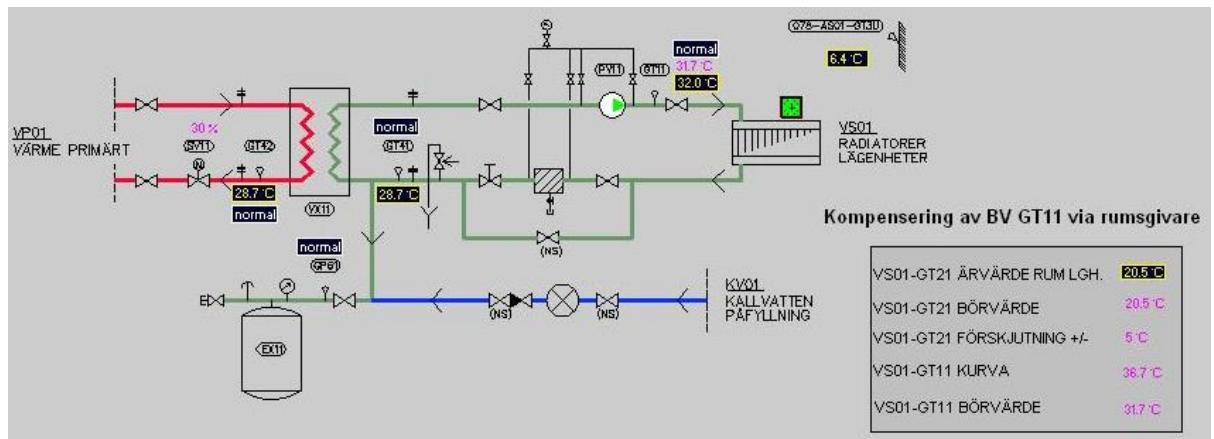
För att kunna installera en rumskompensering i befintligt styrsystem måste följande åtgärder vidtas:

- Installation av inomhustemperaturgivare
- Programmering i befintligt styrsystem

Inomhustemperaturgivarna placeras ut på strategiskt utvalda platser i den byggnad som ska förses med styrningsfunktionen. Givarna förmedlar uppmätt data till byggnadens styrsystem som sedan kan förskjuta radiatorkurvans beräknade framledningstemperatur uppåt eller nedåt. Vanligtvis sätts ett intervall över hur stor denna förskjutning ska vara.

I Thielska galleriet och Rosersberg har rumskompensering installerats i befintliga Larmia-styrsystem. I dessa fall har också SFV:s personal stått för inköp av temperaturgivare, programmering av befintligt styrsystem samt driftsättning och intrimning av den nya styrfunktionen. I figuren nedan ses ett exempel på hur detta rumskompenseringen kan visualiseras i en driftbild.

RAPPORT



Figur 1: Exempel på rumskompensering i Tallen

I figuren ovan kan det ses att radiatorkurvan vill hålla ett börvärde på 36,7 °C vilket sedan förskjuts nedåt med 5 °C. Detta ger sedan framledningstemperaturen ett börvärde på 31,6 °C. Ärvärdet på inomhustemperaturgivare är i detta fall inställt på att hålla 20,5 °C, vilket också uppnås.



RAPPORT

2.2 Byggnader

Nedan följer en kort presentation av varje byggnad, samt dess tekniska system.

2.2.1 AB002 Wrangelska palatset

NODA Energistyrning installerades i byggnaden under första halvan av oktober 2014.



Figur 2: Wrangelska palatset

Byggnaden har en tempererad area som uppgår till cirka 6 800 m². FTX-ventilation finns installerat, där värmeåtervinningen består av roterande värmeväxlare. Byggnaden har två stycken VS-system. Kylsystem finns installerat i byggnaden. Befintlig styr av Citect.

Totalt installerades 20 temperaturgivare. Det betyder att varje givare täcker en tempererad area på cirka 340 m².

2.2.2 AB025 Gamla riksdagshuset

I denna byggnad installerades Ecopilot (Kabona) under första halvan av oktober. Programvaran Effektpilot installerades också. Denna programvara ska begränsa effektuttaget. Dessa har dock inte tagits i drift vid då denna rapport sammanställdes. I samband med installation av Ecopilot kommer ett antal rumstemperaturgivare installeras. Enligt anbud från Kabona uppskattades Ecopilot ge en minskning av värmeanvändningen med 17 %, från 81 kWh/m² till 67 kWh/m². Detta ska motsvara en minskning av byggnadens totala energianvändning med 12 %.

Byggnaden har en tempererad area som uppgår till cirka 15 000 m². För närvarande genomgår byggnaden en större renovering. Byggnaden har ett FTX-system med vattenburen värmeåtervinning. Befintlig styr är Nordomatic Fidelix med Citect som övergripande system. I samband med Ecopilot installerades gjordes också en omfattande renovering av byggnaden och dess installation.

Totalt installerades 100 trådlösa rumstemperaturgivare samt 5 temperatur- och fuktgivare. Om antalet temperaturgivare slås ut över den tempererade arean ger det att varje givare täcker en area på cirka 145 m².

2.2.3 AB035 Hessensteinska palatset

Styrsystemet EnReduce finns installerat i byggnaden sedan våren/sommaren 2014, men driftsattes först i slutet på 2014. Detta följdes av några månader där systemet trimmades in och optimerades, vilket ledde till att systemet inte haft optimal påverkan under den kallaste delen av utvärderingsperioden. Hessensteinska palatset har en



RAPPORT

tempererad area på cirka 2 300 m² och befintlig styr är Citect. Byggnaden har FTX-ventilation, där värmeåtervinning sker via roterande värmeväxlare.

2.2.4 AB238 Brunkhuvudet

Styrsystemet Ecofective är planerat att installeras i byggnaden. På grund av den verksamhet som bedrivs i byggnaden får inte styrsystemet vara uppkopplat mot internet. Planen är att styrsystemet ska vara installerat i mitten på oktober. Brunkhuvudet är ett helt kvarter och innehåller flera byggnadstyper. Värmeanvändningen mäts för hela kvarteret.

Byggnaden har en tempererad area på cirka 18 400 m². Byggnaden har FTX-ventilation med roterande värmeväxlare. Det finns även två sorptiva aggregat med dubbla roterande växlare. Befintligt styrsystem är TAC Vista, men två ventilationsaggregat och rumsstyrning ligger i Citect Scada.

2.2.5 AB086 Kv. Västertorn

Under vintern/våren 2014 installerades Saia PLC med Saiawebb via Panel-PC. I samband med detta installerades också ett antal rumstemperaturgivare och genom dessa kan framledningstemperaturen förskjutas. I nuläget används bara rumstemperaturgivarna för att förskjuta framledningstemperaturen, men en väderstation är installerad på byggnadens tak. I framtiden ska parametrar såsom solinstrålning, vind m.m. från väderstationen kunna användas till att förskjuta framledningstemperaturen.

Tidigare hade byggnaden ett luftbehandlingsaggregat som inte användes. Nu har ny FTX-ventilation installerats. Detta kan försvåra en jämförelse av värmeanvändning före och efter installation av det nya styrsystemet.

2.2.6 AB190001 Thielska galleriet

I Thielska galleriet finns Larmia med rumskompensering installerat. I byggnaden har tre temperaturgivare placerats ut. Framledningstemperaturen dämpas om medelvärdet av de tre temperaturgivarna överstiger ett inställt börvärde.

Byggnaden har självdrag, vilket enligt Stefan Tyni (SFV) ska vara fördelaktigt när denna typ av styrning används jämfört med FTX-system. Byggnaden förses med värme genom tre värmepumpar samt oljepanna. Den värme som tillförs byggnaden mäts och loggas. Systemet installerades under våren 2014. I byggnaden eftersträvas en inomhustemperatur på cirka 20-21 °C.

2.2.7 Rosersberg

Byggnaderna i Rosersberg har Larmia som styrsystem där rumskompensering installerats i mitten på 2014. Rumskompenseringsfunktionen förskjuter framledningsskurvan efter inomhustemperaturgivare och har installerats i 6 byggnader. I byggnaderna bedrivs bl.a. hotellverksamhet, skolrestaurang m.m. Vissa av byggnaderna är bostadshus (flerfamiljshus). Uppskattningsvis har investeringskostnaden legat på cirka 5 000 kr/byggnad.

Byggnaderna värms upp med närvärme som fördelas mellan byggnaderna via ett kulvertsystem. Varje byggnad har också en egen värmemätare. En del byggnader är äldre slottsbyggnader, medan andra är från 70-80-talet. Den nya styrningen har varit i drift sedan augusti.

RAPPORT



Byggnaderna belägna i Rosersberg som ingår i denna rapport är:

- **Tallen 131:078** - Tallen består av fyra stycken bostäder. Varje bostad betjänas av ett eget FTX-aggregat. Arean uppgår till 456 m².
- **Smedsbyggnaden 131:010** - I Smedsbyggnaden finns två stycken lägenheter. Ventilation finns endast i form av självdrag. Byggnadens area uppgår till 281 m².
- **Sotarskolan 131:047** - Byggnaden har FTX-ventilation och en area som uppgår till 916 m². I byggnaden bedrivs skolverksamhet med tillhörande kontorsverksamhet.
- **Parkvillan 131:043** - I Parkvillan finns två stycken lägenheter. Ventilation finns endast i form av självdrag. Byggnadens area uppgår till 397 m².
- **Källarbacken 131:038** - Byggnaden har frånluftsventilation med friskluftsintag i fönster. Byggnaden har en area som uppgår till 795 m² och verksamheten består till största delen av hotell. En gymdel har försetts med tilluft.
- **Mästargården 131:049** - Byggnaden har FTX-ventilation. Byggnaden fungerar som utbildningslokal och bibliotek och har en area på 1393 m².

I Sotarskolan har yttertaket bytts ut och tilläggsisolerats. Utöver detta har inga större energieffektiviserande åtgärder utförts i byggnaderna under 2014 eller 2015 enligt den lokala förvaltaren.



RAPPORT

3 Utvärderingsmetoder

Nedan framförs de metoder som användes vid utvärdering av styrsystemen.

3.1 Energi- och effektanvändning

Vid utvärdering av styrsystem lades fokus på byggnadernas värmeanvändning. Vissa system som t.ex. Kabonas Ecopilot ska även ge energibesparingar i form av kyla och elektricitet. I denna rapport utreddes endast styrsystemens påverkan på byggnadernas värmeanvändning.

Följande metoder användes för att utvärdera byggnadernas energi- och effektanvändning:

- Effektsignaturer med dygnsmedelvärden av värmeeffekt och utomhustemperatur

I första hand användes effektsignaturer med dygnsmedelvärden.

Byggnaderna delades in i värmeeffektklasser. Effektklasserna kan ses i tabellen nedan.

Tabell 2: Förteckning över effektklasser

Klass	Effekt [W/m^2]
A++	<10
A+	<20
A	<30
B	<40
C	<50
D	<60
E	<70
F	<90
G	≥ 90

Effektklasserna sätts efter byggnadens värmeeffektsignatur vid en utomhustemperatur på $-15\text{ }^\circ\text{C}$, enligt SFV:s projekteringsanvisningar för energi. För att uppskatta byggnadernas värmeeffekt vid $-15\text{ }^\circ\text{C}$ anpassades en rät linje efter dygnsmedeleffekter för respektive byggnad. Då den räta linjen anpassades användes data från högst $15\text{ }^\circ\text{C}$. Värmeeffekter vid högre utomhustemperatur än $15\text{ }^\circ\text{C}$ togs inte hänsyn till. Genom den anpassade räta linjen kunde värmeeffekten vid $-15\text{ }^\circ\text{C}$ beräknas.

3.1.1 Systemens påverkan på värmeanvändningen

För varje byggnad jämfördes två olika fall. Dessa två fall benämns:

- Före installation
- Efter installation

Där före installation bygger på data från före installation av det nya styrsystemet eller tillägg till befintligt styrsystem och efter installation bygger på data från efter att det nya styrsystemet eller tillägget installerats.

Jämförelser före och efter installation av styrsystemen kan vara svåra att göra, speciellt om byggnaderna har genomgått större renoveringar där andra energieffektiviserande åtgärder har gjorts under samma tid som styrsystemet installerades. Om andra energieffektiviserande åtgärder genomförs påverkar detta naturligtvis byggnadernas energi- och effektanvändning. Hänsyn har därför tagits till



RAPPORT

vilka energieffektiviserande åtgärder som genomförts under den tid som energianvändningen jämförs utöver byte av styrsystem.

Byggnaders värmeanvändning påverkas även av:

- Driftproblem och ändrade driftinställningar
- Förändringar i den verksamhet som bedrivs i byggnaden
- Reparationer och utbyte av tekniska installationer

Jämförelser av värmeanvändning före och efter installation i denna rapport gjordes under antagandet att ovanstående faktorer inte hade stor inverkan på byggnadernas värmeanvändning. Eventuella skillnader och åtgärder som genomförts under mätperioderna har försökts att kartläggas och redovisats i denna rapport efter bästa förmåga. Vidare har det antagits att varmvattenanvändningen i byggnaderna var konstant och avdrag för värmeanvändning har ej genomförts i effektsignaturer.

Genom att analysera effektsignaturerna före och efter installation av de nya styrsystemen ges en inblick om byggnadernas värmeanvändning minskat efter att systemen installerats. Effektsignaturerna kan också ge en inblick i hur stor energibesparing som styrsystemen kan uppnå. Detta kan sedan jämföras med den energibesparing som tillverkarna av styrsystemen utlovat.

Jämförelser mellan värmebesparing för olika byggnader och styrsystem ska ej göras då byggnaderna har olika:

- Verksamhet (kontor, skola, bostad)
- Typ av ventilation
- Förutsättningar för energieffektivisering m.m.

Vidare ämnar rapporten inte att ge ett fullständigt svar angående hur stor värmebesparing som dessa system kan uppnå, utan endast ge en indikation angående värmebesparingens storlek för respektive system och byggnad under de första månaderna efter installation.



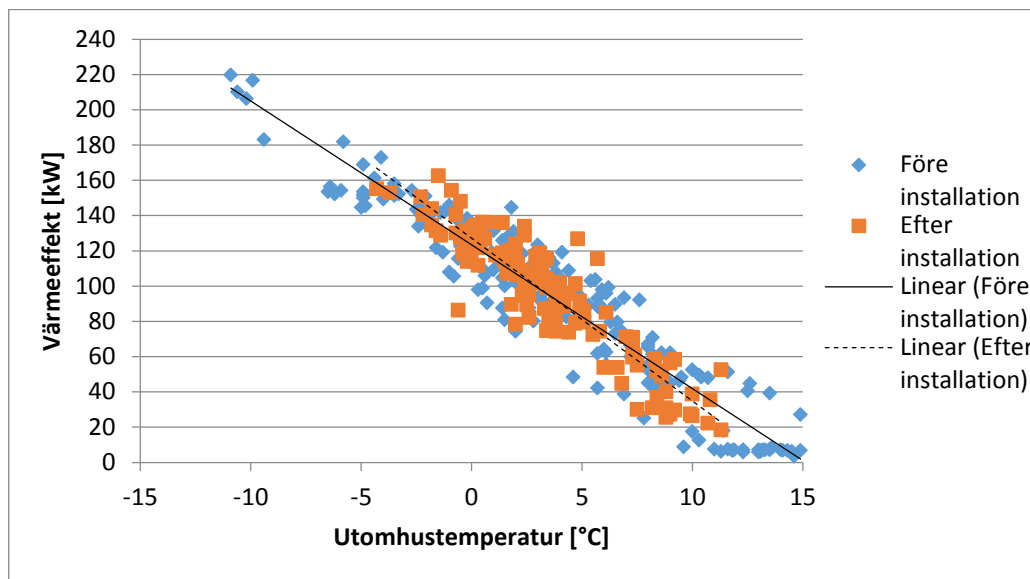
RAPPORT

4 Resultat

Nedan presenteras resultaten från fallen före och efter installation av den nya styrningen.

4.1 Wrangelska palatset – NODA

Nedan ses resultatet från Wrangelska palatset. Effektsignaturer har tagits fram baserat på data före och efter installation av NODA.



Figur 3: Effektsignaturer före och efter installation av NODA

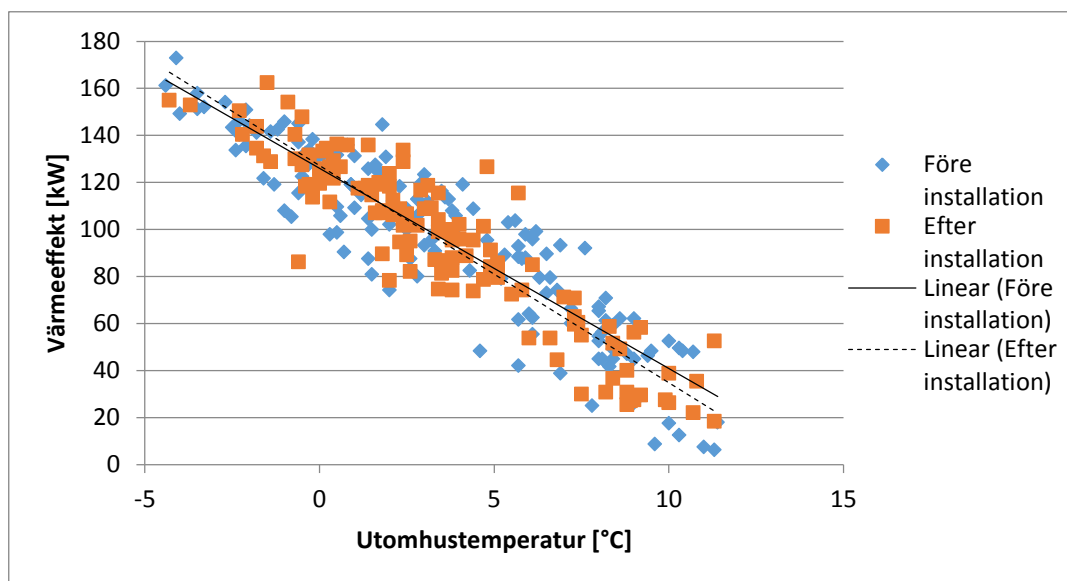
Figuren ovan visar på små skillnader mellan effektsignaturerna. Effektsignaturen efter installation av NODA har en något brantare lutning jämfört med effektsignaturen innan installation. Vid jämförelse av effektsignaturerna för de olika fallen kan det tolkas som att systemet ger en energibesparing inom temperaturintervallet 5 – 12 °C, men något högre värmeanvändning inom temperaturintervallet -5 – 0 °C. I tabellen nedan framgår värmeeffekten vid -15 °C, samt byggnadens effektklass för de olika effektsignaturerna.

Tabell 3: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Wrangelska palatset

Fall	Värmeeffekt vid -15 °C [kW]	Värmeeffekt vid -15 °C [W/m ²]	Effektklass
Före installation	254	38	B
Efter installation	266	39	B

Den beräknade värmeeffekten vid -15 °C uppgick till 254 kW för effektsignaturen före installation. Värmeeffekten vid -15 °C för effektsignaturen efter installation var 12 kW högre. De båda effektsignaturerna hamnade dock inom samma effektklass.

Effektsignaturerna före och efter installation hade olika temperaturintervall vilket kan påverka jämförelse mellan effektsignaturerna. I figuren nedan har därför effektsignaturer under samma temperaturintervall tagits fram.



Figur 4: Effektsignaturer under samma temperaturintervall

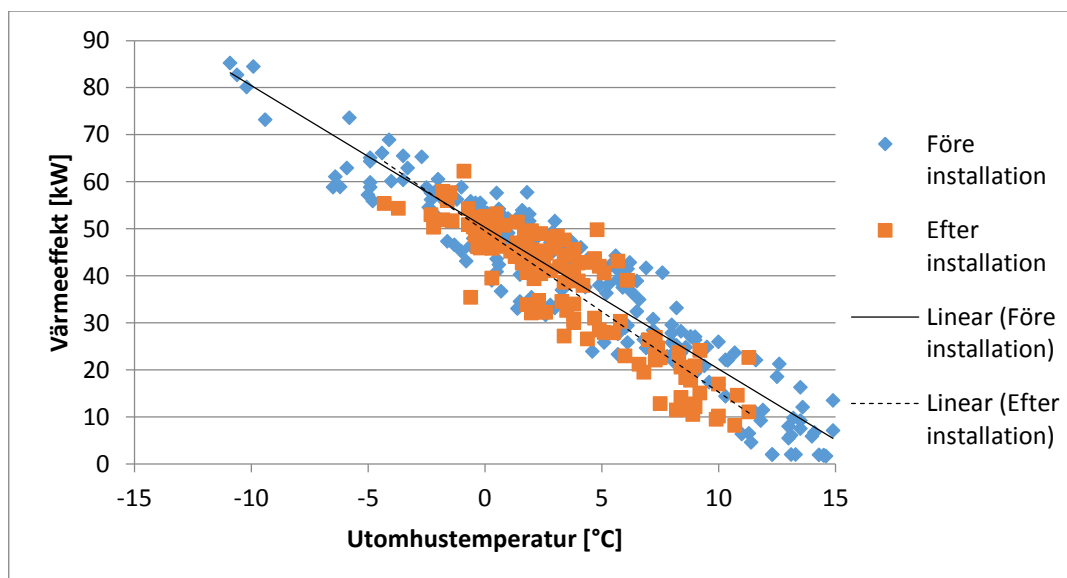
Effektsignaturerna före och efter installation med samma temperaturintervall gav mycket likt resultat jämfört med tidigare effektsignaturer där all mätdata användes. Orsaken till detta resultat bör undersökas vidare.

4.2 Gamla riksdagshuset - Ecopilot

Installationen har fördröjts av yttre omständigheter. Därför kan tyvärr inga resultat från denna byggnad presenteras i denna rapport.

4.3 Hessensteinska palatset – EnReduce

Nedan presenteras resultaten från Hessensteinska palatset. Effektsignaturer före och efter installation av EnReduce kan ses i figuren nedan.



Figur 5: Effektsignaturer före och efter installation av EnReduce

Effektsignaturen efter installation av EnReduce var lägre jämfört med effektsignaturen före installation under en stor del av temperaturintervallet. Detta tyder att EnReduce



RAPPORT

givit upphov till en värmebesparing jämfört med effektsignaturen före installation vid temperaturintervallet 0 – 12 °C.

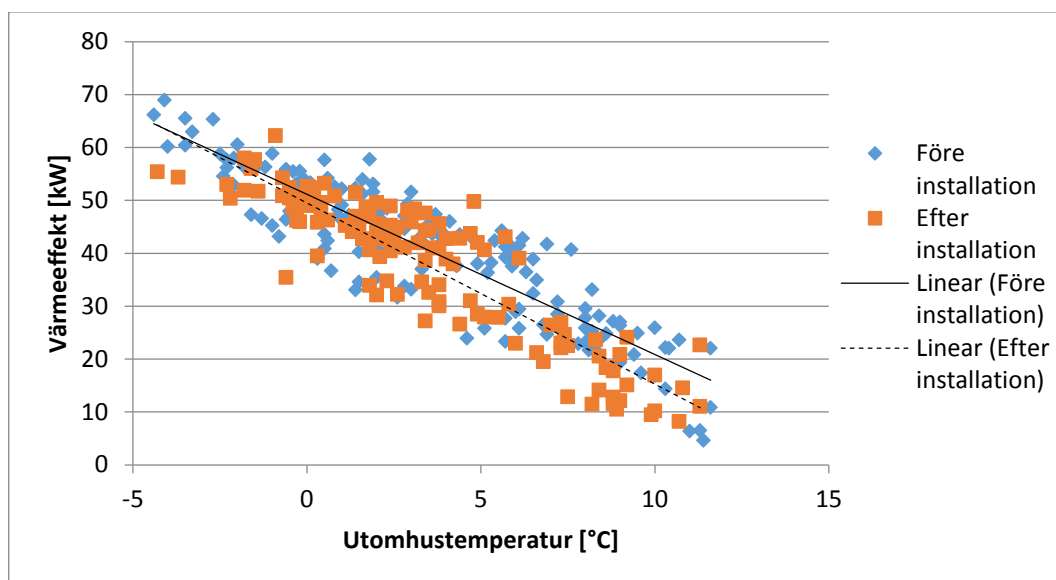
Värmeeffekt vid -15 °C som beräknas utifrån effektsignaturerna kan ses i tabellen nedan.

Tabell 4: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Hessensteinska palatset

Fall	Värmeeffekt vid -15 °C [kW]	Värmeeffekt vid -15 °C [W/m ²]	Effektklass
Före installation	97	41	C
Efter installation	101	43	C

Beräknad värmeeffekt vid -15 °C var cirka 4 kW högre för effektsignaturen efter installation jämfört med effektsignaturen innan installation.

Effektsignaturer under samma temperaturintervall togs även fram för denna byggnad. Resultatet kan ses i figuren nedan.



Figur 6: Effektsignaturer under samma temperaturintervall

Effektsignaturer under samma temperaturintervall gav mycket lika resultat jämfört med tidigare redovisade effektsignaturer som hade olika temperaturintervall.

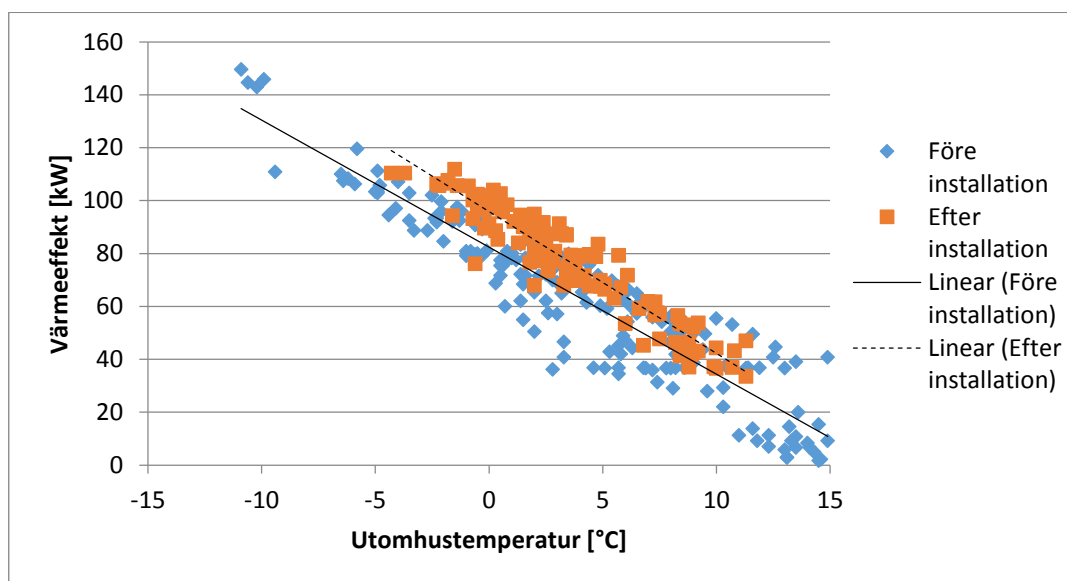
4.4 Brunkhuvudet – Ecofective

Ecofective har inte installerats vid den tidpunkt då denna rapport sammanställdes.



4.5 Kv. Västertorn – Saia PLC med rumskompensering

Effektsignaturer före och efter installation av det nya styrsystemet kan ses nedan.



Figur 7: Effektsignaturer före och efter installation av nytt styrsystem

Effektsignaturen efter installation är högre än effektsignaturen före installation. Då byggnaden genomgått har haft en pågående renovering mellan de olika mätperioderna är det svårt att utvärdera resultatet från denna byggnad.

Tabell 5: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för kv. Västertorn

Fall	Värmeeffekt vid -15 °C [kW]	Värmeeffekt vid -15 °C [W/m ²]	Effektklass
Före installation	154	22	A
Efter installation	176	25	A

Värmeeffekten vid -15 °C var cirka 12 kW högre efter installation jämfört med före.

4.6 Thielska galleriet - Larmia med rumskompensering

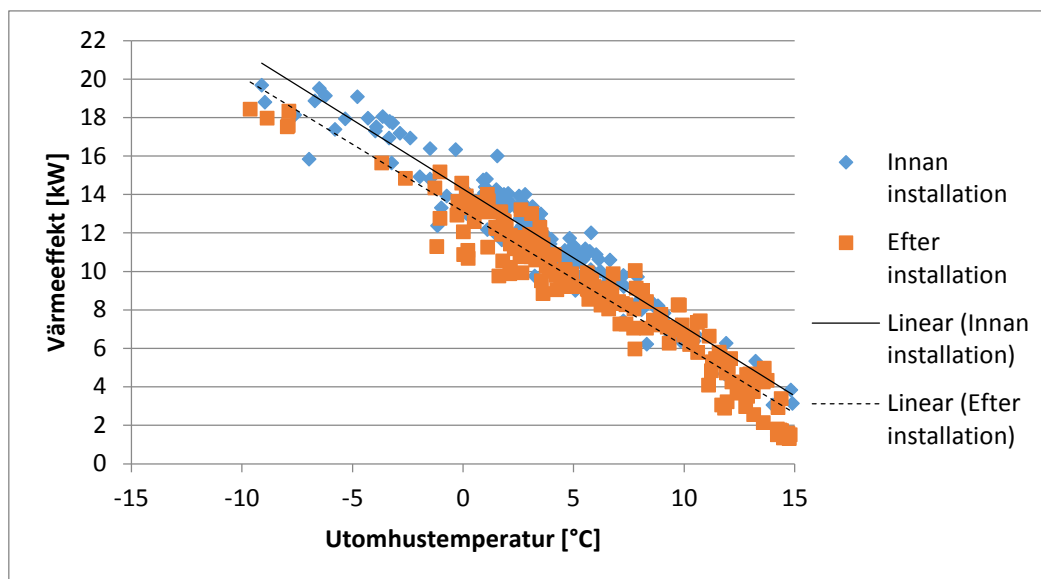
Dygnsmedelvärden har ej kunnat tas fram.



RAPPORT

4.7 Tallen – Larmia med rumskompensering

Resultatet från Tallen kan ses i figuren nedan.



Figur 8: Effektsignaturer före och efter installation av rumskompensering

Resultatet visar på att effektsignaturen efter installation av rumskompensering var genomgående lägre jämfört med effektsignaturen före installation. Effektsignaturen efter installation var i snitt parallellförskjuten nedåt cirka 1 kW jämfört med effektsignaturen före installation.

Beräknad värmeeffekt vid -15 °C och effektklass för de olika effektsignaturerna kan ses i tabellen nedan.

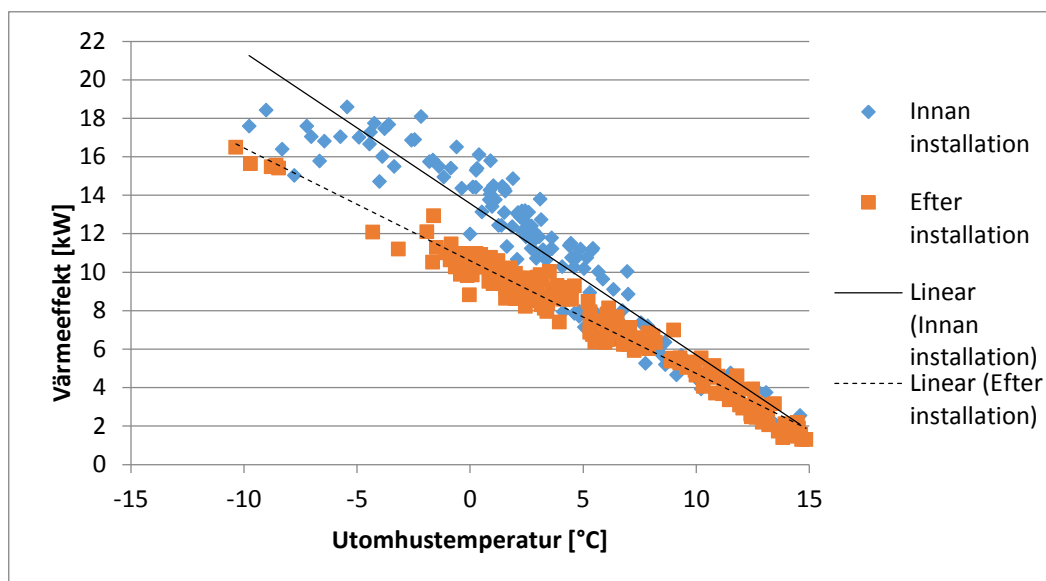
Tabell 6: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Tallen

Fall	Värmeeffekt vid -15 °C [kW]	Värmeeffekt vid -15 °C [W/m ²]	Effektklass
Före installation	25	55	D
Efter installation	24	52	D

Värmeeffekten vid -15 °C var cirka 1 kW lägre för effektsignaturen efter installation jämfört med effektsignaturen för installation. De hamnade dock inom samma effektklass.

4.8 Smedsbyggnaden – Larmia med rumskompensering

Effektsignaturer före och efter det att rumskompensering installerades i Larmia systemet kan ses i figuren nedan.



Figur 9: Effektsignaturer före och efter installation av rumskompensering i Smedsbyggnaden

Effektsignaturen före installation var väsentligt högre än effektsignaturen efter installation. Vid temperaturintervallet 7-15 °C är effektsignaturerna relativt lika varandra. Vid utomhustemperaturer på cirka 5 °C och lägre blir uppmätta dygnsmedeleffekter före installation väsentligt högre jämfört med uppmätta effekter efter installation av rumskompenseringen. Skillnaderna verkar dock avta något vid cirka vid riktigt låga utomhustemperaturer såsom -10 °C.

Att skillnaderna mellan effektsignaturerna kan också ses då värmeeffekten vid -15 °C beräknades enligt tabellen nedan.

Tabell 7: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Smedsbyggnaden

Fall	Värmeeffekt vid -15 °C [kW]	Värmeeffekt vid -15 °C [W/m ²]	Effektklass
Före installation	25	90	G
Efter installation	19	69	E

Värmeeffekt per kvadratmeter innan installation var cirka 90 W/m², vilket motsvarar effektklass G. Detta kan anses var mycket högt. Efter installation av kaskadregleringen i Larmia fick byggnaden effektklassen E.

Skillnader mellan effektsignaturerna kan t.ex. bero på att inställd radiatorkurva var högt ställd. Då kaskadregleringen installerade kunde denna styra ner framledningstemperaturen avsevärt under vissa utomhustemperaturer. Detta kan utredas vidare.

4.9 Sotarskolan – Larmia med rumskompensering

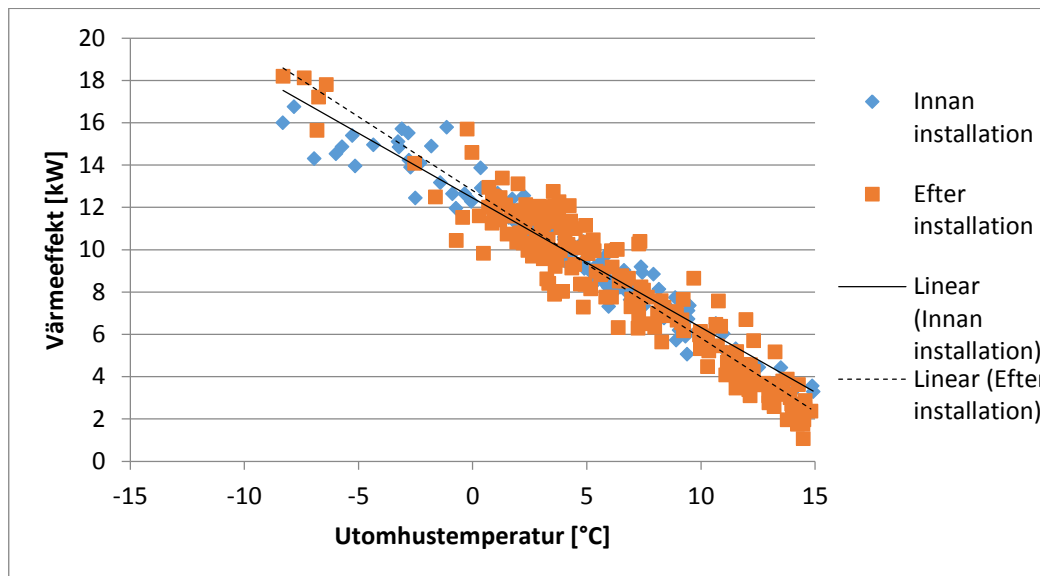
Utifrån insamlad data har inte rumskompenseringen varit aktiv sedan installation. Anledning till detta får utredas vidare.



RAPPORT

4.10 Parkvillan – Larmia med rumskompensering

Resultaten före och efter installation av rumskompensering i Larmia kan ses i figuren nedan.



Figur 10: Effektsignaturer före och efter installation av rumskompensering i Parkvillan

Effektsignaturerna före och efter installation av rumskompenseringen var relativt lika varandra. Effektsignaturen efter installation var lägre än effektsignaturen efter installation för utomhustemperaturer mellan cirka 3 – 15 °C. För lägre utomhustemperaturer än 3 °C var effektsignaturen efter installation lägre än effektsignaturen före installation.

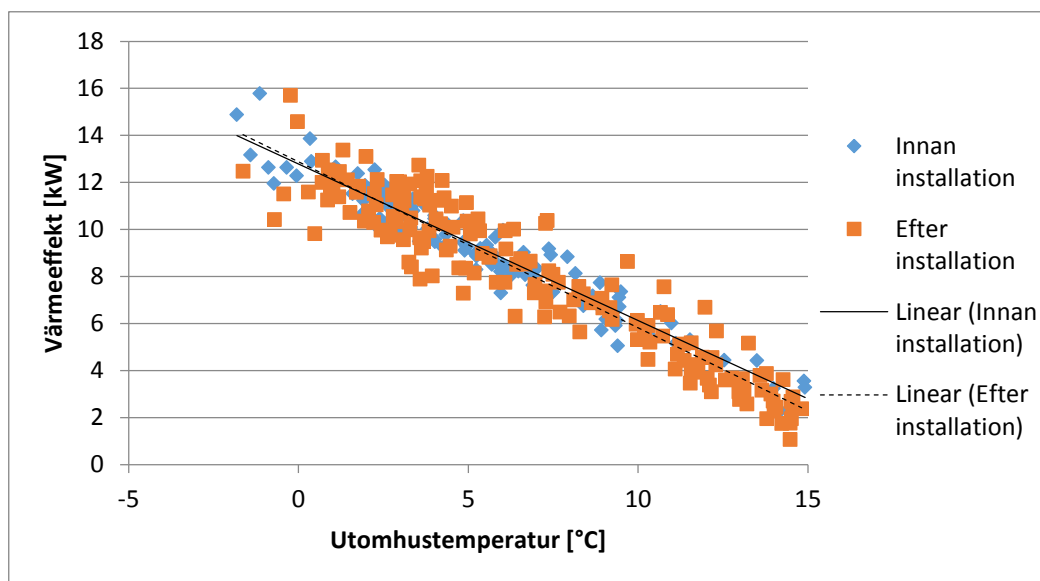
Effektsignaturernas värmeeffekt vid -15 °C, samt motsvarande effektklass framgår från tabellen nedan.

Tabell 8: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Parkvillan

Fall	Värmeeffekt vid -15 °C [kW]	Värmeeffekt vid -15 °C [W/m ²]	Effektklass
Före installation	22	54	D
Efter installation	23	59	D

Värmeeffekt vid -15 °C var cirka 1 kW lägre för effektsignaturen före installation jämfört med effektsignaturen efter installation. De hamnade dock ändå inom samma effektklass.

Då det var relativt få mätpunkter lägre än -4 °C för effektsignaturen efter installation togs även effektsignaturer fram under samma temperaturintervall. Resultaten framgår från figuren nedan.

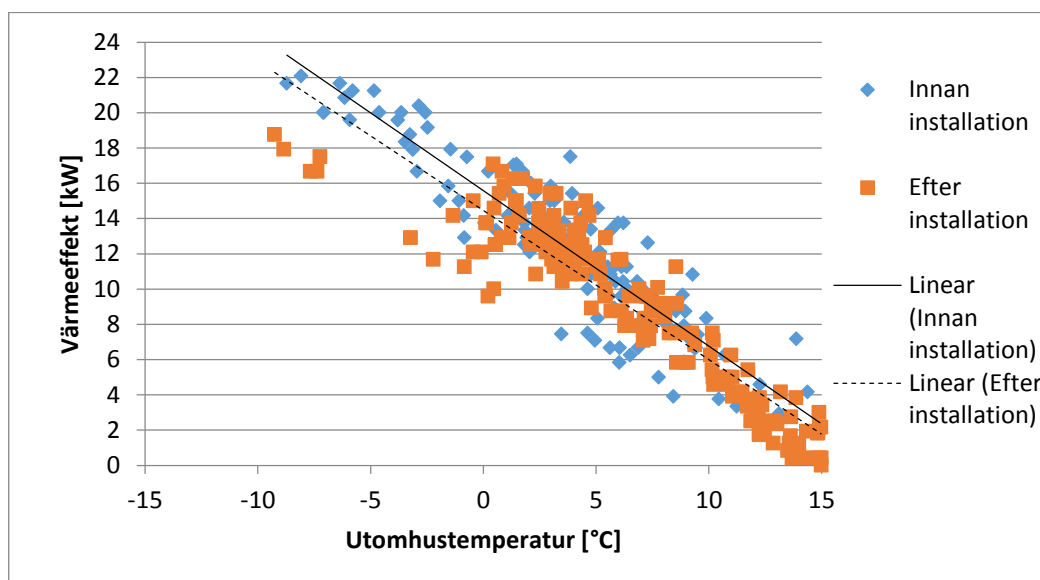


Figur 11: Effektsignaturer före och efter installation under samma temperaturintervall i Parkvillan

Figuren ovan visar på att effektsignaturerna för de olika fallen var lika, men att effektsignaturen efter installation var något lägre än effektsignaturen före installation för utomhustemperaturer över 5 °C.

4.11 Källarbacken

Effektsignaturer före och efter installation av rumskompensering i Larmia kan ses i figuren nedan.



Figur 12: Effektsignaturer före och efter installation av rumskompensering i Källarbacken

Figuren ovan visar att effektsignaturen efter installation av rumskompensering blev lägre över hela temperaturintervallet jämfört med effektsignaturen före installation.

Värmeeffekten vid -15 för effektsignaturen före installation uppgick till 29 kW, vilket var cirka 2 kW högre än effektsignaturen efter installation vid samma temperatur. Båda effektsignaturerna hamnade dock inom samma effektklass, vilket kan ses i tabellen nedan.

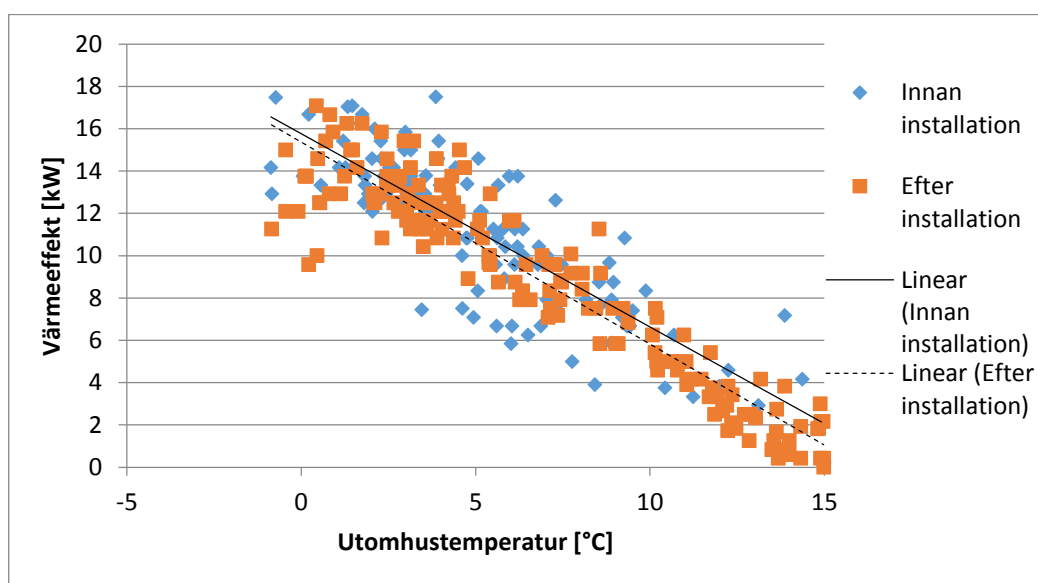
RAPPORT



Tabell 9: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Källarbacken

Fall	Värmeeffekt vid -15 °C [kW]	Värmeeffekt vid -15 °C [W/m ²]	Effektklass
Före installation	29	36	B
Efter installation	27	34	B

Då det förekom relativt få punkter lägre än -1 °C för mätperioden efter installation undersöktes även hur effektsignaturerna påverkades av om ett mindre temperaturintervall användes. Dessa effektsignaturer kan ses nedan.



Figur 13: Effektsignaturer före och efter installation under samma temperaturintervall i Källarbacken

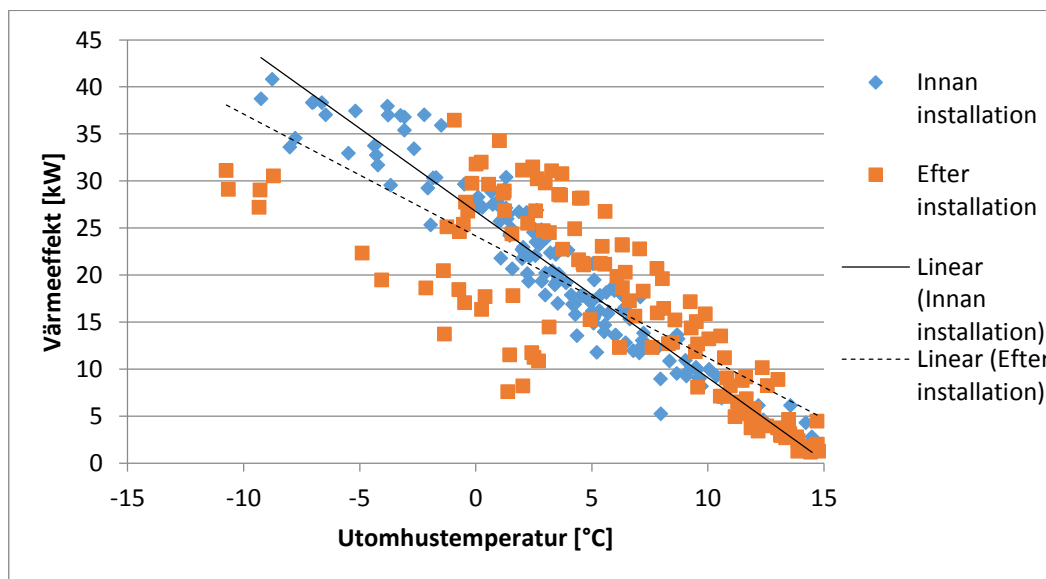
Även om mätpunkter med utomhustemperaturer lägre än -1 °C inte tas med i effektsignaturerna blir effektsignaturen efter installation lägre jämfört med effektsignaturen efter installation.



RAPPORT

4.12 Mästargården

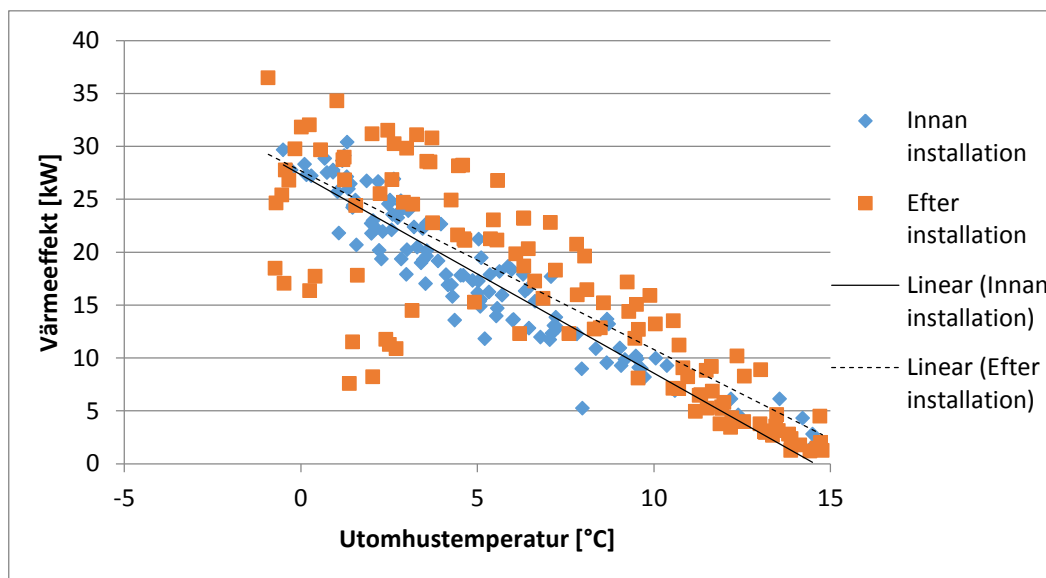
Resultatet från Mästargården kan ses i figuren nedan.



Figur 14: Effektsignaturer före och efter installation av kaskadreglering i Mästargården

Effektsignaturerna före och efter installation av är svåra att jämföra eftersom spridningen på uppmätta effekter och utomhustemperaturer för effektsignaturen efter installation.

Genom att ta fram effektsignaturer under temperaturintervallet -1 – 15 °C fås ett mer tillförlitligt resultat och dessa effektsignaturer kan ses i figuren nedan.



Figur 15: Effektsignaturer under samma temperaturintervall i Mästargården

Figuren ovan visar på att effektsignaturen före installation var lägre än effektsignaturen efter installation under detta temperaturintervall.

Anledningen till de låga mätpunkterna som förekom under mätperioden efter installation har ej kunnat identifieras. En stor del av dessa förekom under senare delen



RAPPORT

av december 2014. Eventuellt kan de låga mätpunkterna berott på att t.ex. inomhustemperaturen sänkts under juledigheten eller motsvarande.

Värmeeffekter i tabellen nedan har beräknats utifrån Figur 15.

Tabell 10: Värmeeffekt vid -15 °C, samt effektklass för Mästargården

Fall	Värmeeffekt vid -15 °C [kW]	Värmeeffekt vid -15 °C [W/m ²]	Effektklass
Före installation	55	40	C
Efter installation	53	38	B

Värmeeffekten vid -15 °C för effektsignaturen före installation uppgick till 55 kW och värmeeffekten efter installation uppgick till 53 kW. Effektsignaturen före installation hamnade i effektklass C och effektsignaturen efter installation blev placerad inom effektklass B.



5 Slutsats

Att jämföra byggnaders värmeanvändning före och efter installation av nya styrsystem är komplext eftersom värmeanvändningen beror på många faktorer. Utomhustemperaturen är en viktig faktor vilket kan korrigeras för genom att normalårskorrigera eller genom att använda effektsignaturer såsom i denna rapport. Det förekommer dock andra faktorer som har en stor påverkan på byggnadens värmeanvändning och som inte tagits hänsyn till i denna rapport. Dessa är t.ex. klimatfaktorer såsom vind och solinstrålning. Ändringar i byggnadernas verksamhet, klimatskal eller installationer påverkar också värmeanvändningen. Driftproblem under mätperiodernas gång kan också påverkat resultatet. Då ovanstående faktorer inte har kunnat kontrolleras i detalj, ökar detta effektsignaturernas osäkerhet. Inomhustemperaturen är också en viktig faktor som inte undersökts i denna rapport. Resultaten i denna rapport ska därför endast ses som indikationer.

Resultat från NODA och Wrangelska palatset är svårtolkat. En tydlig värmebesparing kan inte utläsas. Effektsignaturen efter installation är dock något lägre än effektsignaturen före installation för utomhustemperaturer över cirka 5 °C. Resultatet var sedan omvänt för utomhustemperaturer under 0 °C. Orsaken till detta behöver utredas vidare.

I Hessensteinska palatset var effektsignaturen efter installation av EnReduce lägre än effektsignaturen före installation, speciellt vid högre utomhustemperaturer. Skillnaderna mellan effektsignaturerna före och efter installation av EnReduce avtog sedan vid låga utomhustemperaturer, vilket kan bero på att systemet höll på att trimmas in under de kalla månaderna.

I kv. Västertorn visade på ökad värmeanvändning efter installation av det nya styrsystemet. Då byggnaden genomgick en större renovering mellan mätperioderna är en det svårt att göra en uppskattning angående styrsystemets påverkan på byggnadens värmeanvändning.

Den rumskompassering som installerats i befintligt styrsystem i Rosersberg visar på att det går att uppnå en värmebesparing med styrning som kompenserar framledningstemperaturen mot rådande inomhustemperatur. Då investeringskostnaden för kaskadregleringen var relativt låg kan den vara kostnadseffektivt att installera, speciellt i mindre byggnader. Att installera inomhustemperaturgivare ger också en förbättrad överblick av inomhusklimatet.

Byggnadernas värmebesparingspotential vid installation en ny typ av styrning beror till stor del på byggnadernas rådande energiprestanda. En byggnad som använder mycket värme i förhållande till liknande byggnader har enklare att uppnå en värmebesparing, jämfört med byggnader som redan är relativt väl intrimmade. Ett exempel på detta är Smedsbyggnaden som hade en hög effektsignatur innan installation av kaskadregleringen och där kaskadregleringen kunde dämpa framledningstemperaturen avsevärt.

Denna rapport ämnade till att vara en kvantitativ undersökning där 8 byggnaders värmeanvändning jämfördes före och efter installation av ett system för avancerad värmestyrning. För att få en mer kvalitativ undersökning är det nödvändigt att begränsa framtida undersökningar till ett färre antal byggnader och system.

Utifrån normalårskorrigerad värmestatistik under perioderna jan-apr 2014 resp. jan-april 2015 kunde även en värmebesparing för respektive system beräknas. Fem av de åtta studerade byggnaderna visar på en värmebesparing med 11, 7, 6, 5 och 1



RAPPORT

procent medan tre byggnader har ökat sitt värmebehov med 2, 4 och 6 procent. Utifrån den korta mätperioden och att andra faktorer kan ha påverkat resultaten, är det svårt att dra några entydiga slutsatser av vilken besparing som kan uppnås. Man kan konstatera att hittills uppnådda värmebesparingar understiger de som leverantörerna brukar ange för sina system (15-25 %).

Det ska förtydligas att systemen fortfarande var relativt nyinstallerade och därmed under intrimning under utvärderingsperioden, samt att utvärderingstiden var mycket kort. För att få ett mer entydigt resultat måste utvärderingsperioden genomföras under längre tid och parametrar såsom inomhusklimat m.m. måste övervakas. Dessa system har en ibland en intrimningsperiod som kan uppgå till 1-2 år. Det är möjligt att eventuella värmebesparingar kan bli större efter att intrimningsperioden är klar.

Ett försiktigt antagande baserat på ovanstående utvärdering är att det går att uppnå en värmebesparing på ca 5-10 % under de första månaderna efter installation av ett system med avancerad värmestyrning. Om man omsätter det till SFV:s hela byggnadsbestånd i Sverige skulle det innebära en besparingspotential på ca 6-12 GWh per år.