

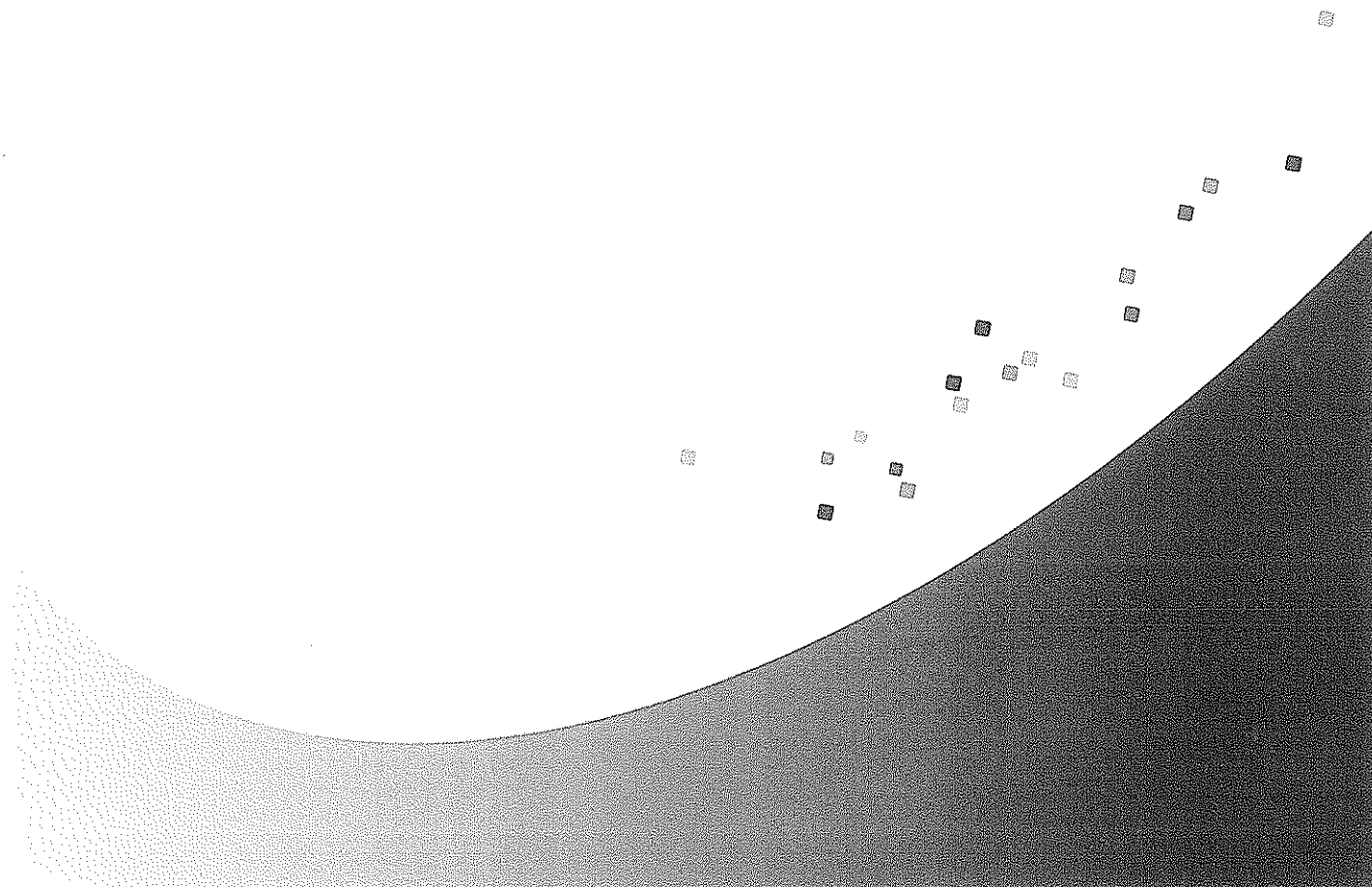


Boverket

Myndigheten för samhällsplanering,  
byggande och boende

RAPPORT 2014:29

# Individuell mätning och debitering vid ny- och ombyggnad



(

(

(

(

# Individuell mätning och debitering vid ny- och ombyggnad

Boverket oktober 2014

Titel: Individuell mätning och debitering vid ny- och ombyggnad

Utgivare: Boverket oktober 2014

Upplaga: 1

Antal ex: 50

Tryck: Boverket internt

ISBN tryck: 978-91-7563-173-8

ISBN pdf: 978-91-7563-174-5

Sökord: Individuell mätning, individuell debitering, kostnadseffektivitet, teknisk genomförbarhet, mätsystem, lägenheter, flerbostadshus, lokaler, nybyggnad, ombyggnad, energianvändning, energiförbrukning, uppvärmning, kyla, komfortkyla, varmvatten, tappvarmvatten

Dnr: 10150-1300/2014

Publikationen kan beställas från:

Boverket, Publikationsservice, Box 534, 371 23 Karlskrona

Telefon: 0455-35 30 50 eller 35 30 56

Fax: 0455-819 27

E-post: [publikationsservice@boverket.se](mailto:publikationsservice@boverket.se)

Webbplats: [www.boverket.se](http://www.boverket.se)

Rapporten finns som pdf på Boverkets webbplats.

Rapporten kan också tas fram i alternativt format på begäran.

Boverket 2014

## Förord

I artikel 9 i energieffektiviseringsdirektivet 2012/27/EU ställs krav på medlemsstaterna att se till att byggherrar och fastighetsägare installerar individuell mätare så att varje lägenhets energianvändning för uppvärmning, kyla och tappvarmvatten kan mätas. Syftet med att mäta varje lägenhets förbrukning är att öka medvetenheten hos de boende om sin energianvändning och ge dem möjligheten att minska sina utgifter genom att spara energi.

Sverige har implementerat direktivets artikel 9 genom lagen om energimätning i byggnader (2014:267). Lagen ställer bl.a. krav på byggherrar och byggnadsägare att det ska gå att mäta värme, kyla och tappvarmvatten individuellt i varje lägenhet vid uppförande och ombyggnad. Kravet gäller dock bara om åtgärden är kostnadseffektiv och, vid ombyggnad, tekniskt genomförbar.

I proposition 2013/14:174 går att läsa att det inte är den enskilde byggherren eller byggnadsägaren som själv ska bedöma om det är kostnadseffektivt att installera individuella mätare, utan en generell bedömning bör istället göras av Boverket. Därför fick Boverket våren 2014 uppdraget att utreda och ange i vilka fall det bör installeras mätsystem för värme, kyla och tappvarmvatten i byggnader.

Denna rapport, som är Boverkets svar på regeringsuppdraget, har tagits fram av Anders Carlsson, Cathrine Engström, Bertil Jönsson och Christer Rosfjord med Joakim Iveroth som projektledare.

Karlskrona oktober 2014

*Janna Valik*  
generaldirektör

(

(

(

(

# Innehåll

Förkortningar .....	7
Definitioner .....	7
<b>Sammanfattning .....</b>	<b>9</b>
Metod .....	9
Individuell mätning av värme i flerbostadshus .....	10
Individuell mätning av tappvarmvatten .....	10
Individuell mätning av värme och kyla i lokaler .....	11
<b>Inledning .....</b>	<b>13</b>
Uppdraget .....	13
Metod och arbetsgång .....	14
<i>Arbetsgång</i> .....	15
<i>Kommunikation med berörda aktörer</i> .....	16
Rapportens disposition .....	17
<b>Bakgrund .....</b>	<b>19</b>
Litteraturstudie individuell mätning .....	19
<i>Tidigare utredningar om individuell mätning</i> .....	20
<i>En summering</i> .....	22
Gjorda erfarenheter av individuell mätning .....	23
<i>Sabo</i> .....	23
<i>Fältstudie i Lund</i> .....	25
<i>Svensk förening för förbrukningsmätning av energi (SFFE)</i> .....	25
<i>Fastighetsägarna och HSB:s riksförbund</i> .....	26
<i>Hyresgästföreningen</i> .....	26
<b>Utgångspunkter, avgränsningar och val .....</b>	<b>29</b>
Kostnadseffektivitet och teknisk genomförbarhet .....	29
<i>Krav på mätning om den är lönsam</i> .....	30
Endast individuell värmemätning med värmemätare utreds .....	30
Ombyggnad .....	31
<i>Begreppet ombyggnad</i> .....	32
<i>Krav enligt reglerna vid ombyggnad</i> .....	32
<i>Närmare om ombyggnad i lagen om energimätning i byggnader</i> .....	33
Byggnadstekniska förutsättningar för individuell mätning .....	33
<i>Flerbostadshus - värme</i> .....	34
<i>Flerbostadshus – varmvatten</i> .....	37
<i>Lokaler- värme och komfortkyla</i> .....	40
Mätningstekniska förutsättningar för individuell mätning .....	42
<i>Mätare för debitering</i> .....	42
<i>Huvudmätare och individuell mätare</i> .....	43
<i>Mätare för fördelning av kostnad</i> .....	43
<i>Reglering av individuella mätare</i> .....	43
<i>Konstruktion och livslängd individuella värme- och vattenmätare</i> .....	43
<b>Individuell mätning av värme i flerbostadshus .....</b>	<b>45</b>
Intäktssidan värme .....	45
<i>Val av inomhustemperaturer för energiberäkningarna</i> .....	46
<i>Energiberäkningar – metod och resultat</i> .....	46
<i>Energibesparing vid sänkt temperatur</i> .....	48
Kostnadssidan värme .....	49
<i>Allmänt om mätare och datainsamlingsystem</i> .....	50
<i>Installationskostnad värmemätare</i> .....	51
<i>Driftkostnader</i> .....	53

Kalkylmodellen för värme .....	54
Beräkningsresultat, analys och förslag .....	54
<i>Värmemätning vid uppförande</i> .....	54
<i>Värmemätning vid ombyggnad</i> .....	57
<b>Individuell mätning av tappvarmvatten i flerbostadshus</b> .....	<b>61</b>
Intäktssidan tappvarmvatten .....	61
<i>Förbrukningen av tappvarmvatten</i> .....	61
<i>Minskad förbrukning med individuell mätning</i> .....	63
<i>VA-avgiften</i> .....	63
Kostnadssidan tappvarmvatten .....	64
<i>Vattenmätare</i> .....	65
<i>Installationskostnad vattenmätare vid ny- och ombyggnad</i> .....	66
Kalkylmodellen för tappvarmvatten .....	67
Beräkningsresultat, analys och förslag .....	69
<i>Traditionell kalkyl</i> .....	69
<i>Monte Carlo-simuleringar</i> .....	70
<i>Tappvarmvatten i kombination med mätning av värme</i> .....	72
<b>Värme och komfortkyla i lokaler</b> .....	<b>73</b>
Avgränsningar .....	73
<i>Endast kontorslokaler</i> .....	73
<i>Endast installationskostnad för värmemätare i kalkylen</i> .....	74
<i>Inget tappvarmvatten i kontor</i> .....	74
Intäktssidan värme och kyla .....	74
<i>Val av inomhustemperatur i kontorslokaler för kalkylen</i> .....	75
<i>Energiberäkningar – metod och resultat</i> .....	75
<i>Energibesparing vid sänkt temperatur</i> .....	76
Kostnad för värmemätare i kontor .....	77
Kalkylmodellen för värme och kyla .....	77
Beräkningsresultat, analys och förslag .....	78
<i>Värmemätning vid uppförande</i> .....	78
<i>Värmemätning vid ombyggnad</i> .....	79
<b>Litteraturlista</b> .....	<b>81</b>
<i>Digitala källor</i> .....	82
<b>Bilaga 1 – regeringsuppdraget</b> .....	<b>83</b>
<b>Bilaga 2 – Beräkningsresultat värmemätning flerbostadshus - vid uppförande och ombyggnad</b> .....	<b>89</b>
<b>Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten</b> .....	<b>127</b>
<b>Bilaga 4. Metod och beräkningsresultat Monte Carlo-simuleringar</b> .....	<b>163</b>
<b>Bilaga 5 – Indata</b> .....	<b>197</b>
<b>Bilaga 6 – Konsultrapport SP</b> .....	<b>205</b>
<b>Bilaga 7 – Konsultrapporter Projektengagemang AB</b> .....	<b>219</b>
<b>Bilaga 8 – Konsultrapport Göran Stålbom, Allmänna VVS Byrå AB</b> .....	<b>279</b>
<b>Bilaga 9 – Konsultrapport Johnny Andersson, Ramböll</b> .....	<b>303</b>
<b>Bilaga 10 – Konsultrapport Wikells och Enerwex</b> .....	<b>317</b>



## Förkortningar

A <sub>temp</sub>	Arean av samtliga våningsplan, vindsplan och källarplan för temperaturreglerade utrymmen, avsedda att värmas till mer än 10 grader, som begränsas av klimatskärmens insida
BBR	Boverkets regelsamling för byggande
BETSI	Byggnaders energi, tekniska status och inomhusmiljö
BOA	Den yta i ett hus som är användningsbar för boende. Boytan utgör tillsammans med biytor byggnadens totalyta
Gripen	Boverkets energideklarationsregister
HSB	Medlemsägd, kooperativ organisation som arbetar med bosparande, byggande och förvaltning.
IMD	Individuell mätning och debitering
LKF	Lunds Kommuns Fastighets AB
MID	Mätinstrumentsdirektivet (2004:22/EG)
Sabo	Sveriges Allmännyttiga bostadsföretag
SFFE	Svensk förening för förbrukningsmätning av energi
STAFS	Swedacs föreskrifter och allmänna råd
Sveby	Standardisera och Verifiera Energiprestanda i byggnader
Swedac	Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll

## Definitioner

*Byggnadens energianvändning.* Den energi som behöver levereras till en byggnad under ett år för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi vid normalt brukande.

*Byggnadens specifika energianvändning.* Byggnadens energianvändning fördelat på A<sub>temp</sub> uttryckt i kWh/m<sup>2</sup> och år. Hushållsenergi ingår inte. Det här begreppet används i Boverkets byggregler (BFS 2011:6) och har samma betydelse som energiprestanda.

*Energiprestanda.* Den mängd energi som behöver användas i en byggnad för att uppfylla de behov som är knutna till ett normalt bruk av byggnaden under ett år (energideklarationens definition, dvs. byggnadens specifika energianvändning).

*Kostnadseffektivitet.* Likställs i rapporten med lönsamhet, se avsnitt Kostnadseffektivitet och teknisk genomförbarhet.

*Vattenmätare.* Ett mätinstrument utformat för att mäta, registrera och visa volymen av det vatten som passerar genom mätgivaren.

*Värmemätare.* Ett instrument som är utformat för mätning av värme, som i en värmeväxlarkrets avges av en vätska som kallas värmebärare.

(

(

(

(

# Sammanfattning

Boverket har på regeringens uppdrag utrett i vilka byggnader det är kostnadseffektivt att installera mätsystem för individuell mätning av värme, kyla och tappvarmvatten. Utredningen ska ge underlag till ett förslag på förordningsbestämmelser till lagen om energimätning i byggnader (2014:267). Enligt lagen ska den som uppför en byggnad eller genomför en ombyggnad se till att varje lägenhets användning av värme, kyla och tappvarmvatten kan mätas om det är kostnadseffektivt och, vid en ombyggnad, tekniskt genomförbart.

För att besvara frågan när individuell mätning av värme och tappvarmvatten i flerbostadshus är kostnadseffektivt har Boverket räknat på dess kostnader och möjliga intäkter. Resultaten visar att ett krav skulle tvinga fram olönsamma investeringar för de flesta byggherrar och fastighetsägare som bygger nytt eller bygger om och som installerar individuella värme- eller vattenmätare. För lokaler har Boverket utrett individuell mätning av komfortkyla och värme med resultatet att individuell mätning varken är rimligt eller kostnadseffektivt.

Baserat på utredningens beräkningsresultat föreslår Boverket att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av värme, kyla eller tappvarmvatten vid uppförande eller ombyggnad. Därför lämnar Boverket inte heller några förslag till förordningsbestämmelser.

## Metod

Kostnadseffektivitet likställs i analysen med lönsamhet. En investering som är kostnadseffektiv antas i utredningen också vara tekniskt genomförbar. För att besvara frågan om en investering i individuell mätning är lönsam ställer vi intäkterna mot kostnaderna. Är intäkterna under investeringens livslängd större än kostnaderna är den lönsam, i annat fall olönsam.

För beräkningarna har vi använt en investeringskalkyl där nuvärdet av intäkterna ställs mot nuvärdet av kostnaderna. Intäkterna är värdet av energibesparingen, värdet av effektbesparingen samt för tappvarmvatten även värdet av vattenbesparingen. På minussidan har vi installationskostnaden och årliga kostnader för drift.

För den del av uppdraget som handlar om lokaler och kyla har kostnadseffektivitetsberäkningarna kompletterats med beskrivningar av hur klimatsystem i lokaler fungerar och vilka möjligheter som finns att mäta energi för värme och kyla individuellt i lokaler.

## Individuell mätning av värme i flerbostadshus

Storleken på den energibesparing som en lägre temperatur i ett flerbostadshus innebär är central för att beräkna intäkterna av individuell mätning av värme. Storleken varierar beroende på temperatursänkningens storlek, var i landet byggnaden finns samt dess energiprestanda. Värdet av energibesparingen beror på fjärrvärmeföretaget som också den varierar i landet.

Enligt beräkningsresultaten är en investering i värmemätare i nya byggnader och vid ombyggnad i de allra flesta fall inte kostnadseffektiv. Resultatet visar att en grads lägre temperatur inte i något fall räcker för att investeringen ska bli kostnadseffektiv.<sup>1</sup> I de flesta fall räcker inte heller två grader för att uppnå kostnadseffektivitet. Endast när temperatursänkningen sker i kombination med låga installationskostnader visar beräkningarna på kostnadseffektivitet.<sup>2</sup> I ombyggnadsfallet krävs dessutom att byggnadens energiprestanda är fortsatt dålig efter ombyggnad för att kalkylen ska visa på kostnadseffektivitet.

Boverkets bedömning är att en så pass kraftig temperatursänkning som två grader från samtliga boende i en byggnad inte är en trolig effekt av individuell mätning. Förutom det faktum att boende har olika preferenser vad gäller inomhustemperatur, så ger två graders lägre temperatur en energibesparing som motsvarar som högst 20 kronor per månad och lägenhet. Det ekonomiska incitamentet för de boende att sänka inomhustemperaturen, vilket är syftet med individuell mätning, är troligtvis svagt.

Eftersom ett krav på individuell mätning av värme skulle innebära olönsamma investeringar för majoriteten av byggherrar och fastighetsägare, förslår Boverket att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av värme vid uppförande eller ombyggnad.

## Individuell mätning av tappvarmvatten

För beräkningarna av kostnadseffektivitet vid installation av individuella vattenmätare har vi kompletterat den traditionella kalkylen, där de ingående parametrarna ges konstanta värden, med Monte Carlo-simuleringar. Den senare metoden innebär att ett stort antal investeringar simuleras där de ingående parametrarna har tillåtits variera med ansatta sannolikheter, och där resultatet visar sannolikheten att en investering i individuell mätning av tappvarmvatten blir kostnadseffektiv.

<sup>1</sup> Detta gäller huvudalternativen där en värmemätare installeras vid uppförande och flera värmemätare installeras vid ombyggnad.

<sup>2</sup> Med låga installationskostnader avses installation av billiga värmemätare med trådlös kommunikation eller där en paketlösning väljs där ett företag sköter både installation och drift.

Beräkningarna i den traditionella kalkylen visar att det krävs en relativt stor tappvarmvattenbesparing i kombination med en låg installationskostnad för att uppnå kostnadseffektivitet. Individuell mätning av tappvarmvatten är aldrig kostnadseffektivt vid 10 procents minskad tappvarmvattenförbrukning. Vid 20 procents minskad tappvarmvattenförbrukning kan åtgärden vara kostnadseffektiv under förutsättning att installationskostnaden är låg och att VA-avgiften ligger över genomsnittet. En något högre installationskostnad (3 500 kr i kalkylen) innebär att installationen inte är kostnadseffektiv i något fall vid 20 procents minskad tappvarmvattenförbrukning och endast i vissa fall vid 30 procents minskad förbrukning.

Resultatet från Monte Carlo-simuleringarna visar att även när installationskostnaden är låg och VA-avgiften hög är cirka 40 procent av simuleringarna olönsamma. Andelen lönsamma investeringar sjunker kraftigt när installationskostnaden ökar.

Slutsatsen, baserad på resultatet av den traditionella kalkylen och Monte Carlo-simuleringarna, är att sannolikheten för att en investering blir lönsam är för låg för att kunna ställa krav på individuell mätning av tappvarmvatten vid uppförande eller ombyggnad. Ett krav skulle tvinga fram ett allt för stort antal olönsamma investeringar. Boverket föreslår därför att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av tappvarmvatten vid uppförande eller ombyggnad.

## Individuell mätning av värme och kyla i lokaler

För lokaler har analysen avgränsats till att endast gälla kontorsbyggnader. Analys och förslag baseras dels på underlag som beskriver hur de klimatsystem som installeras i kontor fungerar och vilka möjligheter till individuell mätning som finns, dels på kostnadseffektivitetsberäkningar på motsvarande sätt som för flerbostadshus.

Att individuellt mäta komfortkyla i kontorsbyggnader är av flera anledningar svårt att göra till en rimlig kostnad. En försvarande omständighet är att kylan ofta produceras och distribueras ut i kontorsbyggnaden från ett gemensamt system och där individuell mätning av kylan skulle kräva mätutrustning för varje tillförselpunkt för den hyrda kontorsdelen.

Enligt beräkningsresultaten, där temperaturen antas sjunka på motsvarande sätt som för flerbostadshus efter installation av värmemätare, är individuell mätning av värme aldrig kostnadseffektivt vid uppförande eller ombyggnad.

Utifrån det beskrivande underlaget och beräkningsresultatet föreslår Boverket att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av värme eller kyla vid uppförande eller ombyggnad av lokaler.

(

(

(

(