

Effektreduceringsmetoder

Förstudie

Version: 1.0

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

Projektnr

Författare: Chris Hellström, Jenny Karlsson,
Martin Rundqvist

Granskare: Agneta Persson

Aktea Energy & Anthesis

2019-12-31

Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning.....	2
1 Bakgrund	3
2 Mål och syfte.....	4
3 Avgränsning.....	5
4 Genomförande	6
5 Effektreduceringsmetoder	7
5.1 Energilagring för el.....	8
5.2 Energilagring för värme	10
5.3 Effektstyrning.....	13
5.4 Efterfrågefleksibilitet	13
5.5 Lastväxling uppvärmning	14
5.6 Minskning av installerad effekt.....	14
5.7 Sammanfattning effektreduceringsmetoder	14
6 Energiberäkningsprogram PRISMO	15
6.1 Prismodeller	15
7 Intervjuer med fastighetsägarna	17
7.1 Effektstyrning värme.....	17
7.2 Effektstyrning el (ej värme).....	19
7.3 Uppskattning av lönsamhet	20
7.4 Om förutsättningar och skillnader mellan äldre och nyare byggnader ..	20
7.5 Utmaningar och förutsättningar	20
8 Intervjuer med leverantörer	21
8.1 Förutsättningar hos fastighetsägaren ur leverantörernas synvinkel	22
8.2 Utmaningar och begränsningar	23
8.3 Vad är den främsta fördelen med respektive leverantörs produkt och/eller tjänst?	24
9 Slutsatser och rekommendationer.....	25
10 Referenser.....	30
Bilaga 1 – Fastighetsägare och leverantörer.....	31
Bilaga 2 – Intervjufrågor	32
Bilaga 3 Prismodeller för el och värme	34

Förord

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

BeBos aktiviteter ska genom samlad beställarkompetens leda 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.

Denna förstudie vill öka kunskapen kring effektreduceringsmetoder genom att tillgängliggöra en översikt av metoder, erfarenheter kring dessa, och kommentarer kring dessa metoders möjlighet till kostnadsreducering i relation till dess ungefärliga investeringskostnad.

Sammanfattning

Denna förstudies målsättning är att öka kunskapen kring effektreduceringsmetoder genom att tillgängliggöra en översikt av metoder och erfarenheter kring dessa.

Förstudien syftar till att besvara bland annat följande frågor:

- Vilka lösningar och tekniker för lagring av värme och el kan vara lämpliga för befintliga och nya flerbostadshus?
- Vilka alternativa lösningar och strategier finns för att minska belastning till fjärrvärme- och elnätet och dess potential
- Vilken potential har olika åtgärder för att jämna ut effektuttag och dess kostnadsminskning, samt vad krävs för integrering i nya och befintliga fastigheter?
- Kan energikostnadsberäkningsprogrammet PRISMO appliceras som kostnadsberäkningsprogram avseende åtgärder för effektreducering och användas i en större skala än vad som tidigare gjorts?

Inom förstudien genomfördes en litteratursökning samt intervjuer med fastighetsägare och leverantörer av utrustning för effektstyrning av värme och el.

Förstudien beskriver olika tekniker för effektreducering bland annat batterilagring för el, värmelagring i byggnader och borrhål samt lastväxling. Dessutom återges erfarenheter från fastighetsägare och leverantörer.

Systemen för att få styrning av värme att fungera är relativt enkla och ofta finns lämpliga styrsystem redan installerade i byggnaderna. På elsidan uttryckte flera fastighetsägare utmaningen med att styra eleffekt som inte har samband med värme.

Det visade sig att energileverantörernas prismodeller i hög grad påverkar fastighetsägarnas incitament till att effektreducera. Energiberäkningsprogrammet PRISMO kan inte hantera besparingspotential för effektreducering i en del prismodeller.

För att effektreducering med hjälp av värmelagring ska vara framgångsrikt krävs hänsyn till hyresgästerna, men även insikten att saker tar tid att lära sig och att det kan ta tid innan resultaten kan ses. På tekniksidan är lägenhetsgivare oftast nödvändiga. Befintliga styrsystem som är yngre än tio år kan oftast användas för effektstyrning. Att styra värme fungerar i både äldre och nya hus.

Förstudien har mynnat ut i flera idéer för framtida projekt.

1 Bakgrund

I Sveriges kalla klimat kräver ett gott inomhusklimat en stor värmeförsörjning, särskilt de kallaste vinterdagarna. Detta innebär ett stort effektbehov. De kallaste dagarna ger upphov till så kallade effekttoppar i värmebehovet. Dessa effekttoppar kan stå för en stor andel av effektbehovet, men står bara för någon enstaka procent av energibehovet.

För fastighetsägare kan effekttopparna innebära stora kostnader i form av en specifik effektagift som många fjärrvärmebolag på senare tid börjat införa i sin debitering.

Liknande problematik föreligger för effektuttag gällande elen, där utvecklingen på senare tid gått mot att det blivit vanligare med särskilda effektagifter även i säkringsabonnemang. Detta utreddes bland annat i Belok-förstudien om Effekthantering i lokaler (Termens) från 2017. Effekttoppar är inte bara kostsamma utan ofta också ett miljöproblem och den största orsaken till leverantörernas höga klimatpåverkan. Detta eftersom fossila bränslen såsom naturgas och fossilolja är överrepresenterade i topplastproduktionen, både vad gäller fjärrvärme och el.

Traditionellt har fokus för effektiviseringsinsatser i fastigheter legat på att minska energibehovet, men inte lika mycket på att minska effektbehovet. Minskade effekttoppar har blivit av stort intresse för BeBos medlemmar, som efterfrågar metoder, åtgärder och lösningar för att möta de ökade kostnaderna och minska klimatpåverkan från köpt energi.

Effektreducering kan göras på tre övergripande sätt; antingen mindre installerad eleffekt, effektstyrning eller energilagring.

Att minska värmeeffekttoppar i fastigheter genom att styra elanvändning och värmesystem på ett smart sätt och/eller lagra värme är ett viktigt komplement till traditionella energieffektiviseringsåtgärder.

Det finns ett tydligt och uttalat behov och önskemål från medlemsföretagen inom BeBo att arbeta med effektreduceringsmetoder. Till exempel var detta en av projektidéerna som diskuterades på medlemsmötet i BeBo, i februari 2019. Effektreduceringsfrågan är också fokus i en av de valbara modulerna i SABOs Klimatinitiativ.

2 Mål och syfte

Förstudiens mål är att öka kunskapen kring effektreduceringsmetoder genom att tillgängliggöra en översikt av metoder och erfarenheter kring dessa, samt kommentarer kring dessa metoders möjlighet till kostnadsreducering.

Förstudien ska även resultera i en rekommendation för framtida projekt (för ansökan via exempelvis E2B2) för att testa och utvärdera ett antal effektreduceringsmetoder i bostäder.

Förstudien syftar till att besvara bland annat följande frågor:

- Vilka lösningar och tekniker för lagring av värme och el kan vara lämpliga för befintliga och nya flerbostadshus?
- Vilka alternativa lösningar och strategier finns för att minska belastning till fjärrvärme- och elnätet och dess potential (till exempel utnyttjande av fjärrvärmereturledningar, skiftning mellan el och fjärrvärme för uppvärmning, efterfrågefleksibilitet, m.m.)?
- Vilken potential har olika åtgärder för att jämna ut effektuttag och dess kostnadsminskning, samt vad krävs för integrering i nya och befintliga fastigheter?
- Kan energikostnadsberäkningsprogrammet PRISMO appliceras som kostnadsberäkningsprogram avseende åtgärder för effektreducering och användas i en större skala än vad som tidigare gjorts?

PRISMO är ett prototypverktyg som år 2017 togs fram åt BeBo inom förstudien *Kostnadsbesparing vid energieffektivisering i förhållande till differentierade el- och fjärrvärmepriser*. Verktöget är ett förslag på hur problematiken med de varierande energiprismodellerna skall kunna hanteras. Det utvecklades inom ett exjobb av två studenter från LTH som handleddes inom förstudien. I verktöget finns möjligheten att välja olika prismodeller och detaljerat föra in kostnaderna för effekt och energi.

Genom att fylla i energistatistik kan en beräknad energikostnad fås fram. Möjligheten att föra in energistatistiken före och efter en åtgärd finns för att beräkna fram energi- samt kostnadsbesparingen, uppdelat som såväl energi- som effektkostnad. PRISMO används ej för beräkning av effekt- eller energibesparing.

3 Avgränsning

För att begränsa förstudiens omfång sattes följande gränser:

- Enbart metoder att effektreducera i större fastigheter eller möjligheter för leverantörer att styra bort effekttoppar studerades.
- Metoder för att reducera effektbehovet genom att exempelvis installera mer energisnål utrustning eller förbättra klimatskal behandlas inte i denna rapport.
- Ett begränsat antal fastighetsägare tillfrågades om deltagande i intervjuer. Urvalet gjordes utifrån medlemmar i BeBo samt tidigare kontakter i författarnas nätverk.
- Leverantörer erbjöds via BeBos hemsida och LinkedIn att kontakta projektledarna för deltagande i studien. Dessutom lades några leverantörer till efterhand som de intervjuade fastighetsägarna nämnde eller där litteraturstudien pekade ut leverantörer eller tekniker. Det gjordes ingen djupgående analys eller sökning efter ett större antal leverantörer och urvalet är på så vis begränsat.

4 Genomförande

Förstudien genomfördes under september – november 2019 och slutrapporterades i december 2019.

Litteraturstudie

Förstudiearbetet inleddes med en litteraturstudie för att samla information om dagens tillgängliga tekniker och/eller tjänster för effektstyrning av värme och el.

Intervjuer

Två frågeformulär sammanställdes, ett till gruppen fastighetsägare och ett till gruppen leverantörer. Frågeformuläret användes sedan i en rad intervjuer som genomfördes framförallt via telefonsamtal men även över mejlkonversationer. Intervjusvaren dokumenterades och svaren tillsammans med litteraturstudien ligger till grund för den information som återges i denna förstudierapport.

Nära 40 fastighetsägare och tolv leverantörer (av energi, produktlösningar och tjänster) identifierades. Fastighetsägarna i denna förstudie kommer både från allmännyttan och den privata marknaden. Medlemskap i BeBo krävdes inte för deltagande i studien.

Av de cirka 50 organisationer som kontaktades så genomfördes tio intervjuer, några fastighetsägare svarade via mejl. Av resterande fastighetsägare svarade cirka hälften att de inte ännu påbörjat arbetet med effektreducering eller nyss påbörjat och därför hade för lite erfarenhet. De övriga svarade inte på mejl och gick inte att nå per telefon. Då tiden för uppdraget var begränsat gjordes ingen utökning av listan med fastighetsägare. Av leverantörerna svarade sju, de flesta genom intervju.

Simuleringar med Prismo

Simuleringar genomfördes i PRISMO med teoretiska värden för en fastighet och olika prismodeller för fjärrvärme och el testades.

5 Effektreduceringsmetoder

I flerbostadshus har fastighetsägare generellt effekttoppar för både el och värme på morgonen samt eftermiddagen under vardagar och ett mer varierat behov under helgdagarna. Effekttopparna inträffar i dessa mönster eftersom många personer har liknande dygnsrutiner på veckodagarna. Effekttoppar för el uppstår exempelvis när hyresgästerna tvättar, lagar mat, tänder belysning eller använder elkrävande utrustning. Detta sker oftast morgon och kväll. Effekttoppar för värme uppträder vid uttag av tappvarmvatten, även detta oftast morgon och kväll.

Storleken på effektuttaget när det gäller el beror för fastighetsägarens del på om fastighetsägarens abonnemang omfattar all elenergi¹ eller bara fastighetsel², samt om el används för värmeproduktion.

Om värmen inte produceras i byggnaden utan tillförs utifrån genom exempelvis fjärrvärme, måste leverantören av fjärrvärme öka värmeleveransen vid ett ökat effektuttag. Värmeenergin som produceras vid effekttoppar är den energiproduktion som ger upphov till störst miljöpåverkan. Detta beror på att spetsenergin oftast är av fossilt ursprung då den snabbt kan tillföras systemet och reglera energi och effektuttag på marknaden. Detta är anledningen till att alltför många fjärrvärmeleverantörer börjat införa en specifik effektagift, något som bland annat visades i BeBo-förstudien *Verkliga kostnader för fjärrvärme och el* (Karlsson, 2017). För fastighetsägare kan effekttopparna innebära stora kostnader. I en del prismodeller för fjärrvärme sätts effekttaxan baserat på de tre högsta effektuttagen under den senaste tolv månadersperioden. Detta gör att effekttoppar på värmesidan kan vara extra intressanta att minska, då kostnaderna för ett fåtal dagars höga uttag kan leda till höga kostnader under ett helt år framåt i tiden.

Idag finns en variation av metoder för att reducera effekttoppar, antingen via installation av mindre effekt, effektiv styrning och/eller via olika energilagrande tekniker. Genom att lagra energin och sedan använda den när behovet är som störst, undviks att tillfälligt öka produktionen av el- eller värmeenergi. För att kunna hantera effekttopparna med hjälp av energilagring krävs en energilagringsteknik som kan lagra energi i upp till minst ett par timmar.

¹ All elenergi inkluderar även hushållsel/lägenhetsel.

² Fastighetsel inkluderar el för drift av pumpar, fläktar, hissar, belysning i trapphus och utomhus, motorvärme, ibland laddstolpar, utrustning för avisning av hänggrännor och stuprör

I litteraturstudien hittades ett flertal möjligheter till att effektreducera genom lagring i större skala. Nedan beskrivs principerna för teknikerna, i kapitel 9 diskuteras vilka av dessa som i dagsläge är användbara för bostadsfastigheter.

5.1 Energilagring för el

Fyra fysikaliska principer finns för att lagra energi som kan omvandlas till elenergi; mekaniska, elektriska, elektrokemiska/elektromekaniska och kemiska.

Till den mekaniska tekniken finns svänghjul, pumpvattenkraft och tryckluft. Elektriska alternativ är SMES, magnetisk energilagring med hjälp av supraledare (Superconducting Magnetic Energy Storage), och superkondensatorer. På den elektrokemiska sidan finns batterier i olika former; bly-syra-batterier, flödesbatterier, natriumsvavelbatterier och litiumjonbatterier. Ett kemiskt alternativ till energilagring är vätgas. Rapporten *Effekthantering i lokaler* (Termens, 2017) sammanfattade de olika energilagrande metoderna med hjälp av nedanstående tabell:

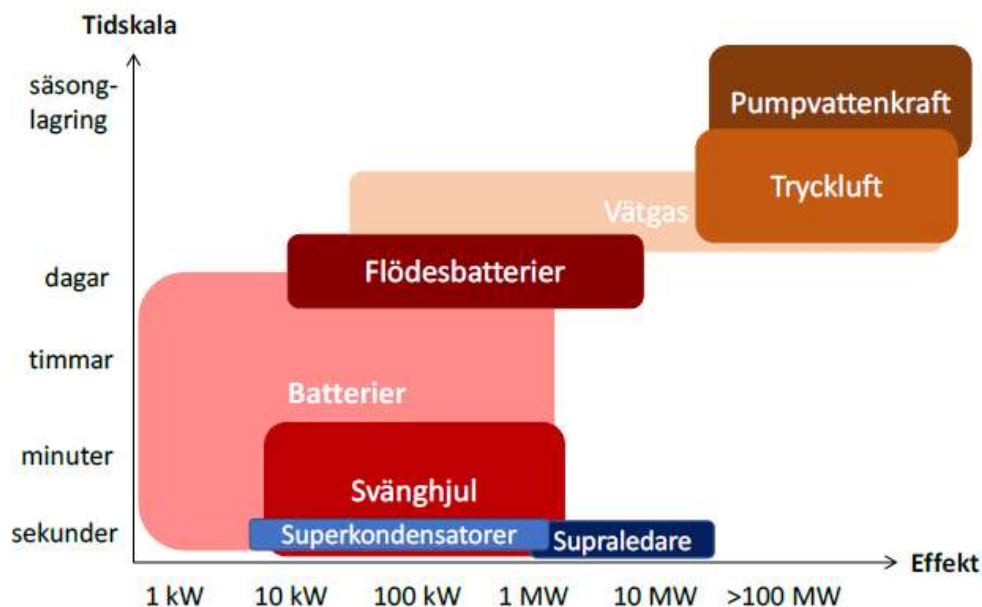
Tabell 1. Vanligaste energilagringsteknikerna för användning till elproduktion enligt (Termens, 2017)

Mekanisk	Pumpvattenkraft: Här utnyttjas vatten som flyttas mellan två reservoarer i höjdled. Vid elöverskott pumpas vatten upp till den övre reservoaren och vid elbehov (effektbehov) rinner vattnet tillbaka till den lägre reservoaren och alstrar el via en turbin.
	Tryckluft: när det finns överskott på el i systemet komprimeras luft i grottor, akviferer eller dyl. med hjälp av en eldriven kompressor. Vid hög efterfrågan av el utnyttjas trycket i en turbingenerator för att producera el.
	Svänghjul (flywheel): en tung svängmassa med mycket lågt motstånd kopplad till en elmaskinsrotor lagrar energi genom att accelereras snabbt. När elbehov uppstår bromsas elmaskinen och el produceras med hög effekt.
Elektromekaniska	Blybatterier: blysyrabatterier är en enkel och mogen teknik som har relativt låg energidensitet och urladdningshastighet samt kort livslängd.
	Li-jonbatterier: litiumjonbatterier har bättre egenskaper än konventionella blybatterier.
	Natriumsvavelbatterier: smält salt-batterier av flytande natrium och svavel som kräver temperaturer över 300 °C. Används i storskaliga anläggningar.
	Flödesbatterier (Redox-batterier): batteri som består av separata tankar där flytande elektrolyter lagras och en battericell där reaktionen sker.

Elektriska	Superkondensatorer: kondensatorer med stor inre yta som snabbt (få sekunder) kan laddas ur, och som har längre livslängd än batterier, men lägre energitäthet.
	Supraledande magneter (SME): magnetisk energilagring med hjälp av supraledare med hög urladdningshastighet som kan användas för högspänningsapplikationer.
Kemisk	Vätgas: el används för att producera vätgas av vatten genom elektrolys. Vätgasens energi förvandlas sedan till el i en bränslecell. Processen har låg total verkningsgrad.

Inte alla tekniker som beskrivs i Tabell 1 lämpar sig för energilagring i fastigheter. De olika teknikerna skiljer sig även åt i vilken tidsskala de möjliggör lagring och vilken effekt de kan täcka upp. Bäst potential för bostadsfastigheter har tekniker som kan lagra energi under minst ett par timmar. Även de ekonomiska aspekterna är viktiga vid val av lämplig energilagringsteknik. I Figur 1 visas vilka tekniker enligt Termens kan tillämpas för flerbostadshus.

Figur 1. Illustration över vilken användningstid och effektkapacitet de olika energilagren har. (Termens, 2017)



De tekniker som idag tillämpas i Sverige på fastighetsnivå är batterilagring (vanligtvis blybatterier och litiumbatterier) och vätgas.

5.2 Energilagring för värme

Värmeeffekttoppar under vardagar sker generellt morgon och kväll i flerbostadshus när många ska använda varmvatten samtidigt. För att undvika dessa toppar behöver antingen mängden tillförd värme eller mängden tillfört varmvatten minska. Att plocka bort varmvatten när de boende vill duscha är inte ett lyckosamt alternativ, då återstår det att reglera värmen på något vis för att styra undan effekttoppen.

För att lagra värmeenergi finns tre olika möjligheter; sensibel, latent eller kemisk värmelagring.

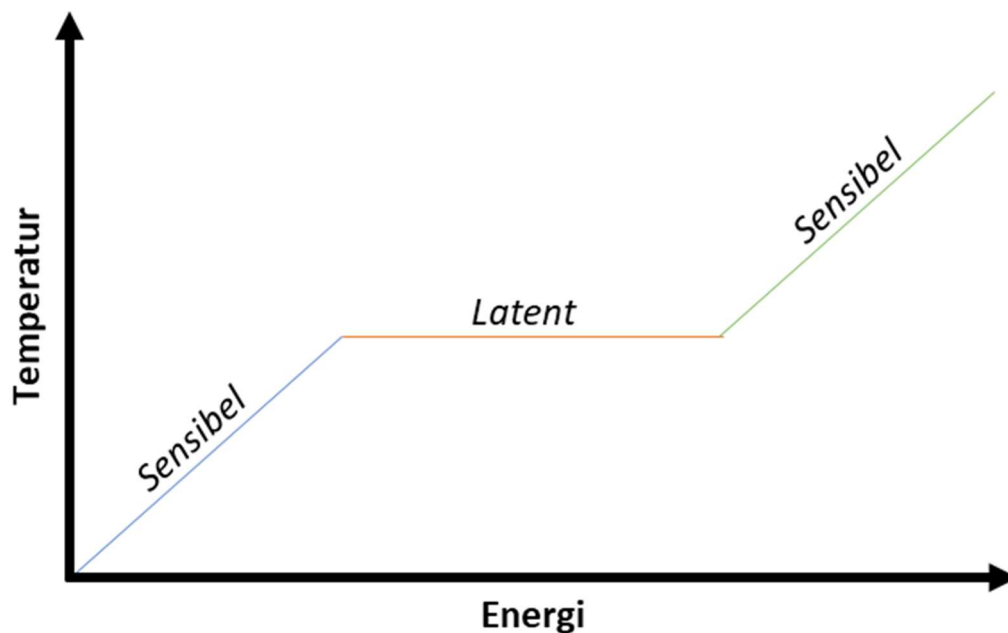
Sensibel värmelagring innebär att ett medium lagrar energi utan att genomgå en fasomvandling, exempelvis när vatten värms. Värmelagringen sker i form av att mediet höjer sin temperatur. När värmen ska avges sänks temperaturen på lagret. För att sensibelt lagra värme kan man exempelvis använda sig av ackumulatortankar, akvifer och borrhål.

Latent värmelagring sker när ett medium lagrar energi genom att genomgå en fasomvandling, temperaturen höjs inte under denna process utan materialet ändrar enbart fas och på så vis kan energiinnehållet öka. Ett exempel är när is smälter till vatten. Material som kan användas för latent värmelagring är exempelvis salter. Se

Figur 2. Illustration över sensibel och latent värmelagring i medium när energi tillförs eller avgår.

för illustration av sensibel och latent värmelagring.

Figur 2. Illustration över sensibel och latent värmelagring i medium när energi tillförs eller avgår.



Kemisk värmelagring sker när en kemisk reaktion används för att lagra värme, den kemiska reaktionen ska vara reversibel för att värmen som lagras ska kunna avges.

Kostnaden för dessa tre olika tekniker skiljer sig åt, vilket även energilagringsskapaciteten gör. Idag är det till största delen sensibel värmelagring som används på grund av enklare och billigare teknik, se Tabell 2.

Tabell 2. Jämförelse mellan termiska värmelagrande principer, information hämtad från Jernkontorets Energihandbok.

Värmelagringsmetod	Kapacitet	Effektivitet	Kostnad [SEK/kWh]
Sensibel värmelagring	10 - 20 kWh/ton	50 - 90%	1 - 100
Latent värmelagring	≤ 100 kWh/m ³	75 - 90%	100 - 500
Kemisk värmelagring	≤ 250 kWh/m ³	75 - 100%	80 - 1000

5.2.1 Sensibel värmelagring

I *Buildings av Thermal Energy Storage* (Kensby, 2015) undersöks effekten av att under kortare perioder över- eller undervärma byggnader. Övervärmningen, eller den så kallade laddningen, sker under perioder när behovet och möjligen även

energipriserna är lägre, exempelvis nattetid. När behovet av varmvatten drar igång på morgonen styrs den tillförda värmeenergin om till att fokusera på tappvarmvattenproduktionen och inte på uppvärmning. Byggnaden undervärms då (laddas ur). Den energi som laddades under natten nyttjas därmed och på så vis undviks en effekttopp i fastigheten på morgonen. Studien visar att om värmesystemet kan ladda med 0,1 kWh/m²golvyta blir värmevariationen i innetemperaturen inom $\pm 0,5$ °C under i- och urladdningscykeln. Ju tyngre byggnad det är, desto bättre värmelagrande egenskaper har den. Detta möjliggör för undervärmning under längre perioder utan att det leder till stora avvikelser i inomhustemperaturen. Med detta nyttjas byggnadens energitröghet. I praktiska försök under Kensbys studie laddades byggnader under nio timmar, laddades ur under nio timmar och körde normal drift resten av tiden. Det nämns även kortare perioder av urladdning från andra studier i ämnet. Kensby drar slutsatsen att om 20 % av all uppvärmd golvyta tillhörande Göteborg Energis fjärrvärmenät kan styras på samma vis skulle den dagliga lastvariationen minska med 50 %.

Denna teknik med förebyggande laddning i byggnaden kan både tillämpas på enskilda byggnader eller i större skala. Ett par energileverantörer erbjuder numera kunder inom vissa områden överordnad styrning av värmetillförseln. Då kan effekttoppar inom ett större fastighetsbestånd kontrolleras och detta vinner både fastighetsägare och energibolag på. Fastighetsägarna undviker effektagifter och energibolagen minskar behovet av tillgänglig effekt och användning av spetslast.

Varmvatten kan även prioriteras under perioderna med lasttoppar utan att först ladda in värme. Skillnaden mot att inte ladda byggnaden innan är att det finns mindre energi lagrad, vilket leder till att byggnaderna inte kan hålla inomhustemperaturen lika länge. Har byggnaden ett bra klimatskal och en tung stomme med god värmelagrande kapacitet, kan den ändå klara sig upp till flera timmar utan att inomhustemperaturen sjunker för mycket.

Borrhåslager

Ett sätt att lagra sensibel värme är att ladda energi i borrhål under sommarperioden när energin är billigare att producera. Befintliga borrhål kan användas och energin kan tas ut för att undvika effektagifter. Smart styrning krävs för att detta ska fungera på ett önskat vis.

En del fjärrvärmebolag erbjuder returtemperaturkredit om byggnaden levererar tillbaka fjärrvärme som har en lägre medeltemperatur än nätets medelreturtemperatur. Det har gjort att en del fastighetsägare laddar egna borrhål med fjärrvärme under sommarperioden, vilket leder till en låg returtemperatur och på så vis sparar de pengar. Den borrhåslagrade energin kan sedan nyttjas under exempelvis vinterhalvåret eller vid effekttoppar. Solfångare kan också användas för laddning av borrhål.

I exempelvis Göteborg har det under en tid varit möjligt att få kredit enligt ovan. Från och med år 2020 så tas denna möjlighet bort under sommarperioden. Vad andra energibolag, som har samma typ av avgiftssystem, kommer att göra framöver med sina avgifter och krediter för returtemperatur är svårt att avgöra. Men möjligen kan denna ändring av avgiftsmodellen ses som en indikation på att fjärrvärmebolagen inte vill subventionera kunder som laddar sina borrhål med billig sommarvärme. Metoden kan dock ändå vara intressant för fastighetsägare då de ges en möjlighet att styra över sitt effektuttag och energikostnader utan att behöva koppla bort eller stänga av utrustning. För närvarande pågår en del projekt inom energilagring runt om i Sverige.

5.3 Effektstyrning

På marknaden finns det ett flertal styrutrustningar för att styra effektuttaget för både värme och el. Även en del energibolag och andra leverantörer kan erbjuda tjänster för att styra effektuttaget i fastigheter, vilket intervjuerna i denna förstudie visar.

Exempel på verktyg som kan användas är rena effektbegränsare (effektvakter), prognosstyrning, och prioriteringsverktyg. Effektbegränsande verktyg ser till att en viss maxeffekt inte överskrids. Prognosstyrande verktyg använder sig av väderprognoser för att förutse hur mycket tillförd energi och effekt som byggnaden kommer att behöva under en period. Möjlighet att överladda eller använda sig av byggnadens energiträghet nyttjas när prognosen förutser att efterfrågan på energi kommer att öka.

I många reglercentraler finns redan funktionen att styra effekt inbyggd eller så går det att installera i efterhand. I äldre reglercentraler kan funktionen för nattsänkning användas genom att sänka värmekurvan med exempelvis 10 grader under de tider då effekttoppar inträffar.

5.4 Efterfrågefleksibilitet

Ett sätt för värme- och elleverantörer att skapa incitament till sina kunder att styra över sina effektuttag är att använda sig av efterfrågefleksibilitet. Efterfrågefleksibilitet innebär att man höjer respektive sänker priset när efterfrågan på energi är stor eller liten. Det ger ett incitament till kunderna att välja att använda mindre energi under de perioder när belastningen på systemet är som störst. Flera aktörer förutspår att efterfrågefleksibilitet kommer vara en viktig faktor i det framtida värme- och elsystemet för att säkra tillgången på stabil tillförsel.

För fastighetsägare är efterfrågefleksibilitet en möjlighet till att aktivt implementera styrning av effektuttag i sina fastigheter. Tekniska lösningar som bevakar energipriser kan sättas in för att aktivt hjälpa till att välja när en effektkrävande process/utrustning ska kopplas bort för att undvika höga energikostnader. Lämpligast i flerbostadshus är styrning av värme. Elanvändningen för annat än värme kan vara svårare att styra över,

då elen ofta används för utrustning som inte enkelt kan stängas av eller minskas effekt på. Styrning av el tillämpas i dagsläget oftast i elkrävande industrier, där det är lättare att stänga av eller senarelägga start av maskiner och utrustning som använder mycket effekt under de perioder när energipriset är som högst. En möjlighet där är att ställa in varningsgränser när elpriset närmar sig valda prisgränser. På så vis ges möjlighet att ställa om produktionen vid för dyra priser.

För flerbostadshus som har fjärrvärme som uppvärmning kan efterfrågefleksibilitet ge incitament till effektreducering. Exempelvis kan det leda till att fler väljer att ladda byggnaden med energi under lågkostnadsperioder eller att utnyttja byggnadens värmetröghet och på så vis under höglastperioder prioritera tappvarmvattenproduktionen.

Efterfrågefleksibilitet syftar till att styra bort effekttoppar från vissa tider, vilket riskerar att topparna flyttas över till andra tider med för tillfället lägre taxa. I grunden löser detta förfarande inte problemet, utan det behövs fortfarande en strategi för att verkligen begränsa effekttoppar, oavsett när de inträffar.

5.5 Lastväxling uppvärmning

För att minska effekttoppar finns möjligheten för fastighetsägare som har både fjärrvärme och värmepump installerat att lastväxla mellan dessa. Lastväxling innebär att man växlar prioritetsordning mellan fjärrvärme och el (till värmepump) beroende av vilken som för tillfället är billigast att använda för värmeproduktion.

5.6 Minskning av installerad effekt

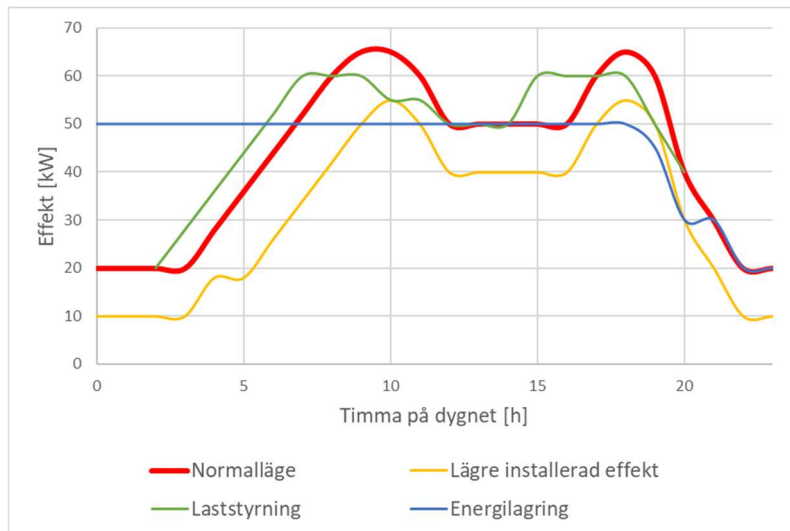
Frågan om effektreducering leder i vissa fall till diskussioner om vad som egentligen avses och kan menas med en effektreducerande metod.

Vid jämförelse av litteratur och vid samtal med aktörer blir det tydligt att alla inte ser på en effektreducerande åtgärd på samma vis. Vissa anser att en effektreducerande åtgärd är att minska mängden installerad effekt. Detta är på inget vis fel, då byte av äldre teknisk utrustning till nyare eller en uppgradering av klimatskalet kan innebära just en lägre installerad effekt respektive ett minskat effektbehov. Detta minskar också energianvändningen. Men så länge inte uttagsmönster också förändras i samband med bytet kommer fortfarande toppar i effektuttag att uppstå. Visserligen med lägre maxeffekt än tidigare, men profilden förblir densamma.

5.7 Sammanfattning effektreduceringsmetoder

Nedanstående diagram visar principiellt hur olika effektreducerande metoder påverkar effektuttaget under ett dygn. Lätt märka till att energiuttaget förblir oförändrat vid

lagring och laststyrning. Vid åtgärder som minskar det totala effektbehovet minskar dessutom energianvändningen.



Figur 3. Effektuttag för el respektive värme före och efter olika effektreducerande åtgärder.

6 Energiberäkningsprogram PRISMO

I detta kapitel diskuteras om och hur PRISMO kan användas för beräkning av kostnadsbesparing vid energi- och effektreducerande åtgärder. För att möjliggöra denna utvärdering har olika prismodeller och åtgärder använts.

6.1 Prismodeller

Då olika el- och fjärrvärmebolag använder olika prismodeller har PRISMO flera valmöjligheter för att matcha den prismodell som respektive energibolag använder. Dessa har utvärderats för att undersöka hur de påverkar beräkningen av kostnadsbesparing vid effektreduceringsmetoder. En beskrivning av olika prismodeller finns i bilaga 3.

6.1.1 El

Många mindre fastigheter har säkringsabonnemang, vilka tillåter effektuttag upp till att säkringsgränsen är nådd. Det finns fasta steg för huvudsäkringar, t ex 16 A, 20 A, 35 A, 50 A osv. Den fasta avgiften baseras på säkringsstorleken och inte på uttagen effekt. En huvudsäkring på 3 gånger 20 A tillåter exempelvis ett effektuttag upp till nästan 14 kW och en 3 gånger 16 A huvudsäkring tillåter 11 kW. Detta medför att en åtgärd för effektreducering behöver minska effekten så mycket att en lägre säkring kan väljas för att minska kostnaden. Det vill säga om effektuttaget ligger över 11 kW och

huvudsäkringens därför ska vara 20 A behöver effekten tas ner under 11 kW för att abonnemanget kan minskas till en 16 A säkring. Detta kan inte PRISMO hantera.

Vid effektabonnemang debiteras verkligt effektuttag (timvärden). I detta fall kan PRISMO användas för att beräkna kostnadsreduceringen vid minskning av effektuttag.

6.1.2 Fjärrvärme

Prismodellerna för fjärrvärme varierar stort men det som påverkar PRISMO är framförallt hur kostnaden för effekt och flöde beräknas. Olika prismodeller påverkar även fastighetsägarens ekonomiska behållning för att ägna sig åt effektreducering.

I de prismodeller där det är verkligt effektuttag, och inte en dygnsmedeleffekt, som används, finns större möjlighet för effektreducerande åtgärder samt beräkning av besparingar.

Där dygnsmedeleffekt används som prismodell minskar det ekonomiska incitamentet för fastighetsägaren för att genomföra effektreducerande åtgärder. Åtgärder som inte minskar energianvändning, utan endast flyttar effektuttaget, påverkar oftast inte dygnsmedeleffekten och därmed ger åtgärden ingen besparing i form av minskade kostnader.

Vid prismodeller som baseras på flöde, liknande säkringsabonnemang för el, saknar PRISMO möjlighet att göra beräkningar.

7 Intervjuer med fastighetsägarna

De intervjuade fastighetsägarna ägde mestadels bostäder, några ägde även en del lokaler. Storleken på bestånden var 3 500 till 18 000 lägenheter. Samtliga jobbade med effektreducering på värme (fjärrvärme, värmepumpar) med hjälp av efterfrågeflexibilitet mellan värme och tappvarmvatten och/eller stomlagring. Någon enstaka hade påbörjat effektstyrning på el till annat än värme, till exempel dämpning av fläkteffekt eller reglera ner torkutrustning i tvättstugor. De flesta var nya inom området, endast en hade mer än två års erfarenhet. De flesta har börjat med några utvalda objekt inom sitt bestånd och planerar att utöka antal byggnader efterhand.

7.1 Effektstyrning värme

Internationella och lokala projekt

Några fastighetsägare deltog i projekt med anknytning till EU, till exempel Flexi-Sync³ och projekt inom Cordis-programmet (Horizon 2020) eller i projekt initierade av deras fjärrvärmeleverantör. Flexi-Sync använder sig av principen att ladda och lagra i större nät (el och fjärrvärme) med olika tekniker när det är billigt och använda energin när värmen är dyr att producera. Cordisprojektet handlar om styrning av värmepumpar, dvs el till värme. Dessa projekt är ännu i uppstartsfasen.

Två fjärrvärmeleverantörer som nämndes är E.ON och Stockholms Exergi, vilka påbörjat samarbete om effektstyrning med fastighetsägare. Tekniken som används är signalutbyte, där fjärrvärmeleverantören kan överstyra fastigheternas eget styrsystem vid vissa tillfällen. Exempelvis inom vissa tider på dygnet (kl. 5 - 8 morgon och kväll), där effekttoppar inträffar på grund av uttag på tappvarmvatten. Målet är att sänka effektbehovet för fjärrvärmesystemet i syfte att undvika att leverantörens spetslastproduktion går igång.

En förutsättning för att detta ska kunna fungera är att det finns inomhusgivare i lägenheterna, som förmår att motverka överstyrningen om inomhustemperaturen påverkas för mycket. Fastighetsägare i projektet har i dagsläget inget fastställt börvärde för inomhustemperaturen, utan tanken är att prova sig fram. I detta projekt har utomhustemperaturen hittills inte varit tillräckligt kall och därför saknas ännu erfarenhet. Det nämndes även användning av ”intelligenta” styrsystem, som efter ett tag kommer att lära sig vilken byggnad de ska prioritera på värmesidan, baserat på byggnadernas värmetröghet.

³ Energiforskning (e!MISSION), ERA-Net Smart Grids Plus RegSYS

Direktstyrning via mätning av inomhustemperatur

På andra håll tillämpas direktstyrning via mätning av inomhustemperatur för att matcha fjärrvärmeleverantörens avgiftsmodell. Avgiftsmodellen baseras på att den högsta dygnsmedeleffekten under perioden 1 december till 31 mars blir prisgrundande och sätter den fasta avgiften för nästkommande 12-månadersperiod. Oftast sker det största effektuttaget morgon och kväll i bostäderna. Under dessa perioder kan effektuttaget öka med 200 %. Upplägget för styrsystemet är då att sträva efter att hålla 21 °C som medeltemperatur i byggnaden och styra mot en dygnsmedeleffekt genom att utnyttja trögheten i byggnaden. Detta innebär att effektuttaget begränsas inom varje 24-timmars period för att inte komma över maxgränsen för nästa steg i avgiftsmodellen. Skulle det visa sig att temperaturen sjunker under temperaturgränsen ska styrsystemet istället prioritera värmen, även om det medför att effektgränsen överskrids. Styrsystemet kan reglera framledningskurvan +/- 5°C. Inomhusgivare i minst ett par lägenheter är en förutsättning för att detta ska fungera.

Kapa effekttoppar på fjärrvärme genom egen produktion vid spetslast

En av de intervjuade fastighetsägare har satsat på att installera frånluftsvärmepumpar för att undvika dyra avgifter för fjärrvärmeeffekt. De använder enbart fjärrvärme under vintersäsongen för att stötta frånluftsvärmepumparna. Här har fastighetsägaren gjort bedömningen att det är billigare med el under en begränsad tid, jämfört med fjärrvärmens taxa för effektuttag. Elen som företaget köper är miljömärkt och anses därför ur miljösynpunkt bättre än fjärrvärmens som har en högre miljöbelastning. Detta ger ytterligare ett incitament till att använda mer el än fjärrvärme. En annan fastighetsägare har också funderingar på att installera egna interna värmekällor för användning vid spetslast. Detta kan vara värmepumpar eller biobränslepannor.

Spara på varmvatten!

En av fastighetsägarna påpekade att det kan vara nog så effektivt att kapa effekttoppar för värme genom att debitera hyresgästerna för varmvatten de förbrukar. Det är ofta tappvarmvatten som driver upp effektbehovet under vissa tider på dygnet, vissa tider på året. Genom debitering av varmvattenförbrukning för varje lägenhet minskar varmvattenanvändningen. Samma fastighetsägare anser att det hade varit bra om man hade kunnat få till en bra prismodell för säsongsprissättning av varmvattentappning. På så vis skulle det vara dyrare med varmvatten under vintern när den är dyrare att producera jämfört under sommaren då produktionen av vatten är billigare. Det hade kunnat ge ytterligare incitament till att använda mindre varmvatten under perioder med hög belastning på nätet.

Komfortkrav styr

En majoritet av fastighetsägare, både de som deltagit i intervjuerna och även några av de som ansåg sig ha för lite erfarenhet med effektstyrning ännu, har påpekat att styrning av värme enbart får ske när det finns värmeöverskott i byggnaderna.

Komfortkraven är viktigare än kostnader för effekt. Är det kallt i lägenheterna är den högsta prioriteten att få dit värme.

Utnyttjande av fjärrvärmeretur

Att utnyttja fjärrvärmereturen för uppvärmning av byggnader har provats i ett av bestånden bland de intervjuade fastighetsägarna. För denna sekundära fjärrvärme finns ingen effekttaxa och genom att använda denna hjälper byggnaden att sänka returtemperaturen i nätet. Primär fjärrvärme används enbart för produktion av tappvarmvatten och eftervärme för ventilationen.

Erfarenheter i korthet

- Det lönar sig inte att värma upp vatten i förväg (ackumulatortankar)
- Var uppmärksam på en "placeboeffekt" hos hyresgäster när de får reda på att det sker styrning.
- En fastighetsägare har hunnit att utvärdera effektreducering på värme. Åtgärderna de genomfört har lett till en sänkning av effektuttaget med 20 – 30 procent. Energianvändningen minskade under samma tid med mellan 0 – 3 procent. Besparingarna hade samband med vilken teknik som användes (styrssystem) och installationer i byggnaderna. De har provat ett antal olika leverantörer och slutligen byggt upp ett eget system. Om styrning sker på inomhustemperatur blir nyttan ofta lägre, beroende på viken typ av byggnader och vilka användare/boenden det finns.

7.2 Effektstyrning el (ej värme)

Endast två av de intervjuade fastighetsägarna hade påbörjat effektstyrning på elsidan och erfarenheterna är mycket begränsade. Ett gemensamt resonemang hos samtliga intervjuade fastighetsägare var att det måste finnas något att styra över. När det gäller bostäder finns det inte så många elförbrukare som tål en nedsättning av effekt och som inte har ett samband med värme. Istället nämns och prövas att med hjälp av solceller och batterilager lagra el för att jämna ut effekttoppar.

En fastighetsägare har nämnt nätägaren Ellevios initiativ till samarbete med fastighetsägare för att formulera konkreta åtgärder för minskat effektuttag. Det finns bland annat tankar om att styra effekt på tvätt- och torkutrustning i tvättstugorna under tvättpassens början och slut. Detta kräver dock att det finns ett tillräckligt stort antal maskiner att styra över för att få en märkbar påverkan på effektuttag och lämpar sig endast inom mycket stora bestånd.

7.3 Uppskattning av lönsamhet

På frågan om det hade gjorts beräkningar/uppskattningar för lönsamhet innan fastighetsägarna påbörjade projekten för effektreducering, svarar de flesta nej eller att de inte vet. I ett fall hade beräkningar gjorts av utomstående konsulter, dock hade ingen uppföljning gjorts. De flesta har varit igång för kort tid för att utvärdering ska kännas meningsfullt. En vanlig uppfattning bland de som prövat lite längre tid var att avgiftssystem som baseras på dygnsmedeleffekt gör det olönsamt för fastighetsägare att jobba med effekt på värmesidan. Vilken typ av taxa det finns för effekt skapar incitament avseende hur eller om man vill jobba med det.

7.4 Om förutsättningar och skillnader mellan äldre och nyare byggnader

Vid styrning av effekt på värme påverkas ofta äldre hus mer än nyare. Ofta är de äldre byggnaderna mindre täta, vindkänsliga och sämre isolerade än nyare byggnader. Samtidigt har de ofta större värmetröghet. Byggnader med F-ventilation (oavsett ålder) kyls ner fortare och då bör de styras med större försiktighet. Täta byggnader med FTX-ventilation har de bästa förutsättningar för effektstyrning, menade en av de intervjuade.

7.5 Utmaningar och förutsättningar

På frågan om vad som är utmaningar och förutsättningar för effektstyrning lämnades enbart svar på värmestyrning. Utmaningen i ett första skede är ofta att bestämma sig för vilken metodik som skall användas. Vad krävs för att få det att fungera rent praktiskt? Vad krävs det för teknik? Att begränsa och styra värme i sig är inget nytt.

Det som fastighetsägaren dock måste ha respekt för är hyresgästerna. Det får inte göras avkall på inomhusklimat. Detta kräver kunskap om byggnaderna i beståndet. De flesta intervjuade nämner installation av rumsgivare i lägenheterna som en förutsättning.

Det underlättar också om det finns samma typ av styrsystem i hela beståndet. Ofta blir det problem att få olika typer av styrsystem att samarbeta. Det krävs också kunskap om hur systemen skall skötas, speciellt om inte alla system är helt automatiserade.

8 Intervjuer med leverantörer

Sex leverantörer har intervjuats. Samtliga erbjuder tjänster för styrning av värme, två erbjuder dessutom styrning av el och tre erbjuder styrning av kyla.

Leverantörerna erbjuder ofta olika former av tjänster, det kan vara en teknisk lösning och/eller serviceavtal eller en supportroll, beroende av kunskaps- och/eller ambitionsnivå hos kunden. Just nu går utvecklingen väldigt fort när det gäller programvara och det kommer allt fler smarta lösningar. Bland de intervjuade företagen har KTC och KSS längst erfarenhet med styranläggningar, 40 respektive 25 år. Armatec har funnits på marknaden i ca 10 år. Priva har tidigare erfarenhet från andra tillämpningar för styrning och har jobbat med byggnader under ca 6 år. Göteborgs Energi har erbjudit denna typ av energitjänster under ca 2 år. Swerod har funnits på marknaden i 13 år.

Tabell 3: Intervjuade leverantörer och tjänsteområden

Leverantör	Produkt/tjänst	Område
Swerod	Värmelagring	Värme, kyla
KSS	Styrentreprenad	Värme, kyla, el
Armatec	Fjärrvärmecentraler, pumpar, styr	Värme
KTC	Styr	Värme, el
Göteborgs Energi	Styr	Värme
Priva	Styrentreprenad	Värme, kyla

För effektreducering av värme använder sig de flesta företagen av efterfrågeflexibilitet, där värmen styrs ner till förmån för tappvarmvattenproduktion. Även prognosstyrning genom väderdata från SMHI och självlärande system tillämpas. När det gäller väderdata kan i en del system hänsyn tas dels till temperatur, såsom medelvärde mellan olika mätare eller mot extremvärden, och dels till exempelvis vind eller solinstrålning.

Privas system tillåter även styrning efter energi- eller effektkostnad samt CO₂-utsläpp med mera. Privas tjänst är molnbaserad och därmed öppen för alla system.

Göteborgs Energi (GE) erbjuder en tjänst för styrning mot en maxeffekt. Tillgången till tjänsten kräver M-Bus⁴. GE kan ta över styrningen eller fastighetsägaren kan koppla in sig och styra själv. GE har också påbörjat ett pilotprojekt där tekniker och möjligheter för effektstyrning med byggnaderna som värmelager utreds.

KSS erbjuder en tjänst där de anpassar befintliga styrsystem utifrån kundens önskemål. När det finns nyare styrsystem kan KSS hantera dessa. Är systemen för gamla kan KSS hjälpa till att installera nytt.

Även KTC jobbar med att anpassa/programmera befintliga styrsystem för att exempelvis styra mot en maxeffekt, eller ladda in värme i byggnaden under natten för att klara ett effektuttag på tappvarmvatten och då kunna sänka värmetillförseln. För att styra värme krävs att det finns temperaturgivare i lägenheterna. Styrningen sker på primärsidan (ventilerna) för fjärrvärmes och ventilerna kopplas till driftundercentralen där man sedan kan välja styrning och reglering. För att kunna styra effektuttaget dynamiskt med maxbegränsning så krävs det att det finns tillgång till dynamisk effektläsning. Systemet ska trimmas in för att fungera optimalt. Detta kan KTC stå till tjänst med.

Armtec är den enda av leverantörerna i studien som förutom med styrsystem även jobbar med tekniska lösningar som fjärrvärmeväxlare och design av pumpinstallationer.

Swerod jobbar med värme- och kylagring med hjälp av PCM (Phase Change Material eller fasomvandlingsmaterial), det vill säga en form av latent värmelagring. Energi lagras i tankar med stavar av PCM. Tekniken är ännu under utveckling och inte kommersiell gångbart. Det finns en pilotanläggning för kyla i Kinna. När tekniken är utvecklad är tanken att energin ska dygnslagras när den är billig och släppa på den när det finns ett stort behov morgon/kväll. Det behövs separerade system för varmvatten och värme, eftersom lagringstekniken inte lämpar sig för tappvarmvatten, då det kräver högre temperaturer. Som mest har tekniken testats för kyla och inte så mycket för värme.

8.1 Förutsättningar hos fastighetsägaren ur leverantörernas synvinkel

Det behövs...

- **Ekonomisk och tekniskt intresse.** Det gäller att fastighetsägaren ser fördelen med att koppla upp fastigheten och syssla med statistik.
- **Tålmod** att utvärdera över tid. Att starta upp ett sådant projekt tar tid innan allt fungerar. Det gäller att inte förvänta sig snabba resultat.

⁴ M-Bus är en europeisk standard för fjärrläsning av vattenmätare, gas eller elmätare. M-Bus kan också användas för andra typer av förbrukningsmätare.

- **Vilja.** Det krävs resurser att knyta ihop olika system. Systemen ska kommunicera med olika system utifrån och det kan kosta pengar och ta tid.
- **Internetuppkoppling.** De flesta system kommunicerar via webben/molntjänster.
- **Beställarkompetens.** Fastighetsägaren bör kunna definiera vad man vill ha och ta kostnaden. Leverantörerna kan oftast erbjuda lösningar och anpassa. När det inte blir som förväntat ligger ofta felet i hur beställningen formulerats. Styr är det som handlas upp sist och där går det ofta fel.
- **Strategi och förankring.** Driftstekniker har ofta inte mandat och kunskap för avancerad styrning. Enligt några av leverantörerna fungerar sådana projekt bäst när det finns en projektledare/controller som har större överblick över helheten och står närmare ledningen. Andra leverantörer upplever att sådana projekt kan fungera med driftsteknikerna genom att ge dessa en kortare utbildning. Inte nödvändigtvis för att det är tekniskt avancerat, utan för att få alla att dra åt samma håll och göra dem delaktiga. Ingen av leverantörerna erbjuder dock sådana utbildningar. Vilket som fungerar bäst hänger även ihop med vilken typ av tjänst som leverantören förväntas utföra. Ju mer leverantören ska vara delaktig, desto färre personer vill de ha att kommunicera med.

8.2 Utmaningar och begränsningar

- Vissa energibolag ger inte tillgång till mätarna eller så dokumenteras inte timvärden (förekommer framförallt på elsidan, men händer även på fjärrvärme). T.ex. kan inte mätarna avläsas dynamiskt i Göteborg, men det fungerar i Stockholm.
- Lägenhetsgivare behövs för styrning av värme. Utmaningen är att sätta givarna på rätt plats och i rätt antal.
- Installatörerna i branschen behöver inse att det är bättre att styra med inomhusgivare istället för med utegivare. Nu finns det teknik som snabbt kan känna av internvärme. Med utegivare har styrsystemet ingen uppfattning om vad som händer i byggnaderna.
- Att få in rätt data från relevanta mätningar innan åtgärder görs och därmed slippa gissa. Det är långa livslängder på utrustningen och då är det bra om det blir rätt.
- Det går att styra både äldre och nyare byggnader, det som är viktigt är dimensioneringen av växlare, rörsystem och injusteringmöjligheter. Ju mer komponenter det finns, desto bättre fungerar det i regel. I äldre byggnader kan grova rör m.m. göra det svårt att få in tekniken för styr. Det är brist på kompetent personal i branschen som kan göra injusteringar i dessa hus.
- Om undercentralen är nyare än år 2010 så är styrsystem ofta enkla att installera. Är den äldre blir det lite svårare men det är oftast möjligt.
- Byggnaderna behöver ha en dynamik som går att utnyttja.

- Ibland saknas det erfarenheter från flerbostadshus (såväl hos fastighetsägarna som hos leverantörerna), då styrning mest handlat om lokaler.
- Vid nybyggnad är det en stor fördel att tidigt få komma in i processen och knyta ihop saker som annars inte projekteras för att samverka. Ofta händer det att mätare m.m. saknas. Totalentreprenader kan bidra till att saker blir fel, då enkla lösningar premieras genom lägre pris.
- Effekttstyrning av värme är ofta enklare med fjärrvärme än med värmepumpar, beroende på om styrningen kan strypa värmen på ventil eller radiator. Att styra på ventilation (FTX) märks mer och är svårare. Värmepumpar fungerar ibland inte med låga laster eller med liten värmemängd.
- Nästa nivå är "smart grids", att gå från byggandsnivå till att styra flera byggnader eller hela stadsdelar.
- Hyresgästerna och deras brukarvanor kan påverka husets energi- och effektbehov mer än vad styrningen erbjuder i besparing.
- Vid effekttstyrning på el är taxsystemet viktigt för att skapa incitament. Ofta mäts endast timvärden, medan effekttoppar uppträder kortare tid. För att skapa incitament borde mätning ske varje kvart.
- I framtiden är det intressant hur laddning av elbilar ska styras, med tanke på effektfrågan.
- Det finns många fler faktorer att ta hänsyn till, exempelvis fokusera mer på inomhusklimat än på energi och kostnad. Hyresgästerna får ej glömmas bort. Kanske det behöver jobbas mer med internlast. Det är viktigt med återföring av kunskap och synpunkter på driften från hyresgästerna och inte enbart från fastighetsägaren.

8.3 Vad är den främsta fördelen med respektive leverantörs produkt och/eller tjänst?

Armtec: "Alfa Laval växlare har god kvalitet, certifierade växlare. Vi har erfarenhet av nya och äldre byggnader. Vi kan dimensionera växlare, ventiler och pumpar tillsammans, inte detaljer. Storleken på växlaren och effektiviteten hos pumpen hänger ihop och dimensionerar man inte rätt ökar energianvändningen samt kostnaden för växlaren."

KSS: "Man spar någonting. När man väl gjort det så behövs det inte göras så mycket mer. Långlivad investering, kräver ingen återinvestering."

KTC: "Användarvänligt system"

Priva: "Relativ liten kapitalinvestering, sedan betalar fastighetsägaren en årlig avgift. Vår tjänst kan avslutas när som helst. Prognosstyrning, systemet lär sig under tid (AI) Molnbaserad. Öppet system. Stora valmöjligheter vad man vill optimera mot. Erbjuder zonindelning av byggnaden."

9 Slutsatser och rekommendationer

Lösningar för lagring av el och värme

De tekniker som idag används för effektstyrning när det gäller el är elektromekaniska (batterilager) och kemiska (vätgas). Vätgas diskuteras i samband med solceller och det finns för närvarande ett pilotprojekt för bostäder i Sverige med Vårgårdabostädens satsning som nyligen tagits i drift (2019). Även batterilager är lämpliga att kombinera med solceller. De mekaniska lagringsteknikerna ter sig i dagsläge svåra att implementera i enskilda flerbostadshus och lämpar sig mer i ett större systemperspektiv på en högre nivå. Det finns exempel på pumpvattenkraft i andra typer av byggnader, exempelvis Hylliebadet i Malmö, där detta tillämpas – dock inte i syfte på effektreducering. För elektriska metoder finns idag inga kommersiella tillgängliga applikationer för flerbostadshus.

För effektreducering av värme genom lagring finns det två spår:

- Lokalt i byggnaden genom värmeladdning och utnyttjande av byggnadens värmetröghet och laddning av borrhål. Incitamentet är oftast att kapa kostnader för effektagifter.
- Samarbete mellan fastighetsägare och fjärrvärmeleverantör inom ett större nät, även där är värmeladdning principen. För fjärrvärmeleverantören kan även värmelager i tankar vara en ingrediens. Incitamentet här är för fjärrvärmeleverantören att minska användningen av spetslast. Detta kan vara utifrån ekonomiska och miljömässiga skäl. Fastighetsägaren kan ha ett ekonomiskt intresse, men behöver dessutom ha ett större systemperspektiv för att delta i sådana projekt. Kanske även ett intresse för miljöfrågor.

Systemen för att få styrning av värme att fungera är relativt enkla och ofta finns lämpliga styrsystem redan installerade i byggnaderna. På elsidan uttryckte flera fastighetsägare utmaningen att styra eleffekt som inte har samband med värme. Hur ska eleffekt prioriteras? Vad finns som går att minska effekt på och som inte påverkar de boende negativt? Att dra ner fläkteffekt på ventilationen kan vara effektivt, men innebär en försämring av luftkvaliteten. I många bostadshus finns dock inte så mycket fläkteffekt att det verkligen gör skillnad att minska dessa. Om hushållsel ingår i hyran är det heller inte relevant att minska eltillgången för lägenheterna för att minska effektbehovet. I stora bestånd kan tvätt- och torkutrustning vara en effektsänka som kan utnyttjas, men få fastighetsägare har i praktiken sådana möjligheter. Att styra enskilda förbrukare förutsätter också att de kan lokaliseras i elsystemet, vilket inte alltid är fallet.

Alternativa lösningar och strategier

Alternativa lösningar för värme finns även här på lokal och systemnivå:

Lokalt i byggnaden används lastväxling mellan (fjärr-)värme och el (värmepump) eller också annan egen spetslast (till exempel biobränslepannor). På systemnivå kan returvärme (sekundär fjärrvärme) användas för att förse byggnader med billig värmeenergi (men i begränsad mängd) och samtidigt förbättra driftsvillkoren för fjärrvärmeleverantören.

För el har inga fler alternativa lösningar identifierats som är kommersiellt användbara för flerbostadshus.

Efterfrågeflexibilitet

Drivande för utvecklingen att effektreducera är energileverantörernas prismodeller. Prismodellerna å sin sida speglar energileverantörernas tilltagande svårigheter att tillhandahålla tillräckligt med effekt.

Energibolagen som styr över prissättningen på sina produkter är de som framförallt kan initiera större användning av efterfrågeflexibilitet. En del energileverantörer gör redan på detta vis, framförallt är det på elsidan som prissättningen varierar över dygnet i synergi med efterfrågan.

Vid genomgången av olika prismodeller och modelleringen i PRISMO blev det tydligt att prismodellerna behöver utvecklas. Detta gäller både för el och värme.

Fastighetsägare med säkringsabonnemang för el har mycket liten nytta av att arbeta med effekt, då effektminskningen kräver alltför stora steg för att påverka säkrings storlek och därmed kostnaden. I princip är det enbart lönt när effektuttaget befinner sig i gränsen till den lägre säkringsklassen och då kan de räcka med en enkel effektvakt eller en översyn av effektkrävande utrustning och försöka att byta ut komponenter (till exempel fläktar, pumpar, tvätt- och torkutrustning) till sådana med lägre effekt. Detta sänker både effekt och energianvändning.

För fastighetsägare med effektabonnemang på el kan det löna sig att lokalisera de förbrukare som skapar topparna och mäta upp hur länge dessa höga effekter varar. Effektabonnemang mäter maxeffekt på timbasis. Det betyder att de bör åtgärda de toppar som skapas av relativt lång användning av redskap. Kanske som i ovanstående fall, att byta utrustning. Att försöka styra bort toppeffekter är som ovan diskuterat väldigt svårt.

Prismodellerna för att skapa efterfrågeflexibilitet på fjärrvärme kommer säkert att finslipas i framtiden. Det har visat sig, dels i utvärderingen med PRISMO, men även i intervjuerna med fastighetsägare och leverantörer, att prismodellerna och tekniken i värmemätningen kan motverka syftet att få fastighetsägare att jobba med effektreducering. Det spelar stor roll om effekt mäts på basis av dygnsmedeleffekt eller

verkligt effektuttag. Dygnsmedeleffekten är ett trubbigt instrument, som ”straffar” fastighetsägaren under lång tid, men gynnar fastigheter med korta intensiva toppar.

Olika åtgärders potential för effektreducering och kostnadsminskning

För el behövs en analys (samt eventuell mätning) av användare eller användningsmönster som skapar effekttoppar. Lämpliga åtgärder för effektreducering behöver tas fram och en kalkyl göras på besparingspotentialen inom den aktuella prismodellen. Tyvärr är det inte möjligt att ge en enkel rekommendation om hur en enskild fastighetsägare ska gå tillväga.

För värme är det utslagsgivande att se över hur prismodellen påverkar den egna fastigheten och därifrån diskutera sin strategi. I gengäld är åtgärderna relativt enkla så länge det gäller att styra energi för värme och tappvarmvatten. Så länge prissättningen baseras på dygnsmedel kan behovet av styrning vara mer eller mindre påtaglig i relation till den ekonomiska effekten. Även detta behöver utvärderas från fall till fall.

Förutsättningar för värmestyrning

I intervjuerna framkom en del synpunkter om vad som behövs för att effektreducering med hjälp av värmelagring ska vara framgångsrikt:

- Prioritera alltid hyresgästerna. Det är i längden inte framgångsrikt att försöka sänka effekttoppar om det resulterar i att det blir kallt i lägenheterna. Tänk även på att det kan ske en ”placeboverkan”, det vill säga att hyresgäster kan uppfatta att det blir kallare i lägenheterna över tid när de får reda på att värmen sänks under vissa tider.
- Lägenhetsgivare är en förutsättning för att veta hur en tillfällig bortstyrning av värmen påverkar lägenheterna i stort och i enskilda fall. Tänk på att lägenheter med frånluft kan kylas ut snabbare än de med annan ventilation. Utmaningen är att sätta givarna på rätt ställe och i lämpligt antal. På sikt kan temperaturmätning av samtliga lägenheter ändå behövas om individuell värmemätning blir standard.
- De flesta av fastighetsägarna har påbörjat effektreduceringsprojekt genom att börja i ett eller ett fåtal byggnader och utvecklat efterhand. Några leverantörer påpekar också vikten av att ha tålamod att lära sig och att det kan ta lång tid att få allt att fungera och tills det går att se resultat. Påskyndas ett sådant projekt kan det lätt leda till det som nämns under första punkten.
- I början av ett sådant projekt är det bra att se över sina styrsystem. Uppkopplade system bör finnas och utbildad och intresserad personal. Om det finns olika varianter av styrsystem bör det finnas beredskap för att alla system inte kan samsas med varandra och det kan finnas behov av utbyte.

- Att styra värme fungerar i princip i både äldre och nya hus. Äldre hus vinner ofta på tyngre stommar, men kan vara mindre täta, ha äldre former av ventilationssystem och den tekniska utrustningen för styrning (ventiler, shuntar mm) kan ha sämre förutsättningar. Vid nybyggnation bör fokus läggas på att dimensionera de tekniska systemen ihop, istället för var för sig. Det kan vara en nackdel att huset byggs av en part och sedan förvaltas av en annan.

PRISMOS användbarhet för beräkningar med avseende på effekt

Prototypverktygen lämpar sig främst till beräkning av energibesparande åtgärder och kan beroende på prismodell även i vissa fall användas vid beräkning av kostnadsbesparingen för effektreducerande åtgärder.

Flera prismodeller går att föra in i PRISMO men beroende på prismodell så minskar nyttan av PRISMO och effektreducerande åtgärder. För energibesparande åtgärder så kan man med rätt prismodell få en mer exakt beräkning av kostnadsbesparingen.

Förslag för framtida projekt

Under förstudien har några förslags getts för vidare utredning:

- Testa gruppstyrning av prioritering på TVV mot värme för att utvärdera (nytta)/besparing på olika typer av hus.
- De flesta byggnader har lägenheter som av olika anledningar har en annorlunda operativ temperatur än sina grannar. Detta kan var vindutsatta lägenheter, lägenheter som har fler ytterväggar, såsom gavellägenheter eller lägenheter längst upp i ett hus. Hur styra dessa lägenheter med lägre operativ temperatur än "21 grader"?
- Under förstudien påtalades av flera aktörer bland både fastighetsägare som leverantörer att prismodellerna på främst fjärrvärme kan skapa incitament eller också göra det meningslöst att arbeta med effektreducering. Finns det ett sätt att formulera en prismodell för fjärrvärme som skapar incitament? Ett sådant projekt stöter sannolikt på frågan av vilka typer av mätare som finns installerade i byggnaden och vilka mätdata dessa levererar. Många mätare mäter timvärden (el och fjärrvärme), dock detta kan vara en för lång period. Vilka perioder är lämpliga att mäta? Fler mätdata innebär också ett större behov för datalagring. Hur ska detta göras? Behöver sekundvärden lagras eller kan de göras om till timvärden eller månadsvärden efter en viss tid? Om värdena kan göras om till en lägre nivå på upplösning efter en viss tid - Hur lång tid i så fall och hur länge behöver data med hög upplösning sparas? Hur mycket energi går det åt för att spara dessa stora datamängder på servrar? Hur stort värde behöver energidata med en viss upplösning generera under en viss tidsperiod för att det ska vara lönsamt att lagra den data under den nödvändiga lagringsperioden?

- Under rubrik 5.2 beskrivs hur värme kan ”lagras in” i en byggnad. De flesta fastighetsägare utnyttjar värmen lagrad i stommen, men hur ska en byggnad laddas optimalt?
- Hur påverkar natt-/dagsänkning strategier för effektreducering?
- Under intervjuerna blev det tydligt att det behövs beställarkompetens för att kunna formulera de rätta kraven i en upphandling av styrutrustning. Utformning av en kravspecifikation eller en typ av checklista kan vara ett lämplig projekt.
- Är effektreducering av värme en angelägenhet för enskilda fastighetsägare eller är den samhälleliga nyttan större om effektreducering sker i större skala inom ett stadsnät? Meningen med effekttaxa är ju ett sätt för leverantören att låta användaren betala kostnaden för spetslasten. Det är samhället i stort som får betala miljökostnaden. Att styra effekt inom stadsnät istället kan ha potentialen att både minska spetslastens ekonomiska kostnad och minska miljöbelastningen.

10 Referenser

Jernkontorets Energihandbok. (u.d.). Jernkontoret. <https://www.energihandbok.se/>

Karlsson, A. &. (2017). *Verkliga kostnader för fjärrvärme och el.* BeBo.

Termens, J. (2017). *Effekthantering i lokaler.* BeLok.

Kensby, J (2015) *Buildings as Thermal Energy Storage*

Bilaga 1 – Fastighetsägare och leverantörer

Nedanstående fastighetsägare och leverantörer var tillfrågade att delta i förstudien, de fetmarkerade har intervjuats eller lämnat skriftliga svar.

Fastighetsägare

- Amasten Fastighets AB
- Balder
- Einar Mattson
- Eksta Bostads AB
- **Eskilstuna Kommunfastigheter**
- **Familjebostäder**
- Framtiden
- Förvaltaren i Sundbyberg
- Gavlegårdarna
- Haninge bostäder
- Helsingborgshem
- HSB
- Ikanobostäder
- Kommunfastighet
- **Kopparstaden**
- Landskronahem
- **Micasa**
- **Olov Lindgren**
- PiteBo
- Riksbyggen
- Senäte
- **Signalisten**
- SigtunaHem
- SISAB
- **Skandia fastigheter**
- Stockholmshem
- Sveafastigheter
- **Svenska Bostäder**
- **Tagehus**
- **Uppsalahem**
- Vallonbygden
- Willhem
- Växjöbostäder
- ÖrebroBostäder

Leverantörer

- Egain
- **KTC**
- **Armatec**
- EON
- **Priva**
- Karlshamns Energi
- **Swerod/Klimator**
- **KSS Stockholm**
- Falbygdens Energi AB
- **Göteborg Energi**

Bilaga 2 – Intervjufrågor

Fastighetsägare:

- Vad har ni för typ av byggnader?
- Om flera typer av byggnader – hur ser fördelningen ut mellan de olika typerna?
- Ungefär hur många byggnader resp. m²?
- Jobbar ni idag med effektstyrning på:
- Värme: vilken/vilka metod/er använder ni idag?
- Hur länge har ni jobbat med detta? (om värme)
- El: Om ja: vilken/vilka metod/er använder ni idag?
- Hur länge har ni jobbat med detta? (om el)
- Vilka är era erfarenheter av vald teknisk lösning (värme)?
- Vilka är era erfarenheter av vald teknisk lösning (el)?
- Har ni innan ni installerat tekniken för effektreducering gjort beräkningar av besparing resp. kostnader?
- Om ja: Hur utföll dessa beräkningar?
- Har ni gjort en utvärdering av tekniken?
- Om ja: Vad var resultatet av utvärderingen?
- Är det skillnad i metod och resultat för effektstyrning mellan äldre och nya byggnader?
- Om ja: Vilka skillnader?
- Vilken är den största utmaningen med att jobba med effektstyrning (värme)?
- Vilken är den största utmaningen att jobba med effektstyrning (el)?
- Har du något mer att berätta om era erfarenheter som inte tagits upp i frågorna hittills?

Leverantörer:

- Vad avser er produkt/tjänst? Effektstyrning för värme och/eller el?
- Vilken teknik baseras er produkt för? (Värme)
- Vilken teknik baseras er produkt för? (El)
- Hur länge har er produkt/teknisk lösning funnits på marknaden?
- Fungerar produkten i både äldre och nya byggnader?
- Vad krävs för att er produkt ska kunna installeras (tekniska krav)?
- Vad krävs hos fastighetsägaren för att er produkt kan fungera?
- Vilka är den främsta fördelen med er typ av produkt/teknik?
- Vilka är utmaningarna?

- Är det skillnad i metod och resultat för effektstyrning mellan äldre och nya byggnader?
Om ja: Vilka skillnader?
- Vilka är utmaningarna med att jobba med effektstyrning (värme)?
- Vilka är utmaningarna med att jobba med effektstyrning (el)?
- Vill du berätta mer om era erfarenheter som inte tidigare tagits upp?

Bilaga 3 Prismodeller för el och värme

Prismodeller el

Kostnadsposterna som fastighetsägare debiteras för elanvändningen beror på typ av abonnemang. Säkkringsabonnemang eller effektabonnemang förekommer i Sverige och dessa ger upphov till möjligheter att sänka kostnaderna för elen. I ett säkringsabonnemang finns en valt/avtalat fast och fysisk (via säkringen) gräns för största möjliga effektuttag. För att sänka sina kostnader som fastighetsägare gäller det att sänka sitt uttag av eleffekt så mycket att det går att säkra ner. I ett effektabonnemang finns ingen fast begränsning för maxeffekt. Som fastighetsägare debiteras det effektuttag som uppstår och eventuella effektreducerande åtgärder eller lastflyttning får direkt påverkan på elavgifterna. I mindre företag är det vanligare med ett säkringsabonnemang och för större företag är det vanligare med ett effektabonnemang.

För ett säkringsabonnemang och effektabonnemang betalar kunden en fast avgift, en överföringsavgift och moms. För den som har ett effektabonnemang tillkommer även effektagiften.

Prismodeller värme

Kostnadsposter för fjärrvärme varierar med energibolag. För fjärrvärmekund består prismodellerna av följande delar; fastpris, energipris, effektpris, flödesbaserad avgift och returtemperaturbaserad avgift/bonus. Varje energibolag väljer att göra på olika vis med sina avgiftsmodeller enligt de regler som finns. Eftersom priser för fjärrvärme är delad i olika poster är det numera inte bara energibesparande åtgärder som påverkar energikostnaderna. Exempel på kostnadsminskande åtgärder är effektreducering eller att sänka returtemperaturen, vilket kan innebära att fastighetsägaren får en bonus/kredit från energibolaget istället för att betala en returtemperaturavgift. Beroende på prismodell kan dock avkastningen vara förskjuten framåt i tiden.

Enligt (Karlsson, 2017) kan följande typer av prismodeller användas för effektpriset:

1. Dygnsmedel effektsignatur med olika definitioner.
2. Dygnsmedel maxvärde/år med olika medelvärdesbildningar.
3. Medeleffekt över längre tidsperioder.
4. Dygnsmedel maxvärde/mån med olika medelvärdesbildningar.
5. Kategorital med viss variation.
6. Ingen effekttaxa

För en fastighetsägare som betalar ett fast effektpris som grundar sig på det högsta (eller medelvärdet av de allra högsta) effektuttagen under en längre period kan följden av effektreducering bli att avkastningen dröjer ett till upp till ett par år, beroende på

prismodell. De olika prismodellerna och hur snabbt en återbetalning uppstår på en effektreducerande åtgärd, kan göra det mindre intressant för fastighetsägare att jobba med effektreducering. För att enkelt kunna ta reda på vad en åtgärd kan leda till för effektkostnadsbesparing hade det varit hjälpsamt med ett verktyg för kostnadsberäkningar.