

# **Genomgång av system för styrning och reglering av byggnaders tekniska system**

En förstudie om smarta kompletterade styrsystem

Version: 0.9

Alla BeBo-rapporter finns att hitta på [www.bebostad.se](http://www.bebostad.se)

2020\_02

Författare: Richard Thygesen, Aktea Energy AB

Granskare: Agneta Persson, Anthesis Enveco AB

2021-01-22

# Innehåll

Bakgrund .....	1
Mål och syfte.....	2
Avgränsning.....	2
Genomförande.....	3
Styr- och reglersystem för byggnader .....	3
Smarta, kompletterande styr- och reglersystem .....	4
Prognosstyrning .....	4
Effektbegränsning.....	5
Energiprisstyrning .....	5
Andra lösningar.....	6
Kommersiella system.....	6
Intervjuer med intressenter .....	6
Intervjuer med fastighetsägare.....	7
Slutsatser och rekommendationer .....	8
Vilka krav bör man som fastighetsägare ställa på ett smart, kompletterande stysystem?.....	9
Goda exempel .....	9
Referenser.....	10

## Bakgrund

Det kommer att bli allt vanligare att investera i avancerade styrsystem som arbetar för att hålla ett behagligt inomhusklimat till så låg energikostnad och klimatpåverkan som möjligt. Det beror inte minst på följande faktorer:

### **Efterfrågefleksibilitet**

Det kommer att bli ett större fokus på efterfrågefleksibilitet på grund av att såväl allt fler industriprocesser som fordonsflottan elektrifieras, vilket riskerar att leda till effektbrist under vissa tider. Vidare riskerar en ökad andel intermittent kraft att förvärra en framtida effektbrist. Detta kommer att leda till en situation där effektkostnader ökar och blir en allt större del av den totala energikostnaden och att det under vissa tider möjligen inte går att få fram den effekt som behövs för alla behov.

### **Klimatförändringar/klimatmål**

På grund av klimatförändringar kommer vi få ett mer oförutsägbart och mer varierande väder. Detta ställer stora krav på styrning av energianvändningen i byggnader för att kunna bibehålla ett bra inomhusklimat och matcha energianvändningen mot intermittent energiproduktion. Ett ökat fokus på att nå fastställda klimatmål kommer att ställa högre krav på resurseffektivitet vilket kan uppnås med hjälp av att styra användning av energi och effekt så att effektoppar kan minskas.

### **Digitalisering**

Den snabba digitaliseringen är ett resultat av allt bättre processorer och billigare sensorer och andra komponenter. Den ökar möjligheterna att sammanställa, analysera och agera på data från ett stort antal källor med hjälp av till exempel maskininlärning som är en teknik inom området artificiell intelligens. Detta ger en större potential för säkra väderprognoser och självlärande system som kan förutse en byggnads energianvändning, vilket i förlängningen leder till bättre prognosstyrning.

Det finns alltså flera stora trender som pekar mot ett större intresse för digitaliserade fastigheter, där till exempel prognosstyrning och effektbalansering är några nyckelfaktorer.

Frågan om smarta kompletterande styrsystem diskuterades på ett möte i BeBo-gruppen i september 2019, och ledde till önskemål om en studie som undersöker möjligheter och hinder för olika tekniker för styrning av byggnaders energianvändning.

## Mål och syfte

Syftet med denna studie är att ge fastighetsägare med flerfamiljshus ett underlag och kunskap för att kunna ta ett helhetsgrepp över styrsystemfrågan i hela fastighetsbeståndet.

I studien har det kartlagts hur olika ägare av flerfamiljshus har använt avancerade styrsystem, inklusive prognosstyrning, effektbalansering, och liknande. Vidare undersöktes fastighetsägares erfarenheter, såväl goda som dåliga, och en analys av vilka delar av tekniken som är mogen och hur lösningarna utvecklas har genomförts. I rapporten lämnas även ett underlag för fastighetsägarnas konkreta digitaliseringsstrategier inom detta område.

Syftet med studien var att svara på följande frågor:

- Vad är ett smart/smartare styr- och reglersystem?  
I dagsläget är det svårt att hitta en generell definition för smarta styr- och reglersystem.
- Finns det goda exempel idag? Finns det saker som inte fungerat och varför?  
Flera av Bebos medlemmar har arbetat inom detta område och har samlat erfarenheter. Även andra ägare av flerfamiljshus kan lämna information.

Tidiga användare av smarta styrsystem inom Bebos medlemsföretag bör ha kunskap att dela med sig om saker som fungerat bra och inte fungerat/ fungerat mindre bra med prognosstyrning och ingående givare (ute, inne). Kunskapen om detta samlas upp och utvärderas.

Även andra ägare av flerfamiljshus kan lämna information.

- Vilka krav bör man ställa?  
I en föränderlig värld med klimatförändringar, resursbrist (till exempel effekt) och en allt snabbare digitalisering blir kravställandet på flexibla, smarta styrsystem allt viktigare. T ex kan öppna APIer vara ett viktigt krav.

## Avgränsning

För att begränsa förstudiens omfång sattes följande avgränsningar:

- Fokus för studien är flerbostadshus

- Ett begränsat antal fastighetsägare tillfrågades om deltagande i intervjuer. Urvalet gjordes utifrån medlemmar i BeBo samt tidigare kontakter i författarens och dess kollegors nätverk.
- Enbart kommersiellt tillgängliga system har tagits med i studien.

## Genomförande

Förstudien genomfördes under december 2020. Följande moment har ingått:

### Litteraturstudie

Syftet med detta arbetsmoment har varit att skapa en bild över kunskapsläget om smarta kompletterande styr- och reglersystem och bättre kunskap om dagens kommersiella system. Tillgänglig litteratur inom området och kommersiella systemlösningar har samlats in.

### Intervjuer

Ett frågeformulär togs fram och användes vid intervjuer med fastighetsägare och leverantörer. På grund av rådande läge har dessa skett via telefon eller e-post. Svaren från intervjuerna har dokumenterats, sammanställts och analyserats. Resultatet från analysen tillsammans med litteraturstudien utgör grunden för resultatet i förstudien. Varje intervju tog ca 30 minuter.

En utvald grupp av fastighetsägande medlemmar i BeBo kontaktades och fick möjlighet att delta i förstudien. Av dessa medlemmar valde fem fastighetsägare att medverka.

### Förslag på övergripande kravställande på system

I den avslutande delen av förstudien togs ett översiktligt förslag fram på vad som bör krävas av smarta kompletterande styrsystem.

## Styr- och reglersystem för byggnader

I byggnader är det främst värme- och ventilationssystem som styrs och regleras, och dessa system har störst påverkan på byggnaders inomhusklimat.

En vanlig typ av reglering av värmesystem i dagsläget är att styra framledningstemperaturen till radiatorer/golvvärme baserat på utomhustemperaturen. Systemet kompletteras ofta med termostatventiler som är maxtemperaturbegränsade.

Dessa system har vissa problem, bland annat kan inte termostatventiler hantera snabba temperaturändringar. Tidigare studier har undersökt olika smarta kompletterande system och erfarenheter bland fastighetsägare, bland annat har Hildebrand (2017) kartlagt kompletterande styrsystem och erfarenheter för vattenburna värmesystem i flerbostadshus. Hon kom fram till att kompletterande system är relativt ovanliga vid tiden för hennes studie, och att fastighetsägarna fäster vikt vid att ha egen kompetens så att de fortsatt kan behålla kontrollen och göra nödvändiga justeringar även efter införande av smarta kompletterande system. En tidigare förstudie inom Bebo utförd av Hellström, Karlsson och Rundqvist (2019) undersökte effektreduceringsmetoder. De fastighetsägare som medverkade i den förstudien tyckte att effektreducering av värme är relativt enkelt att genomföra, bland annat tack vare att lämpliga styrsystem redan finns installerade i byggnaderna.

Större delen av de identifierade tidigare studierna har fokuserat på specifika styrmetoder och hur dessa teoretiskt kan leda till energibesparingar. Bland annat har Andersson (2019) teoretiskt undersökt väderprognosstyrda värmesystem i sitt examensarbete. Andersson har med hjälp av IDA ICE studerat hur stor energibesparing väderprognosstyrda värmesystem ger jämfört med traditionell styrning. Han kom fram till en teoretisk besparing på 2,7-3,4 procent jämfört med konventionell styrning. Herrlin (2017) utvärderade prognosstyrning genom att påvisa hur viktig byggnadens tidskonstant är. Hon identifierade viktiga faktorer för detta, bland annat internvärmens från olika delar.

Haegmark och Edenhofer utförde under 2019 en förstudie om effektreducering i lokalfastigheter. En del av slutsatserna från den rapporten är också viktiga för bostadsfastigheter, bland annat genomgången av olika prismodeller för fjärrvärme. Intervjuszvaren i den förstudien överensstämmer väl med de svar som har getts i denna förstudie, bland annat att kostnadsbesparingar med effektstyrning påverkas av fjärrvärmens prismodell.

## Smarta, kompletterande styr- och reglersystem

Det finns möjlighet att komplettera befintliga system med ytterligare funktioner. Utnyttjande av byggnadens värmetröghet är grunden för alla nedan beskrivna styr- och reglermetoderna. De vanligaste typerna beskrivs nedan.

### Prognosstyrning

Denna form av kompletterande system finns kommersiellt tillgängligt och erbjuds av bland andra Nordomatic (Ecopilot), Egain och Noda (Noda Heat Control).

Systemen baseras på prognoser för solstrålning, utomhustemperatur, vind m.m. Med hjälp av dessa data i kombination med byggnadens tidskonstant kan framtida



värmebehov uppskattas, och på så sätt kan värmeförseln till byggnaden styras för att jämna ut tillförseln och minska den värmeeffekt som tillförs.

Med andra ord utnyttjas byggnadens värmeförsel för att minska mängden tillförd värmeenergi under vissa tider, främst under höst och vår då det kan vara stora temperaturvariationer över dygnet. T.ex. kan det på våren och hösten vara relativt varmt under dagen och kallt nattetid, och i en sån situation kan system med prognosstyrning minska tillförseln av värme under sen natt eller tidig morgon istället för att göra det först när det blivit så pass varmt ute så tillförseln minskar enligt inställd värmekurva.

I framtida applikationer är det möjligt att använda prognosstyrning även på andra sätt, t.ex. genom att låta en värmepump vänta med att bereda tappvarmvatten efter stora uttag på morgonen till förmiddagen då solstrålningen är så stor att en stor del av driftelen kan täckas av ett solcellssystem.

### Effektbegränsning

Denna typ av kompletterande styrning används redan i värmepumpar och fjärrvärmecentraler m.m. Ett exempel på styrstrategi är att prioritera tappvarmvattenproduktionen genom att slå av värmeförseln under tappvarmvattenproduktion. Då utnyttjas byggnadens värmeförsel och toppeffektbehovet i byggnaden minskas.

Ett annat mer direkt sätt att styra för effektbegränsning är att minska tillförd effekt och acceptera en viss temperatursänkning i byggnaden. Detta kan också göras baserat på data över tillgång och efterfrågan (demand response).

För att begränsa effektbehovet kan inte byggnadens värmeförsel utnyttjas. För en sådan begränsning behövs energilagring.

Utöver styrning kan tillförd värmeeffekt minskas genom förbättring av byggnadens klimatskal.

### Energiprisstyrning

Denna typ av styrning fungerar i princip på samma sätt som prognosstyrning och nyttjar delvis byggnadens värmeförsel. Nordpools elspotpris laddas ner ett dygn i förväg från Nordpools databas, och den utrustning och de installationer där det finns möjlighet att variera driften körs enligt ett schema med drift vid låga spotpriser.

Exempel på detta är värmepumpar som utnyttjas maximalt, och ackumulerar värme, t.ex. i ackumulatortankar, under perioder av låga elpriser och står stilla under perioder med höga elpriser. Ett annat exempel är elbilsladdare som varierar tidpunkten för

laddningen baserat på elpriset. I kombination med energilager är det också möjligt att ladda lagret under lågt elpris och ladda ur under högt elpris.

### Andra lösningar

En vanlig lösning som normalt inte räknas till gruppen smarta kompletterande styr- och regler-system är ett system där värmereglering kompletteras med temperaturgivare inomhus i varje lägenhet. Denna lösning minskar det totala värmeeffektbehovet indirekt genom att minska problematiken med övertemperaturer i byggnader.

## Kommersiella system

I Tabell 1 presenteras leverantörer av styrsystem. En del leverantörer har inte tagits med i tabellen på grund av att deras produkter inte ännu är kommersiellt tillgängliga marknaden. Ett exempel är Myrspoven som bland annat arbetar med användningsflexibilitet och har en del pilotprojekt i drift.

Tabell 1

Tillverkare	Typ av styrsystem	El/Värme
Egain	Prognosstyrning	Värme
Nordomatic	Prognos-/effektstyrning	Värme och el
Enreduce	Inomhustemperatur	Värme
Power2U	Prognos-/effektstyrning	Värme och el
Nordiq	Effektstyrning	Värme
Noda	Prognosstyrning	Värme
Erab	Prognosstyrning	Värme

## Intervjuer med intressenter

I denna förstudie har intervjuer med fastighetsägare utförts. En utvald grupp av medlemmar i BeBo har kontaktats för intervju om deras kunskapsnivå smarta styr- och regler-system, hur långt de kommit med eventuell implementering kring dessa system samt erfarenheter. Fem av BeBo-medlemmarna har valt att medverka i intervjuerna.



## Intervjuer med fastighetsägare

Fastighetsägarnas svar har anonymiserats i denna förstudierapport.

I intervjuerna har enbart öppna frågor ställts. Detta för att inbjuda till en diskussion om ämnet. Intervjuerna tog i genomsnitt 30 minuter att genomföra.

En viktig slutsats från intervjuerna är att dessa fastighetsägare vid en första fråga inte har implementerat några smarta kompletterande styrsystem i sina bestånd. Men i diskussionerna framkommer det att alla de intervjuade fastighetsägare använder inomhusgivare för temperatur för att på så sätt påverka framledningstemperaturen till byggnadernas värmesystem. Vissa av de intervjuade fastighetsägarna har givare i varje lägenhet i hela sitt bestånd medan andra inte riktigt nått dit. Alla de intervjuade fastighetsägarna strävar dock mot att implementera detta i hela fastighetsbeståndet.

De fastighetsägare som har kommit längst med att implementera inomhusgivare garanterar också sina hyresgäster en specificerad inomhustemperatur. Samtliga fastighetsägare har i första hand installerat inomhusgivare för att på ett enkelt sätt kunna visa sina hyresgäster att de har rätt temperatur inomhus. En möjlig energi-/effektbesparing tycks komma i andra hand, och enbart en av de intervjuade fastighetsägarna har utvärderat om styr- och reglersystemet kompletterat med inomhusgivare ger någon kostnadsbesparing.

Alla de intervjuade fastighetsägarna ska testa, testat eller har testat andra typer av smarta kompletterande styrsystem. En fastighetsägare har installerat en lösning från Egain i delar av sitt fastighetsbestånd, och upplever att det fungerar bra och är ganska självgående men systemet har inte utvärderats.

De fastighetsägare som redan har testat kompletterande styrsystem har valt att inte gå vidare med de testade typerna av styrsystem. Anledningarna till detta är bland annat att det ansågs vara för mycket arbete med implementeringen, att det i kombination med garanterad inomhustemperatur inte gav några större minskningar av effektbehovet och att fjärrvärmesystemet var utformad så att kostnaden för värmeeffekten inte minskade.

En annan synpunkt som kom fram vid intervjuerna var att de kompletterande systemen kräver ökad kunskap om byggnaderna, till exempel i form av dess effektsignatur. Några fastighetsägare uttryckte skepticism mot smarta kompletterande styrsystem, känslan var att systemen inte levererar vad som utlovas av leverantörerna och att det är krångligt att få systemen driftsatta.

De system som testats eller ska testas av de intervjuade fastighetsägare tillhandahålls av Egain och Myrspöven, men det finns ännu inte några utvärderingar från dessa test.

I intervjuerna tillfrågades fastighetsägarna också vilka leverantörer av smarta kompletterande styrsystem de känner till. Graden av kännedom varierar. De flesta av de intervjuade fastighetsägarna känner till en eller två leverantörer.

En sammanfattning av intervjuvaren är:

- Fastighetsägarna definierar smarta kompletterande styrsystem olika
- Fastighetsägarnas kännedom om leverantörer av smarta kompletterande styrsystem är begränsad
- Det finns en viss skepsis mot smarta kompletterande styrsystem
- De fastighetsägare som har testat smarta kompletterande styrsystem har inte valt att gå vidare och implementera systemet bredare i sitt fastighetsbestånd
- De flesta av de intervjuade fastighetsägarna planerar att testa alternativt testat olika system.

## Slutsatser och rekommendationer

Baserat på litteraturstudien och intervjuerna med fastighetsägare är de övergripande slutsatserna att det finns en osäkerhet om vad smarta kompletterande styrsystem är samt att dessa system används i relativt liten utsträckning. Denna slutsats förstärks genom en kontroll av leverantörernas omsättning och uppgifter på deras hemsidor om antal uppkopplade fastigheter.

Intervjuvaren indikerar också att det finns en okunskap om vilka leverantörer och kommersiella system som finns tillgängliga på marknaden.

Anledningen till relativt låg användning tycks vara fastighetsägarnas skepticism samt att tester av till exempel effektstyrning inte ger den besparing man initialt hoppats på.

Generella rekommendationer:

1. En definition av smarta kompletterande styrsystem bör tas fram. Denna förstudie föreslår följande definition: Ett system som kompletterar konventionella styr- och reglersystem med effekt-, energi och/eller el-begränsande funktioner.
2. Fastighetsägarnas generella kunskap om smarta kompletterande styr- och reglersystem behöver höjas. Detta kan till exempel ske genom kurser, seminarier eller andra typer av informationsinsatser.
3. Fastighetsägare bör samarbeta och enas om tekniska anvisningar för smarta kompletterande styrsystem för att på det sättet driva fram mer öppenhet och transparens i systemen.

4. I denna förstudie ges generella rekommendationer på kravställning av smarta kompletterande styr- och reglersystem. Dessa bör utvecklas och definieras mer detaljerat tillsammans med fastighetsägarrepresentanter.
5. Det behövs nya utvärderingar av system eller kanske befintliga demonstrationssystem som utvärderas igen bland annat för ökad kunskap och tydligare utvärderingsresultat för att möta fastighetsägarnas skepticism.

## Vilka krav bör man som fastighetsägare ställa på ett smart, kompletterande styrsystem?

Följande översiktliga krav bör fastighetsägare ställa på ett smart kompletterande styrsystem:

- Hårdvaran bör vara fritt programmerbar och följa industriell standard
- Hårdvaran bör kommunicera med öppna gränssnitt
- Eventuella applikationer bör ej vara beroende av specifik leverantör/produkt
- Eventuell programvara/källkod ska överlämnas till beställaren
- Transparent och lättanvänt

Ovanstående krav ger ett flertal fördelar:

- Det ger en stor flexibilitet gällande hårdvaran i de underordnade systemen, vilket ger en ökad möjlighet att konkurrensutsätta inköp.
- Systemet är flexibelt med avseende på nya funktioner.
- Fastighetsägaren har större kontroll över och det mer transparens i systemet.

Ovanstående krav ger följande nackdelar

- Inga leverantörer uppfyller i dagsläget fullt ut de krav som specificeras i denna förstudie
- Högre krav på beställar- och teknisk kompetens

## Goda exempel

I denna förstudie har inga goda exempel kunnat identifieras. Det betyder dock inte att det saknas goda exempel utan att de intervjuade fastighetsägarna inte har några goda exempel att delge. Ett bra exempel från en fastighetsägare som inte medverkade i intervjuerna är Ronnebyhus som tillsammans med Ronneby Miljö och teknik styr värmeeffektbehovet i Ronnebyhus fastigheter. Det har både lett till minskat effektbehov och minskat behov av spetslast i fjärrvärmesystemet.

Ett annat exempel är Örebrobostäder som har arbetat med kompletterande styrning under lång tid, bland annat med effektstyrning. Genom sina energiåtgärder har Örebrobostäder sänkt sina energikostnader med ca 82 miljoner kronor per år.

## Referenser

Andersson V. 2019. Väderprognosstyrda värmesystem i byggnader. En jämförelse mot traditionell styrning. <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:1335439/FULLTEXT01.pdf> (Hämtad 2020-12-14)

Haegermark M och Edenhofer V. 2019. Effektreducering i lokalfastigheter – Förstudie om erfarenheter och intresse av olika metoder för att minska effekttoppar. [http://belok.se/download/Belok\\_Effektreduceringsmetoder\\_Slutrapport-191125.pdf](http://belok.se/download/Belok_Effektreduceringsmetoder_Slutrapport-191125.pdf)

Hellström C, Karlsson J, Rundqvist M. 2019. Effektreduceringsmetoder. <https://www.bebostad.se/media/4370/effektreduceringsmetoder-f%C3%B6rstudie-2019-12-20.pdf> (Hämtad 2020-12-14)

Herrlin E. 2017. Alternativa reglermetoder för en energieffektiv byggnad. <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1143765/FULLTEXT02.pdf>. (Hämtad 2020-12-14)

Hildebrand E. 2017. Kompletterande styrsystem för vattenburna värmesystem i flerbostadshus. <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOID=8926515&fileOID=8926900> (Hämtad 2020-12-14).