



RAPPORT 2015:34
REGERINGSUPPDRAG



Individuell mätning och debitering i befintlig bebyggelse

Innehåll

Sammanfattning	6
Utredning av radiatormätning och komfortmätning	6
Analysmetod	7
Individuell mätning och debitering med radiatormätare	8
Individuell mätning och debitering med komfortmätning	11
Inledning	12
Boverkets uppdrag	12
Avgränsningar, metod och arbetsgång	13
Fastighetsägare och mät företag – två skilda synvinklar	15
Rapportens disposition	16
Kostnadseffektivitet – definition och tillägg	18
Kostnadseffektivitet under osäkerhet	18
Individuell mätning och debitering i Danmark	21
Individuell mätning och debitering i Sverige – en uppföljning	24
Berndtssons utredningar	24
Boverkets uppföljning av utredningarna	25
Slutsatser – svenska fastighetsägares erfarenheter av individuell mätning	29
Hushåll med individuell mätning - erfarenheter och attityder	32
Resultat telefonenkätundersökning SKOP	33
Uppvärmning av befintliga flerbostadshus i Sverige	39
Konstruktion av värmesystemet	39
Energiprestanda för uppvärmning i svenska flerbostadshus	39
Värmevandring försvårar att mäta faktisk användning av energi för uppvärmning	42
Resultaten från deluppdrag 1 används i deluppdrag 2	47
Individuell mätning av värme med värmemätare i flerbostadshus	47
Individuell mätning av tappvarmvatten i flerbostadshus	48
Individuell mätning av värme och kyla i lokaler	49
Individuell mätning och debitering med radiatormätare	51
Att fördela värmekostnader med radiatormätare	51
Intäktssidan – energibesparing genom sänkt temperatur	53
Installations- och driftkostnader	55
Kalkylmodellen	59
Beräkningar, resultat och analys	63
Slutsatser	81
Individuell mätning och debitering med komfortmätning	84
Att debitera efter temperatur	85
Intäktssidan – energibesparing genom sänkt temperatur	86
Installations- och driftkostnader	87
Kalkylmodellen	90
Beräkningar, resultat och analys	90
Slutsatser	96
Litteraturlista	97
Bilaga 1 - Regeringsuppdraget	99

Bilaga 2 – Känslighetsanalyser	100
Resultat analyssteg 1 med alternativa fjärrvärmesaxor.....	100
Resultat analyssteg 2 med alternativa fjärrvärmesaxor.....	101
Resultat med likformiga sannolikhetsfördelningar på installations- och driftkostnaden.....	102
Bilaga 3 - Energiprestanda i svenska flerbostadshus	107
Energiprestanda för uppvärmning efter klimatzon	107
Energiprestanda för uppvärmning efter byggår	109
Bilaga 4 – SKOP:s enkätundersökning.....	112
Bilaga 5 - Kompletterande energiberäkningar för komfortmätning.....	113
Bilaga 6 - Tekniskt beskrivning av och kostnadsuppgifter för radiatormätning och komfortmätning	114
Bilaga 7 Fjärrvärmesaxor	115

Sammanfattning

Enligt lagen om energimätning i byggnader (2014:267) ska den som äger en byggnad se till att den energi som används för en lägenhets inomhusklimat kan mätas, om det är tekniskt genomförbart och kostnadseffektivt att installera system för individuell mätning och debitering. Boverket har därför på regeringens uppdrag utrett i vilka fall det är tekniskt genomförbart och kostnadseffektivt att installera mätsystem för individuell mätning av värme, kyla och tappvarmvatten.

Regeringsuppdraget (N2014/1317/E) är uppdelat i två delar. Som svar på det första deluppdraget levererade Boverket hösten 2014 rapporten "Individuell mätning och debitering vid ny- och ombyggnad". Boverket föreslog i rapporten att inte ställa krav på individuell mätning och debitering för värme (med värmemätare), tappvarmvatten eller kyla. Detta eftersom resultatet visade att ett krav skulle tvinga fram olönsamma investeringar för de flesta byggherrar och fastighetsägare som bygger nytt eller bygger om. Boverkets bedömning är att detta resultat även kan appliceras på befintlig bebyggelse.

Deluppdrag 2 gäller individuell mätning och debitering i befintlig bebyggelse. Föreliggande rapport, "Individuell mätning och debitering i befintlig bebyggelse", är Boverkets svar på frågan i vilka fall individuell mätning är kostnadseffektivt. I rapporten utreds särskilt mätning med radiatormätare och komfortmätning.

Resultatet från kostnadseffektivitetsberäkningarna visar att en investering i individuell mätning och debitering med radiatormätare eller komfortmätning generellt inte är kostnadseffektivt i befintliga byggnader. Investeringen framstår också som riskfylld.

Sammantaget föreslår Boverket att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av värme, kyla eller tappvarmvatten i befintlig bebyggelse. Därför lämnar Boverket inte heller några förslag på förordningsbestämmelser.

Utredning av radiatormätning och komfortmätning

Denna utredning är avgränsad till att analysera individuell mätning av värme med radiatormätare och komfortmätning. Detta eftersom resultatet i deluppdrag 1 visade att individuell mätning och debitering av värme med värmemätare, av tappvarmvatten och av kyla inte är kostnadseffektivt.

tivt i ny- och ombyggda byggnader. Detta bedöms inte heller vara fallet i befintliga byggnader.

Analysmetod

Boverkets uppdrag är att utreda i vilka befintliga byggnader som individuell mätning och debitering är kostnadseffektivt¹. Eftersom kostnadseffektivitet likställs med lönsamhet i analysen, besvarar vi frågan genom att ställa åtgärdens intäkter mot dess kostnader. Är intäkterna under investeringens livslängd större än kostnaderna är den lönsam, i annat fall olönsam. Analysen görs på byggnadsnivå där faktorer som energiprestanda och klimat varierar, för att se i vilken grad detta påverkar resultatet.

För att utföra beräkningarna har vi skapat kalkylmodeller för investeringen i mätsystem för individuell mätning. Typbyggnaden som används för beräkningarna har modellerats med olika energiprestanda och är placerad i fyra orter, Malmö, Stockholm, Sundsvall och Kiruna, motsvarande tre klimatzoner. Vi har beräknat vilka energibesparingar som **teoretiskt** skulle bli resultatet om temperaturen sänks i typbyggnaden med en respektive två grader, vilket är intäktssidan i kalkylen. Dessa energibesparingar kopplas till olika fjärrvärmesatser och matas in i modellen tillsammans med kostnadsuppgifter för att kunna beräkna det ekonomiska utfallet. Om nuvärdet av intäkterna under kalkylperioden är större än nuvärdet av kostnaderna är investeringen i individuell mätning kostnadseffektiv eller lönsam, givet att temperaturen i byggnaden sänks.

När det gäller investeringar i individuell mätning och debitering råder det dock stor osäkerhet, såväl på intäktssidan som på kostnadssidan. För att hantera osäkerheten ges indata sannolikhetsfördelningar och vi gör sen systematiska scenarioanalyser (Monte Carlo-simuleringar) för att analysera om individuell mätning av värme är kostnadseffektivt.

Metoden gör det möjligt att, förutom att genomföra många beräkningar på ett systematiskt sätt, också presentera resultaten överskådligt i en figur. Resultaten för samtliga beräkningar summeras i ett histogram och det förväntade nuvärdet, det minsta och det största nuvärdet, standardavvikelse (ett mått på risken i investeringen) och sannolikheten för att vi ska få ett positivt utfall, dvs. lönsamhet, redovisas. Dessa uppgifter beskriver helt enkelt vad en fastighetsägare, som får krav på sig att installera individuell mätning och debitering, kan förvänta sig vad gäller utfallet av investeringen. För Boverkets del ger det en nyanserad bild av lönsamheten i åtgärden och hur denna varierar beroende på vilken energiprestanda

¹ En investering som är kostnadseffektiv antas i utredningen också vara tekniskt genomförbar.

byggnaden har och var den är placerad geografiskt. Utifrån detta kan vi göra en generell bedömning om och i vilka byggnader som det ska krävas individuell mätning och debitering.

Individuell mätning och debitering med radiatormätare

Analysen av radiatormätare har delats upp i två steg:

- I det första steget antas att införandet av individuell mätning ger en engradig temperatursänkning i byggnaden *med säkerhet*. Installations- och driftkostnaden varierar utifrån fördefinierade sannolikhetsfördelningar.
- I det andra steget låter vi även temperatursänkningen variera i modellen med 0, 1 respektive 2 °C. De olika temperatursänkningarna ges olika sannolikheter.

I tabell 1 redovisas resultaten för samtliga typbyggnader för två av fyra orter, Malmö och Kiruna, när temperatursänkningen i modellen hålls konstant till 1 °C på byggnadsnivå (steg 1).

Tabell 1. Resultat från beräkningar av kostnadseffektivitet steg 1, 1 °C temperatursänkning i byggnaden, installations- och driftkostnader med triangulära fördelningar. 2014 års priser. Realt oförändrade priser. Fyra procent real kalkylränta. Kalkylperiod 10 år. 10 000 beräkningar per typbyggnad.

Vinst förlust					
Malmö, EON Värme	Min	Medel	Max	Standardavv.	P för vinst
BBR	-92 739 kr	-49 661 kr	-7 184 kr	14 156 kr	0,0 %
BBR +25	-67 877 kr	-22 556 kr	22 494 kr	14 481 kr	6,2 %
BBR +50	-49 008 kr	-5 240 kr	37 408 kr	14 320 kr	35,9 %
BBR +75	-18 517 kr	22 210 kr	62 295 kr	13 885 kr	94,3 %
Kiruna, Tekniska verken					
BBR	-78 447 kr	-37 900 kr	4 165 kr	13 773 kr	0,1 %
BBR +25	-44 683 kr	-4 576 kr	35 625 kr	13 876 kr	37,5 %
BBR +50	-28 884 kr	11 736 kr	53 830 kr	13 908 kr	78,9 %
BBR + 75	3 714 kr	44 813 kr	84 950 kr	13 864 kr	100,0 %

I tabellen avser "Min" det lägsta nuvärdet av 10 000 beräkningar per typbyggnad, "Medel" det förväntade nuvärdet och "Max" det högsta nuvär-

det av beräkningarna. "Standardavv." anger standardavvikelsen och är ett mått på risken i investeringen. "P för vinst" visar sannolikheten för ett positivt utfall, dvs. hur många av beräkningarna som ger ett nuvärde som är 0 kronor eller bättre.

BBR i tabell 1 avser när energianvändningen i typbyggnaden ligger i nivå med dagens BBR-krav (Boverkets byggregler, BBR 21), medan energianvändningen i typbyggnaderna BBR +25, BBR +50 och BBR +75 har en högre energianvändning, dvs. en allt sämre energiprestanda i förhållande till dagens BBR-krav.

Som framgår av tabell 1 är det svårt att få lönsamhet i flerbostadshus med en energianvändning som ligger i nivå med dagens BBR-krav eller något sämre. Det förväntade nuvärdet (medelvärde) är negativt, dvs. olönsamt och sannolikheten för ett positivt utfall är låg eller mycket låg.

För att det förväntade nuvärdet på utfallet ska vara positivt, dvs. lönsamt, måste byggnadens energianvändning i utgångsläget ligga väsentligt högre än BBR (dvs. en energiprestanda motsvarande typbyggnaden BBR +75). Enligt uppgifter från energideklarationsregistret rör det sig om några hundratal fastigheter i klimatzon I, några tusen i klimatzon II och 25 000 - 40 000 fastigheter i klimatzon III.

Det finns dock inga garantier för att en investering i individuell mätning och debitering faktiskt leder till en temperatursänkning i byggnaden. Det visar SKOP:s enkätundersökning bland hushåll med individuell mätning och debitering och erfarenheter som vunnits bland fastighetsägare som genomfört investeringen. Steg 2 i analysen, där vi tittar särskilt på typbyggnaden BBR +75, är därför att introducera osäkerhet även på intäktsidan. Detta görs genom att låta temperatursänkningen variera i modellen mellan 0, 1 respektive 2 °C med olika sannolikheter. I tabell 2 redovisas beräkningsresultatet för analyssteg 2 för två av fyra orter, Malmö och Kiruna.

Tabell 2. Resultat från beräkningar av kostnadseffektivitet steg 2, 0, 1 och 2 °C temperatursänkning i byggnaden med olika sannolikheter, installations- och driftkostnader med triangulära fördelningar. 2014 års priser. Realt oförändrade priser. Fyra procent real kalkylränta. Kalkylperiod 10 år. 30 000 beräkningar per typbyggnad.

Vinst/förlust						
P för 0 °C	Malmö, EON Värme	Min	Medel	Max	Standardavv.	P för vinst
20 %	BBR +75	-157 901 kr	1 155 kr	200 869 kr	68 351 kr	75,8 %
30 %	BBR +75	-158 438 kr	-12 882 kr	203 480 kr	76 439 kr	66,4 %
40 %	BBR +75	-158 438 kr	-26 919 kr	203 480 kr	81 410 kr	56,9 %
50 %	BBR +75	-157 902 kr	-40 956 kr	200 869 kr	83 955 kr	47,6 %
Kiruna, Tekniska verken						
20 %	BBR +75	-156 856 kr	20 368 kr	243 429 kr	78 897 kr	80,0 %
30 %	BBR +75	-160 831 kr	4 071 kr	242 035 kr	88 269 kr	70,0 %
40 %	BBR +75	-160 831 kr	-12 227 kr	242 035 kr	94 160 kr	60,0 %
50 %	BBR +75	-158 958 kr	-28 524 kr	243 429 kr	97 106 kr	50,0 %

När det inte längre är säkert att temperaturen sjunker med 1 °C i byggnaden, försämras utfallet. Det förväntade nuvärdet (medelvärdet) av investeringen sjunker, risken i investeringen (standardavvikelsen) ökar kraftigt och antalet beräkningar med ett positivt utfall minskar.

I Malmö med 20 procent sannolikhet för 0 °C i temperatursänkning (och 75 procent för 1 °C respektive 5 procent för 2 °C) blir det förväntade nuvärdet en vinst på 1 155 kronor. Standardavvikelsen blir 68 351 kronor. Det är en investering med ett lågt förväntat nuvärde men med en hög risk.

Vid en 30-procentig sannolikhet för oförändrad temperatur i byggnaden (och 65 procent för 1 °C och 5 procent för 2 °C) uppgår det förväntade nuvärdet till en förlust på 12 882 kronor. Standardavvikelsen blir 76 439 kronor.

I Kiruna blir utfallet något bättre. Vid en 20-procentig sannolikhet för oförändrad temperatur i byggnaden uppgår det förväntade nuvärdet till en vinst på 20 368 kronor. Och vid en 30-procentig sannolikhet till en vinst på 4 071 kronor. Standardavvikelsen för dessa två fall blir 78 897 kronor respektive 88 269 kronor.

Beräkningsresultatet visar att det förväntade utfallet för en fastighetsägare som investerar i individuell mätning och debitering med radiatormätare är negativt eller lågt. Dessutom framstår risken i investeringen som hög. Ett krav på individuell mätning av värme med radiatormätare skulle med stor sannolikhet innebära olönsamma investeringar för majoriteten fastighetsägare.

Baserat på utredningens beräkningsresultat föreslår Boverket att det inte i något fall ska krävas individuell mätning och debitering av värme med radiatormätare i befintlig bebyggelse.

Individuell mätning och debitering med komfortmätning

Installationskostnaden för komfortmätning är högre än för radiatormätning. I analysen har vi antagit att temperaturen i byggnaden minskar med 1 °C när komfortmätare installeras. Det förväntade nuvärdet av installationen är negativt i de typbyggnader som undersökts. Sannolikheten att investeringen blir lönsam är väldigt låg. Boverkets slutsats av beräkningarna är att individuell mätning och debitering med komfortmätning inte är kostnadseffektivt och verket föreslår att det inte ska krävas individuell mätning och debitering med komfortmätning i befintlig bebyggelse.