



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

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 datainsamlingssystem</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
Individuell mätning av tappvarmvatten i flerbostadshus .....	61
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
Värme och komfortkyla i lokaler .....	73
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
Litteraturlista .....	81
<i>Digitala källor</i> .....	82
Bilaga 1 – regeringsuppdraget .....	83
Bilaga 2 – Beräkningsresultat värmemätning flerbostadshus - vid uppförande och ombyggnad .....	89
Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten .....	127
Bilaga 4. Metod och beräkningsresultat Monte Carlo-simuleringar	163
Bilaga 5 – Indata .....	197
Bilaga 6 – Konsultrapport SP .....	205
Bilaga 7 – Konsultrapporter Projektengagemang AB .....	219
Bilaga 8 – Konsultrapport Göran Stålbom, Allmänna VVS Byrån AB .....	279
Bilaga 9 – Konsultrapport Johnny Andersson, Ramböll .....	303
Bilaga 10 – Konsultrapport Wikells och Enerwex .....	317



## Förkortningar

$A_{temp}$	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	Mätinstrumentdirektivet (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  $A_{temp}$  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 flerbostadhus

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 tillåtit 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 paketslösning 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 försvårande 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.



# Inledning

Sverige har infört en ny lag om energimätning i byggnader (2014:267) för att genomföra artikel 9 i energieffektiviseringsdirektivet 2012/27/EU. Lagen ställer bl.a. krav på byggherrar och byggnadsägare att det ska gå att mäta värme, kyla och tappvarmvatten individuellt i varje lägenhet. Kravet gäller när en byggnad uppförs och när byggnader genomgår en ombyggnad, men endast om åtgärden är kostnadseffektiv och, vid ombyggnad, tekniskt genomförbar. Kravet gäller även befintliga byggnader om åtgärden är kostnadseffektiv och tekniskt genomförbar. Syftet med lagen är att skapa incitament för de boende att minska sin energianvändning genom att fördela kostnaderna för energi efter faktisk användning.

Regeringen menade tidigt, och skrev så i proposition *Genomförande av energieffektiviseringsdirektivet*, att en lagstiftning där byggherren eller byggnadsägaren själv bedömer om det är kostnadseffektivt att installera individuella mätare skulle leda till en mycket osäker rättstillämpning.<sup>3</sup> Regeringen menade att Boverket i stället bör bedöma kostnadseffektivitet och tekniskt genomförbarhet generellt, och gav myndigheten uppdraget ”att utreda i vilka typer av byggnader det bör installeras mätsystem för värme, kyla och tappvarmvatten”.

## Uppdraget

Uppdraget har två delar. Den här rapporten gäller deluppdrag 1 som innebär detta:

- Boverket ska utreda och ange i vilka fall det vid nybyggnad och ombyggnad ska krävas att den energi som används för att påverka inomhusklimatet (värme och kyla) kan mätas i varje enskild lägenhet.
- Boverket ska utreda och ange i vilka fall det vid nybyggnad och ombyggnad ska krävas att förbrukningen av tappvarmvatten kan mätas i varje enskild lägenhet.

---

<sup>3</sup> Proposition 2013/14:174. *Genomförande av energieffektiviseringsdirektivet*, s 131.

- För nya byggnader ska utredningen baseras på en analys av kostnadseffektivitet, och för ombyggnad på en analys av teknisk genomförbarhet och kostnadseffektivitet.
- Boverket ska utreda och ange om det bör ställas krav på vilka mätmetoder som ska tillämpas för värmemätningen.
- Boverket ska överväga om mätning av tappvarmvatten är kostnadseffektivt respektive teknisk genomförbart om kravet kopplas samman med krav på installation av värmemätningssystem, eller om det i något fall bör gälla självständigt för tappvarmvatten.

I uppdraget ingår att lämna förslag på de förordningsbestämmelser som behövs för att kunna genomföra Boverkets slutsatser, med tillhörande konsekvensutredning. I uppdraget ingår också att inhämta synpunkter från berörda myndigheter, företag och andra aktörer. Utredningen och förslagen ska levereras den tredje november 2014.

Deluppdrag två handlar om bestämmelserna i lagen om energimätning i byggnader som riktas mot de som äger en byggnad men som inte genomför någon ombyggnad. Detta andra deluppdrag kommer Boverket att genomföra under 2015 med leverans 1 oktober.

## Metod och arbetsgång

Eftersom utredningen ska baseras på en analys av kostnadseffektivitet och teknisk genomförbarhet blir den huvudsakliga frågeställningen för utredningen:

- när är det kostnadseffektivt, och vid ombyggnad tekniskt möjligt, att individuellt mäta värme, kyla och tappvarmvatten i byggnader?

För att besvara frågan har vi har skapat kalkylmodeller för investeringen för att kunna beräkna kostnadseffektiviteten. Intäkterna i form av minskade utlägg för energi, effekt och vatten beräknas i modellen där indata bl.a. är energibesparingen när inomhustemperaturen sjunker och vattenförbrukning före och efter införandet av individuella mätare. Intäkterna baseras på faktiska fjärrvärme- och VA-avgifter. Kostnaderna är installationskostnader samt kostnader för drift. Om nuvärdet av intäkterna under kalkylperioden är större än nuvärdet av kostnaderna är investeringen i individuell mätning kostnadseffektivt.

Vid analys av värme har vi beräknat vilka energibesparingar som *teoretiskt* skulle bli resultatet om temperaturen sänks i en framtagna typbyggnad med en respektive två grader. Dessa energibesparingar matar vi in i modellen tillsammans med kostnadsuppgifter för att kunna beräkna det ekonomiska utfallet. Vi får då en uppskattning om kostnadseffektiviteten, *givet att de boende sänker temperaturen med en respektive två grader.*

Därefter diskuteras vilka förutsättningar som måste vara uppfyllda för att temperatursänkningen verkligen ska komma till stånd, dvs. hur realistisk den är.

I tappvarmvattenmodellen ingår också kallvattentemperatur som indata. För att beräkna om individuell mätning av tappvarmvatten är kostnadseffektivt används, förutom den traditionella



investeringskalkylen, också s.k. Monte Carlo-simuleringar. Med Monte Carlo ansätts *sannolikhetsfördelningar* (dvs. en spridning av värdena) för de olika centrala parametrar som ingår i kalkylen. Med datorns hjälp görs sen tusentals simuleringar med slumpmässigt valda värden från fördefinierade sannolikhetsfördelningar. Slutresultatet för varje enskild simulering blir antingen lönsamt eller olönsamt, och med så många simuleringar får vi en spridning i resultaten (en fördelning) som styrs av sannolikheten för de centrala parametrarnas värden.

### Arbetsgång

Väl medvetna om svårigheten för en nationell myndighet att besvara utredningens frågeställning har vi genomfört uppdraget i dessa steg:

- Genomgång av litteratur inom området samt sammanställning av branschaktörers erfarenheter.
- Avgränsningar och definitioner för uppdraget. Centralt är att definiera begreppet kostnadseffektivitet.
- Beskrivning av hur bostads- och lokallägenheter värme-, kyl- och tappvarmvattensystem är uppbyggda, i befintliga och nya byggnader. Detta för att tydliggöra förutsättningarna för individuell mätning av värme, kyla och tappvarmvatten i byggnader.
- Beskrivning av de mätmetoder och mätare som används för individuell mätning.
- Beräkning av intäkterna, dvs. den möjliga energi- effekt- och vattenbesparing genom sänkt temperatur och minskad förbrukning av tappvarmvatten pga. individuell mätning och debitering, samt värdera denna.
- Beräkning av kostnaderna, dvs. kostnaden för installation och drift av individuell mätning och debitering.
- Beräkning av kostnadseffektiviteten för individuell mätning av värme, kyla och tappvarmvatten. Indata i kalkylen är värdet av energi, - effekt- och vattenbesparingen och kostnaden för installation och drift.
- Analysera resultatet och ge förslag.

Följande konsulter har för Boverkets räkning tagit fram underlag.

Kerstin Mattiasson från SP, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, har gjort en teknisk beskrivning av vatten- och värmemätare samt beskrivit vilka krav och regelverk som gäller för dem idag och vad som kan komma att gälla framöver. Materialet innehåller även kostnadsuppgifter för installation och drift av värme- och vattenmätare. Materialet hittas i bilaga 6.

Projektengagemang AB har för Boverkets räkning konstruerat de typbyggnader och genomfört energiberäkningarna som är grunden för kostnadseffektivitetsberäkningarna för värme. Företaget har även tagit fram kostnadsuppgifter för installation och drift av värmemätare och beskrivande material kring värmesystem m.m. Det fullständiga materialet hittas i bilaga 7.

Göran Stålbom från Allmänna VVS Byrå AB har för uppdraget beskrivit hur svenska bostadshus- och lokallägenheter värms och hur uppvärmnings- och tappvarmvattensystem vanligtvis utformas och

konstrueras vid nyproduktion och ombyggnad. Detta material finns i bilaga 8.

Johnny Andersson, Ramböll AB, har gjort en utförlig beskrivning av hur klimatsystem med komfortkyla är uppbyggda och på vilket sätt systemet används för att skapa lämplig temperatur i lokaler. Materialet hittas i bilaga 9.

Wikells tillsammans med Enerwex har beräknat kostnaderna för installation av värmemätare och vattenmätare, inklusive system för datainsamling, vid uppförande och vid ombyggnad. Resultatet finns i bilaga 10.

### **Kommunikation med berörda aktörer**

Genomförandet av Energieffektiviseringsdirektivets artikel 9 och det numera lagstadgade kravet på mätning har mötts med stort intresse och från flera håll hårt motstånd. För Boverket har det därför varit viktigt med en kontakt med de berörda parterna för att informera om uppdraget och ta del av deras erfarenheter. I uppdraget ligger också att inhämta synpunkter från berörda myndigheter, företag och andra berörda aktörer. Boverket har därför haft särskilda samråd med ett antal branschaktörer, diskuterat frågan med Swedac samt ordnat en hearing där frågan om individuell mätning diskuterades under en heldag.

#### *Hearing*

Den 20 maj 2014 anordnade Boverket en hearing för att diskutera individuell mätning och debitering med branschen. Cirka 90 personer från olika branschorganisationer och bostadsbolag deltog och fick under dagen diskutera frågor kring Boverkets uppdrag, vad individuell mätning av värme och tappvarmvatten kostar och om det leder till energibesparing.

Den generella bilden som Boverket tog med sig från hearingen var att flera av fastighetsägarna är emot ett krav på individuell mätning av värme. Detta eftersom investeringen anses vara dyr, energibesparingen osäker och för att fastighetsägare förlorar incitament att genomföra andra energieffektiviserande åtgärder i t.ex. klimatskal. Mätning av tappvarmvatten anses av vissa inte vara lika problematiskt som värmemätning. Fastighetsägare med hög vattenförbrukning har positiva erfarenheter av sådan mätning. Andra aktörer var emot även individuell mätning av tappvarmvatten då de inte ansåg att det gav någon effekt på tappvarmvattenförbrukningen.

En central fråga som diskuterades var kostnaden för individuell mätning. Det råder stor oenighet kring installationskostnaden medan de flesta uppger ungefär samma driftkostnad. Det kan konstateras att installationskostnaden för både värme- och vattenmätare varierar kraftigt, men att det kan förklaras av att fastighetsbolagens krav på de system de väljer att köpa och installera varierar.

#### *Samråd med Swedac*

Boverket träffade Swedac våren 2014 för att diskutera frågan om individuell mätning. Bland annat diskuterades dagens regelverk kring värme- och vattenmätare, att mätare som används för individuell mätning

inte är reglerade i Swedacs föreskrifter och allmänna råd<sup>4</sup> idag och hur detta påverkar Boverkets uppdrag.

#### *Samråd med branschaktörer*

Boverket har träffat och tagit del av följande organisationers erfarenheter av individuell mätning av värme och tappvarmvatten:

- Sabo
- Svensk förening för förbrukningsmätning av energi (SFPE)
- HSB:s riksförbund
- Fastighetsägarna Sverige
- Lunds kommuns fastighets AB (LKF)
- Hyresgästföreningen

Vad som framkom under dessa möten finns sammanfattade i nästkommande rapportavsnitt.

## Rapportens disposition

Rapporten består av sex avsnitt.

Avsnittet härefter, *Bakgrund*, syftar till att ge en bakgrund till uppdraget och frågeställningen. Avsnittet innehåller dels en litteraturgenomgång, dels en sammanfattning av vad som framkom i de möten som Boverket har haft med aktörer under arbetets gång.

I avsnittet *Utgångspunkter, avgränsningar och val* beskrivs de tekniska förutsättningarna för att installera individuella mätare. Även nödvändiga avgränsningar och definitioner görs för att kunna ta fram en kalkylmodell och göra relevanta beräkningar. Bland annat definieras begreppet kostnadseffektivt och begreppet ombyggnad förklaras och får ett tillägg.

Avsnitt 4 handlar om individuell mätning av värme i flerbostadshus. I avsnittet beskrivs intäktssidan och kostnadssidan, kalkylmodellen, beräkningsresultatet med resultatanalys och förslag.

Avsnitt 5 avhandlar på motsvarande sätt individuell mätning av tappvarmvatten med en beskrivning av intäktssidan, kostnadssidan, kalkylmodellen samt beräkningar, resultat och analys.

I avsnitt 6 avhandlas individuell mätning av värme och kyla i lokaler. I avsnittet görs ett antal avgränsningar, bland annat avgränsas lokaler till att endast gälla kontorslokaler. Vidare beskrivs intäktssidan och kostnadssidan, kalkylmodellen, beräkningsresultaten med analys och förslag.

---

<sup>4</sup> Styrelsens för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) föreskrifter och allmänna råd förkortas STAFS. Dagens regler om vatten- och värmemätare hittar i STAFS 2006:5 om vattenmätare, STAFS 2006:8 om värmemätare och i STAFS 2007:2 om återkommande kontroll av vatten- och värmemätare.



# Bakgrund

## Litteraturstudie individuell mätning

I detta kapitel presenteras svenska rapporter som har individuell mätning som huvudtema. Vid genomgången av litteraturen har fokus varit att undersöka vilka besparingspotentialer som anges samt om beräkningar eller andra uppgifter finns om lönsamheten av investeringar i individuell mätning.

I tabell 1 hittas en sammanställning av litteraturgenomgångens viktigaste iakttagelser vilka beskrivs i nästa avsnitt.

*Tabell 1 Sammanställning av litteraturgenomgång*

Studie	Besparing	Kostnader	Intäkter	Resultat
		Investering/drift Kr/kr per år	Kr/år	
Energimyndigheten, 1999	Värme: 8-20 % Vatten: 15-25 %	3000-8000/300	400-1500	Lönsamt i vissa fall
Boverket, 2002 Energimyndigheten, 2003	Vatten: 15-25 %	-	-	-
Värme och vatten	10-20 %, 15-30 %	4 000-10 000/400	850-1560	Lönsamt i vissa fall
Enbart varmvatten	15-30 %	1500/200	?	Lönsamt i vissa fall
Energimyndigheten, 2005	Vatten: 15-30%	1500/200	318-635	15 % olönsamt 30 % lönsamt
Boverket, 2008				
Värme och vatten	15 % i båda	5000/200	?	Olönsamt i små lgh, Lönsamt i större lgh
Enbart varmvatten	20 %	1500/100	450-2100	Lönsamt i allra flesta fall

### Tidigare utredningar om individuell mätning

I Energimyndighetens rapport från 1999 "Utredning angående erfarenheter av individuell mätning av värme och varmvatten i svenska flerbostadshus" (utredare Lennart Berntsson) bedöms sparpotentialen för tappvarmvatten till 15-30 procent.<sup>5</sup> I ett räkneexempel illustreras utfallet av en investering med både värme- och tappvarmvattenmätare. Sparpotentialen antas till mellan 8 och 20 procent för värme och till mellan 15 – 25 procent för tappvarmvatten. Investeringskostnaden varierar mellan 3 000 och 8 000 kronor. Driftkostnaden är 300 kronor per lägenhet och år. Intäkterna blir mellan 400 – 1 500 kronor per år med 1999 års energi och tappvattenpriser. Det blir lönsamt i hus med hög vattenförbrukning och i hus med normalförbrukning om investeringskostnaden är låg. Fördubblas det rörliga energipriset (ej i tabellen) blir det lönsamt för de allra flesta. Kapitalkostnaderna för investeringar beräknas med en annuitet på sex procent och livslängd på 20 år. Utredaren anger själv att det krävs återinvesteringar efter cirka 10 år som inte är med i kalkylen. I utredningen anges vidare att många projekt med individuell mätning och debitering genomfördes under 1990-talet och gemensamt för de flesta är att det saknas vederhäftiga utvärderingar av effekterna.

År 2001 hade Boverket regeringens uppdrag att utreda hur hushållning med resurserna tappvatten och energi för tappvarmvatten kan nås genom förbrukningsmätning.<sup>6</sup> I rapporten bedöms den möjliga besparingen av tappvarmvatten i flerbostadshus till 15-25 procent och siffran härstammar från Värmemätningens utredningen från 1983<sup>7</sup>. Dock skriver man att storleken på besparingen med individuell mätning och debitering inte riktigt är klarlagt. Några egna kalkyler genomförs inte men beträffande kostnadseffektivitet anser utredningen att studier bör göras innan en viss teknik införs, så att man förvissas om att vinsten av en åtgärd överstiger kostnaderna för investeringen och dess följdskostnader.

I Energimyndigheten (2003) följer utredaren Lennart Berntsson upp utredningen från 1999.<sup>8</sup> Två räkneexempel presenteras med besparingar som framkommit i utredningen. Dels en värme- och varmvatteninvestering, dels en investering med enbart varmvatten. I den förra minskar värmebehovet med 10 – 20 procent och minskningen i varmvattenförbrukningen är 15 – 30 procent. Investeringskostnaden varierar mellan 4 000 och 10 000 kronor per år. Driftkostnaden är 400 kronor per lägenhet och år. Intäkterna blir mellan 850 – 1 560 kronor per år med ett energipris på 0,5 kronor per kWh.

Återbetalningstiden sätts till fem år. I en lägenhet med ett värmebehov före mätning på 14 300 kWh och en värmebesparing på 10 procent blir investeringen olönsam (återbetalningstiden längre än 5 år) om det rörliga energipriset är lägre än 0,8 kronor per kWh och investeringen är 4 000

---

<sup>5</sup> Energimyndigheten (1999), *Utredning angående erfarenheter av individuell mätning av värme och varmvatten i svenska flerbostadshus*, rapport ER 24:1999.

<sup>6</sup> Boverket (2002), *Hushållning med kallt och varmt vatten. Individuell mätning och temperaturstyrning*.

<sup>7</sup> Värmemätningens utredningen, Ds Bo 1983:4.

<sup>8</sup> Energimyndigheten (2003). *Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – En lägesrapport*. Projekt P11835-2.

kronor. Är investeringskostnaden 10 000 kronor per lägenhet måste det rörliga energipriset vara minst 1,6 kronor per kWh för att få lönsamhet.

Vid en värmebesparing på 20 procent är investeringen på 4 000 kronor lönsam. Om investeringskostnaden är 10 000 kronor måste det rörliga energipriset vara högre än 0,8 kronor.

I en lägenhet med ett värmebehov på 7 800 kWh/år blir investeringen lönsam vid 4 000 kronor per lägenhet endast om besparingen uppgår till 20 procent och det rörliga energipriset är 0,7 kr/kWh eller högre.

Investeringen i enbart varmvattenmätning antas ge en vattenbesparing på mellan 15 – 30 procent. Investeringen per lägenhet är 1 500 kronor och driftkostnaden 200 kronor per lägenhet och år. Vid en varmvattenbesparing på 15 procent blir investeringen lönsam i en högförbrukarlägenhet (80 m<sup>3</sup>/år) om det rörliga varmvattenpriset är minst 40 kr per kubikmeter, medan varmvattenpriset måste uppgå till minst 80 kr/m<sup>3</sup> i en lågförbrukarlägenhet (40 m<sup>3</sup>/år) för att få rimliga återbetalningstider. Vid en besparing på 30 procent är investeringen lönsam vid ett rörligt varmvattenpris på 40 kr/m<sup>3</sup> eller högre i lågförbrukarlägenheten.

Energimyndigheten (2005) presenterar ett räkneexempel för införandet av IMD för varmvatten som är snarlig det som återfinns i Energimyndigheten (2003).<sup>9</sup> Samma investeringskostnad per lägenhet, 1 500 kronor och samma driftkostnad, 200 kronor per lägenhet och år. Kalkylmetoden är nuvärdesmetoden, livslängden 10 år och kalkylränta 5 procent.

Med ett energipris på 65 öre/kWh och ett vattenpris på 12 kronor per m<sup>3</sup> bedöms en 15-procentig besparing bli olönsam. Om energipriset vore 87 öre/kWh eller högre skulle kalkylen uppvisa lönsamhet.

Med en 30-procentig besparing bedöms investeringen lönsam vid ett energipris på 65 öre/kWh. För att kalkylen i detta fall ska uppvisa olönsamhet behöver energipriset sjunka till högst 30 öre/kWh.

I Boverket (2008) skriver författarna Thomas Sandberg och Knut Bernotat att de vid sin genomgång inte kunnat finna någon svensk undersökning av lönsamheten i genomförda installationer av IMD som tar upp mer än enstaka fall.<sup>10</sup> Rapporten innehåller två räkneexempel baserat på olika antaganden, dels beräkningar av lönsamhet vid enbart varmvattenmätning, dels lönsamheten vid både värme- och varmvattenmätning.

För investeringen i IMD för både värme- och varmvatten görs beräkningar för tre lägenhetsstorlekar om 35, 65 och 100 m<sup>2</sup>. Installationskostnaden antas till 5 000 kronor per lägenhet och driftkostnad sätts till 200 kronor per lägenhet och år. Annuitetsmetoden används med en kalkylränta på 10 procent och en livslängd på 10 år. Energipriset får variera mellan 0,5 och 1,5 kronor/kWh och kallvattenpriset sätts till 20 kronor/m<sup>3</sup>. Energiförbrukningen antas till 150 kWh/m<sup>2</sup> och år och inkluderar både värme och varmvatten. Den

<sup>9</sup> Energimyndigheten (2005), *Förbättrad energieffektivitet i bebyggelsen*, ER 2005:27

<sup>10</sup> Boverket (2008), *Individuell mätning och debitering i flerbostadshus*. Boverket bedömde vid tidpunkten det angeläget att ge det kunskapsmaterial som finns sammanställt i rapporten en vidare spridning. För sakinnehåll, slutsatser och kommentarer svarar författarna.

gemensamma besparingen för värme och varmvatten uppgår till 15 procent.

Resultaten av beräkningarna visar att det är svårt att få lönsamhet i den lilla 35 m<sup>2</sup> lägenheten om man inte räknar med ett energipris på minst 1,25 kronor/kWh. IMD är lönsamt i 65 m<sup>2</sup> lägenheten vid cirka 0,7 kronor/kWh, den stora 100 m<sup>2</sup> lägenheten är lönsam även vid det lägsta energipriset, 0,5 kronor/kWh.

För varmvatteninvesteringen antas en installationskostnad på 1 500 kronor per lägenhet och driftkostnad sätts till 100 kronor per lägenhet och år. Annuitetsmetoden används med en kalkylränta på 10 procent och en livslängd på 10 år. Energipriset får även här variera mellan 0,5 och 1,5 kronor/kWh, kallvattenpriset sätts till 20 kronor/m<sup>3</sup> och varmvattenbesparingen till 20 procent. Två alternativ för förbrukningen före IMD, 40 och 80 m<sup>3</sup> per lägenhet och år beräknas.

Författarna räknar också med förluster i varmvattencirkulationen på 20 procent. Resultaten visar att IMD är mycket lönsamt i de allra flesta fall. För lägenheten med den låga förbrukningen 40 m<sup>3</sup>/år (verkningsgrad 0,8) måste energipriset vara lägre än 0,32 kronor/kWh för att IMD inte ska vara lönsamt. Skulle besparingen i detta fall bara uppgå till 10 procent i stället för 20 procent krävs ett energipris på 0,91 kronor/kWh för lönsamhet. För den högförbrukande lägenhetens 80 m<sup>3</sup>/år (verkningsgrad 0,8) är IMD lönsamt ända ner till energipriset 0,02 kr/kWh; om besparingsantagandet sänks från 20 procent till 10 procent ner till energipriset 0,32 kronor/kWh.

### En summering

I litteraturen inom energiområdet dominerar s.k. ex-ante studier. Sådana studier görs före införandet av åtgärdsprogram för energieffektivisering. Även om ex-ante studier ger värdefulla utgångspunkter, visar de inte resultaten av det faktiska utfallet av åtgärdsprogrammen. För detta krävs s.k. ex-post studier och sådana studier är sällsynta på energiområdet.<sup>11</sup>

Enligt Boverkets uppfattning gäller detta också inom individuell mätning och debitering. Det är svårt att få fram svenska utvärderingar som gjorts efter genomförandet, där individuell mätning har analyserats som en separat åtgärd och där kostnader för installation och drift ställt mot värdet av besparingar i energi, effekt och vatten. Redan 1999 påtalas i Energimyndighetens utredning att det då saknades vederhäftiga utvärderingar av effekterna för genomförda IMD-investeringar. Samma konstaterande görs i Boverkets utredningar från 2002 respektive 2008. Och vår egen utredning kommer till samma slutsats.

I brist på utvärderingar av genomförda IMD-investeringar (ex-post utvärderingar) är man hänvisad till att undersöka hur individuell mätning faktiskt har hanterats bland bostadsföretag.

Som kommer att presenteras i nästa avsnitt finns exempel på bostadsbolag som har installerat individuell mätning av värme men som sedan har övergivit det. Detta kan då tolkas som att det inte har varit lönsamt och att de beräkningar som föregått investeringarna varit för optimistiska ur ett kostnadseffektivitetsperspektiv.

---

<sup>11</sup> Gillingham, K, R.G.Newell och K Palmer (2009), *Energy Efficiency Economics and Policy*, Resources for the Future, RRF DP 09-13.



Bilden är mer positiv när det gäller individuell mätning av tappvarmvatten. Många som har installerat sådana system håller kvar vid dem och planerar ytterligare investeringar. Detta kan då tolkas som att systemen bedöms vara lönsamma.

Men bilden är också splittrad. Exempelvis uppger Svenska Bostäder svårigheter med att få lönsamhet i IMD-investeringar för varmvatten. Bolaget har utvärderat IMD med varmvatten i ett antal fastigheter, några även med värmedebitering. Den besparingspotential inom varmvatten som man inledningsvis trodde fanns har inte kunnat verifieras vara så stor att det skulle bli lönsamt.<sup>12</sup> Detta framkom också på den hearing som anordnades i maj 2014.

## Gjorda erfarenheter av individuell mätning

Boverket har träffat organisationer och företag som har arbetat med individuell mätning av värme och tappvarmvatten för att ta del av deras kunskap.

### Sabo

Sabo är generellt kritiskt till ett krav på individuell mätning av värme. Detta har tidigare uttrycks i skrifter från Sabo och även i remissvaret till proposition 2013/14:174.<sup>13</sup>

Flera av Sabos medlemsföretag arbetar med individuell mätning av värme och tappvarmvatten sedan en tid tillbaka, med blandade resultat och erfarenheter. Den generella uppfattningen bland företagen är att individuell mätning av värme kostar mer än det smakar medan mätning av tappvatten i många fall är rimligt. Sabo genomförde under 2014 en enkätundersökning bland medlemsföretag som mäter eller har mätt värme och/eller vatten individuellt. Respektive bostadsbolags ansvarige för den individuella mätningen fick svara på ett antal frågor kring installations- och driftkostnader, effekten på värme- och vattenförbrukning samt andra erfarenheter. Boverket har fått ta del av materialet som sammanfattas nedan.

### Värmemätning

Hysesbostäder i Norrköping installerade individuell mätning i samband med en värmestamsrenovering 2001. Trådbundna värmemätare installerades i 63 lägenheter, en per lägenhet. Även tappvarmvattenmätare installerades i samband med stamrenoveringen. Bolaget har samma upplägg i ytterligare 15 byggnader, totalt 915 lägenheter. Värmemätningen avvecklade bolaget 2014 men man behöll mätning av tappvatten samt installerade temperaturmätning med motivet att sådan mätning hjälper till att optimera regleringen av byggnadens värmesystem.

Även Eksta Bostads AB har erfarenhet av värmemätning med värmemätare. Dessa installerades till en relativt låg kostnad vid nyproduktion, men erfarenheterna är negativa och någon fortsatt satsning på individuell värmemätning kommer inte att ske. Huvudproblemet är att

<sup>12</sup> <http://www.energi-miljo.se/artikelem/individuell-matning-far-underkant/>

<sup>13</sup> Sabo (2013), *Energieffektivisering Ja, ineffektiva mätningar Nej*.

ingen har velat sänka temperaturen, majoriteten av hyresgästerna vill fortfarande ha 21–22 grader Celsius. Dessutom vill en mindre grupp ha det varmare vilket innebär att framledningstemperaturen på vattnet måste höjas med konsekvensen ökade värmeförluster från värmeledningarna.

Botkyrkabyggen utanför Stockholm installerade individuell mätning för värme och tappvarmvatten i delar av sitt bestånd 2012. Detta i samband med en vattenstamreovering då vattenmätare installerades i 108 lägenheter. Samtidigt installerades även värmekostnadsfördelare i 169 lägenheter. Erfarenheten av värmemätningen är mestadels negativ. Hyresgästerna förstår inte logiken (rättvisan) med värmemätningen och det har krävts mycket arbete för att installera mätare och senare för att upprätthålla ett stabilt flöde av mätvärden.

#### *Tappvarmvattenmätning*

Uppsalahem har erfarenhet av komfortmätning samt mätning av tappvarmvatten. Man satte in tappvattenmätarna i färdiga hus eftersom det bara krävde mindre justeringar i stammar. Generellt är bolaget positivt till mätning av tappvarmvatten eftersom det är lönsamt och hyresgästerna uppskattar tjänsten.

Bostads AB Mimer i Västerås har cirka 2 000 bostäder där man mäter tappvarmvattnet individuellt. Mätarna installerades i samband med en stamreovering 2010. Varje lägenhets förbrukning mäts med en ultraljudsmätare. Bolagets generella uppfattning om individuell mätning av tappvarmvatten är positiv, man anser att mätningen är lönsam men har inte kunnat mäta förbrukningen före och efter. Det viktigaste för bolaget är att hyresgästerna upplever individuell mätning av tappvarmvatten som rättvis. Bostads AB Mimer installerar mätning av tappvarmvatten i nybyggen och där man byter tappvattenstammar.

Eksta Bostads AB i Kungsbacka har mätt tappvarmvattnet individuellt sedan 2010 i 20 nyproducerade lägenheter. Lägenheterna har varsin mätare som kommunicerar genom tråd. Erfarenheterna är goda med nöjda hyresgäster och lönsamhet. Numera installeras alltid tappvarmvattenmätare i nyproduktion och installationer sker även i befintligt bestånd.

Kopparstaden AB i Falun installerade individuell mätning av tappvarmvatten i samband med stamreoveringar i 20 lägenheter 2013. Totalt har bolaget 25 byggnader där man mäter tappvarmvattnet individuellt. Åtgärden var inte lönsam för just denna byggnad av två skäl. Installationskostnaden blev hög när varje lägenhet fick en insamlingsenhet, och uppgörelsen med Hyresgästföreningen innebar ogynnsamma förutsättningar för bolaget. Trots detta planerar bolaget att fortsätta installera individuell mätning då man genomför stambyten.

Ludvikahem installerade individuella mätare för tappvarmvatten i samband med en stamreovering 2012, man anslöt 99 lägenheter till varsin tappvarmvattenmätare med trådlös kommunikation. Erfarenheterna är överlag goda och utgångspunkten är nu att installera mätare vid nyproduktion och stambyten.

Marks Bostads AB installerade 2009 mätare för individuell mätning av tappvarmvatten i 349 lägenheter. Totalt har bolaget individuell mätning av tappvarmvatten i 1 050 lägenheter. Erfarenheterna är goda

med nöjda hyresgäster och bolaget installerar i dag mätare för tappvarmvatten vid nyproduktion och vid ROT-projekt.

### **Fältstudie i Lund**

Projektgruppen besökte under våren Lunds kommuns fastighets AB (LKF) för att titta på byggnader med individuell mätning av värme och vatten och diskutera bolagets erfarenheter.

En viktig utgångspunkt i LKF:s arbete med energiåtgärder i byggnader är att de ska ge möjlighet för fastighetsägaren och hyresgästerna att tjäna på att spara energi. Individuell mätning av värme tar enligt bolaget bort intresset för att genomföra andra energieffektiviseringsåtgärder för bolaget. Det är därför framför allt komfortmätning som har testats i ett antal byggnader, den metoden innebär att LKF behåller incitamentet att göra andra energiåtgärder. Men värmemätning har också testats och vi besökte en byggnad där en lägenhets värme mättes med en värmemätare placerad i trapphuset.

LKF kommer inte att fortsätta mäta värme individuellt i sin nyproduktion, varken genom komfort- eller värmemätning, eftersom det inte lönar sig i byggnader med bra energiprestanda. LKF bygger numera passivhus där det är väldigt svårt att motivera en investering i individuell mätning av värme. Inte heller i de äldre husen kommer bolaget att fortsätta med individuell värmemätning.

I nyproduktionen installerar LKF ultraljuds- och vinghjulsvattenmätare för individuell mätning av tappvarmvatten. Erfarenheten är att beteende och vattenförbrukning varierar väldigt mellan områden och byggnader.

### **Svensk förening för förbrukningsmätning av energi (SFFE)**

SFFE representerar tre företag, Ista, Techem och Minol, samtliga internationella företag verksamma i 8–25 länder och med 2 000–4 500 anställda. De säljer paketlösningar med installation av mätare, avläsning och framtagande av debiteringsunderlag. Deras syn är att det är endast om man har kontroll på hela kedjan, från installation till avläsning och debitering under produktens livslängd, som man kan garantera en kvalitativ produkt.

SFFE menar att det är slöseriet med värme och vatten som man vill komma åt genom individuell mätning. Individuell mätning ger ökad medvetenhet och i förlängningen minskat slöseri.

För individuell mätning av tappvarmvatten rekommenderar SFFE vinghjulsmätare. Det är billigare än ultraljudsmätning som ställer högre krav på beläggningsnivån i vattnet för att mäta korrekt, även om den under optimala förhållanden mäter mer exakt. Problemet med vinghjulsmätare är kalkbeläggningar vilket inte är ett problem i Sverige enligt SFFE.

För värmemätning installerar SFFE:s medlemmar i princip uteslutande värmefördelningsmätare vilket är en teknik där en mätare med trådlös kommunikation sätts fast på varje radiator. Mätaren programmeras sen för att korrekt kunna mäta avgiven värmeenergi från den specifika

radiator som den är monterad på. Värmevärmare<sup>14</sup> installeras endast vid nybyggnad och endast när rören läggs horisontellt, vilket innebär att endast en mätare krävs. SFFE-medlemmarnas primära tjänst är att åt kund sköta mätning och debitering. Den tjänst som SFFE:s medlemmar säljer inkluderar även reparationer eller mätarbyten om sådant krävs.

### **Fastighetsägarna och HSB:s riksförbund**

Boverket träffade gemensamt Fastighetsägarna Sverige och HSB:s riksförbund för att diskutera individuell mätning utifrån deras medlemmars perspektiv.

Fastighetsägarna är en intresse- och branschorganisation som representerar drygt 17 000 medlemmar. Organisationen arbetar för en väl fungerande bostadsmarknad och för att deras medlemmar har goda förutsättningar för att bedriva sin verksamhet. Majoriteten av medlemmarna är fastighetsägare med hyresrätter för bostäder och lokaler och industrifastigheter. Övriga är bostadsrättsföreningar.

De privata fastighetsägarna äger totalt omkring 80 000 fastigheter med 700 000 lägenheter. De äger också cirka 80 procent av alla kommersiella lokaler.

HSB:s riksförbund är den nationella gemensamma resursen inom HSB där de regionala HSB-föreningarna är medlemmar. Det huvudsakliga uppdraget är att utifrån en helhetssyn på HSB och boendet samverka och utveckla HSB:s verksamhet.

En grundtanke som delas av de båda organisationerna är att byggnader i Sverige är uppförda utifrån en solidaritetstanke och är därför inte konstruerade så att energi kan mätas på lägenhetsnivå. Detta skulle kräva isolerade innerväggar vilket är kraftigt fördyrande.

Båda organisationerna har problem med fördelningen av kostnad och intäkt vid en investering. När de boende styr och betalar den faktiska energianvändningen finns det inte längre någon anledning för byggnadsägaren att energieffektivisera sin byggnad. Den minskade energianvändningen som blir värdet av fastighetsägarens investering gynnar bara de boende genom en lägre kostnad. Organisationerna menar också att individuell mätning på lägenhetsnivå gör att byggnadsägaren inte längre kan styra byggnadens energianvändning optimalt genom att justera värmesystemet. På sikt kan dessa problem leda till ett byggnadsbestånd med lägre kvalitet.

Organisationerna ser även problem med att mäta tappvarmvatten individuellt. Eftersom det är faktisk energianvändning som ska mätas räcker det inte med att mäta volymen förbrukat tappvarmvatten, man måste också mäta temperaturen vattnet. Sådana mätare är dyrare och gör det därför svårt att få ekonomi i investeringen.

### **Hyresgästföreningen**

Hyresgästföreningen är en medlemsorganisation för hyresgäster som arbetar för att alla ska ha rätt till en god bostad till rimlig kostnad. Hyresgästföreningen har över en halv miljon medlemmar.

---

<sup>14</sup> Se avsnittet *Mätningstekniska förutsättningar för individuell mätning* för en definition av värmevärmare. Kortfattat är det en flödesmätare som mäter flöde och temperatur på vattnet i värmeledningarna.

Ett huvudspår för Hyresgästföreningen är att energieffektiviseringsåtgärder endast ska genomföras om värdet av energibesparingen täcker investeringskostnaden. Endast då är åtgärden kostnadseffektiv. Föreningen anser också att en åtgärd inte ska genomföras endast utifrån ett ekonomiskt perspektiv, även sociala och ekologiska aspekter måste beaktas.

Hyresgästföreningen är kritisk till individuell mätning av värme. Förutom tekniska svårigheter som t.ex. värmeöverföring mellan lägenheter kan inte fastighetsägare installera individuella mätare utan dialog med de boende om genomförandet. Detta är en stor och kostsam process, unik för varje byggnad.

Hyresgästföreningen menar vidare att ett krav på individuell mätning och debitering skulle drabba små fastighetsägare hårdare än de större. Särskilt de administrativa uppgifterna skulle vara en större belastning för små fastighetsägare.



# Utgångspunkter, avgränsningar och val

I detta avsnitt beskriver vi viktiga utgångspunkter och gör de avgränsningar och val som krävs för att kunna korrekt kunna räkna på och analysera kostnadseffektiviteten för individuell mätning. Vi definierar även centrala begrepp.

## Kostnadseffektivitet och teknisk genomförbarhet

Uppdraget är att utreda och ange i vilka fall det vid ny- och ombyggnad ska krävas att användningen av energi för värme, kyla och tappvarmvatten kan mätas i varje enskild lägenhet. För nybyggnation ska utredningen baseras på en analys av kostnadseffektivitet. För ombyggnation ska utredningen baseras på en analys av teknisk genomförbarhet och kostnadseffektivitet.

Kostnadseffektivitet likställs i analysen med lönsamhet, att intäkterna under investeringens livslängd är större än kostnaderna.

Intäkterna vid införandet av individuell mätning och debitering utgörs av värdet av energibesparingen, värdet av effektbesparingen samt för tappvarmvatten även värdet av vattenbesparingen. Kostnaderna består av installationskostnader och kostnader för drift.

Fokus har varit att undersöka vilka betalningsströmmar, positiva (intäkter) och negativa (kostnader), som genereras av investeringen på byggnadsnivå och om de sammanlagda intäkterna är större än de sammanlagda kostnaderna. Hur intäkterna och kostnaderna fördelas mellan hyresvärd och hyresgäst ligger utanför denna utredning.

Vidare är det enbart kostnadseffektivitet (lönsamhet) som analyseras. Visserligen ska vid ombyggnad även teknisk genomförbarhet beaktas men Boverket gör här antagandet att det inte går att göra en kostnadseffektiv (lönsam) investering som samtidigt är tekniskt ogenomförbar.

### Krav på mätning om den är lönsam

En del fastighetsägare mäter redan i dag värmeanvändning och tappvarmvattenförbrukning på lägenhetsnivå. Anledningen är ofta att spara energi och därmed pengar men det finns även andra motiv till investeringen. Ett sådant är att göra en insats för miljön genom att minska på energianvändningen. Även rättvisa uppges som ett skäl till att man önskar mäta individuellt. Enligt Siggelsten & Hansson (2010) är just miljöaspekten och rättvisa de två vanligaste orsakerna till att man i dag installerar individuella mätare i Sverige. Ytterligare skäl som uppges är att informationen som den individuella mätningen ger är nödvändig för att kunna optimera värmesystemet. Även nyfikenhet uppges som skäl till att installera individuell mätning.<sup>15</sup>

I lagen om energimätning i byggnader och i Boverkets uppdrag är det kostnadseffektivitet, dvs. lönsamhet, som styr kravet på att mäta energianvändningen på lägenhetsnivå, inte rättvisa eller miljö. Detta är en central utgångspunkt och avgränsning för denna utredning.

## Endast individuell värmemätning med värmemätare utreds

Lagen om energimätning i byggnader (2014:267) specificerar inte vilken typ av mätare som ska användas för att se till att energin använd för värme, kyla och tappvarmvatten kan mätas. Boverkets uppdrag innefattar att utreda detta och ange om det bör ställas krav på vilka mätmetoder som ska tillämpas.

I regeringsuppdraget står att *”bedömningen av vad som är tekniskt genomförbart och kostnadseffektivt i vart fall för befintlig bebyggelse ska avse tre olika mätmetoder”*. I proposition 2013/14:174 klargörs vilka dessa tre mätmetoder är. Det som avses är den uppräknade av mätmetoder som finns i direktivets artikel 9.3, nämligen individuella mätare (kallas tillflödesmätare i propositionen), värmekostnadsfördelare och andra mätmetoder.<sup>16</sup>

Boverket menar att det i direktivet är tydligt att individuell mätning av värme och kyla vid uppförande och ombyggnad endast handlar om en mätmetod, mätning med individuella mätare (tillflödesmätare). Vi beräknar därför kostnadseffektiviteten bara för sådana mätare. Nedan förklarar vi närmare varför reglerna vid uppförande och ombyggnad bara gäller individuella mätare.

### Värmemätning enligt direktivet

Energieffektiviseringsdirektivet räknar upp tre olika mätmetoder för individuell mätning i artikel 9.3 som, i turordning, ska beaktas i analysen av kostnadseffektivitet och teknisk genomförbarhet för individuell mätning av värme och kyla i befintlig bebyggelse.<sup>17</sup> Dessa är

<sup>15</sup> Siggelsten & Hansson (2010), *Incentives for individual metering and charging*.

<sup>16</sup> Proposition 2013/14:174. *Genomförande av energieffektiviseringsdirektivet*, sid 131.

<sup>17</sup> Av artikel 9(3), där kraven mot byggnadsägare ställs, framgår att

kostnadseffektiviteten och den tekniska genomförbarheten att installera individuella mätare är vad som först ska utredas av medlemslandet. Om denna typ av mätning inte är



1. mätning med individuella mätare,
2. mätning genom individuella värmekostnadsfördelare
3. andra kostnadseffektiva metoder för mätning

Det finns alltså två unika metoder som ska utredas för *den befintliga bebyggelsen* och en öppning att även utreda alternativa kostnadseffektiva metoder om dessa två metoder inte bedöms vara kostnadseffektiva eller tekniskt genomförbara.<sup>18</sup> Direktivets artikel 9.1, artikeln som handlar om individuell mätning vid *uppförande och ombyggnad*, nämner däremot bara en av de två unika mätmetoderna. Kravet är att individuella mätare ska tillhandahållas när en byggnad uppförs eller genomgår en större renovering (ombyggnad).<sup>19</sup>

Individuella mätare, som begreppet används i direktivet, är att likställa med värmemätare<sup>20</sup>. Denna ståndpunkt, att individuella mätare är värmemätare, bekräftades av kommissionens representant vid Concerted Action i Aten. 27-28 mars 2014. Representanten menade att energieffektiviseringsdirektivets begrepp "individual meters" (individuella mätare i den svenska översättningen) är att likställa med värmemätare.

Slutsatsen som kan dras är att en individuell mätare är en värmemätare och att detta är det enda mätalternativet vid uppförande och ombyggnad, och det primära alternativet i befintlig bebyggelse. I detta deluppdrag 1 kommer därför Boverket endast att utreda när individuell mätning av värme med värmemätare är kostnadseffektivt.

## Ombyggnad

I det här avsnittet beskrivs begreppet ombyggnad. Centrala slutsatser från avsnittet är:

- Begreppet ombyggnad i lagen om energimätning i byggnader (2014:267) är ombyggnad som det definieras enligt plan- och bygglagen (2010:90).
- I utredningen har ombyggnadssituationen avgränsats till att gälla när man i samband med ombyggnad installerar värme, kyla eller tappvarmvatten till lägenheter eller gör en väsentlig ändring av sådana installationer.

---

kostnadseffektiv eller teknisk genomförbar ska mätning med värmekostnadsfördelare utredas. Om inte heller denna metod är kostnadseffektiv ska alternativa kostnadseffektiva metoder utredas.

<sup>18</sup> I Sverige är denna alternativa metod likställd med temperaturmätning, även kallad komfortmätning.

<sup>19</sup> Artikel 9.1 i säger att slutanvändare av bl.a. värme, kyla och tappvarmvatten ska ha individuella mätare som visar slutanvändarens faktiska energianvändning, och att en sådan mätare alltid ska tillhandahållas när en byggnad uppförs eller genomgår en större renovering.

<sup>20</sup> I STAFS 2006:8 definieras värmemätare som ett instrument som är utformat för mätning av värme, som i en värmeväxlarkrets avges av en vätska som kallas värmebärare. Se avsnitt *Mättekniska utgångspunkter för individuell mätning*.

### Begreppet ombyggnad

Begreppet major renovation från energieffektiviseringsdirektivet har översatts till ombyggnad i lagen om energimätning av byggnader. Det som avses är ombyggnad enligt plan- och bygglagen (2010:900), PBL.

Enligt 1 kap. 4 § PBL är ombyggnad en ändring som innebär att hela byggnaden eller en betydande och avgränsbar del av byggnaden påtagligt förnyas. Med en ”betydande och avgränsbar del” menas t.ex. ett trapphus med omkringliggande lägenheter i en byggnad.

I proposition 2009/10:170 *En enklare plan- och bygglag* på sidan 151 står det beträffande ombyggnad och påtaglig förnyelse att ”med påtaglig förnyelse” avses sådana större ändringsåtgärder att följdkrav på hela byggnaden eller en betydande och avgränsbar del av den ska kunna ställas av byggnadsnämnden. Det räcker med att någon av ändringsåtgärderna är bygglovspliktig. Däremot bör det krävas att den totala ekonomiska insatsen för den sökta ändringsåtgärden är så omfattande att den motiverar ganska långtgående följdkrav från samhällets sida. Kraven bör dock modifieras till en rimlig nivå och ta hänsyn till de kulturvärden och andra tidstypiska värden som kan finnas i byggnaden.

Det kan diskuteras om det stämmer att för att kunna definieras som ombyggnad måste någon av åtgärderna vara bygglovspliktig. Frågan kan ställas eftersom bygglov typiskt sett endast handlar om yttre ändringar och påverkan på omgivningen, inte inre ändringar som i stället är anmälanpliktiga. Vid en ombyggnad är i vart fall någon av åtgärderna bygglov- eller anmälanpliktiga. Detta gör att byggnadsnämnden får kännedom om alla ombyggnader.

Det är svårt att säga exakt vad som är ombyggnad och vad som inte är det, byggnadsnämnden gör en bedömning i varje enskilt fall. På Boverket pågår projektet *Vad är ändring, vad är ombyggnad?*, information om projektet finns på [www.boverket.se](http://www.boverket.se).

### Krav enligt reglerna vid ombyggnad

Ombyggnad är en slags ändring av en byggnad. För ändring av byggnad finns krav i plan- och bygglagen (2010:900), plan- och byggförordningen (2011:338) och i Boverkets byggregler, BBR (BFS 2011:6).

Utgångspunkten är att samma krav gäller vid ombyggnad som vid uppförande av en byggnad, men att man ska ta hänsyn till byggnadens förutsättningar, ändringens omfattning, varsamhetskravet och förvanskingsförbudet.

Det kan till exempel vara svårt att nå de energihushållningskrav som ställs vid uppförande om byggnaden har en fasad som är svår att tilläggsisolera utan att bryta mot varsamhetskravet eller förvanskingsförbudet. En bedömning av möjligheterna till att tilläggsisolera fasader utan att samtidigt förstöra byggnadens kulturhistoriska värden gjordes inom BETSI-projektet<sup>21</sup>. Slutsatsen var

---

<sup>21</sup> Boverket fick år 2006 i uppdrag av regeringen att med hjälp av besiktningar, mätningar och enkäter ta fram en uppdaterad beskrivning av det svenska byggnadsbeståndet. Projektet förkortas BETSI (Byggnaders energi, tekniska status och inomhusmiljö)

att detta i många fall är svårt, se tabell 2 nedan.<sup>22</sup> Men energiprestandan kan fortfarande förbättras om det är möjligt att installera fönster med lägre u-värden eller tilläggsisolera yttertak utan att detta påverkar de kulturhistoriska värdena.

Tabell 2 Bedömning av möjligheten att tilläggsisolera byggnaders ytterväggar. Andel i procent.

	Ja	Nej	Tveksamt
Småhus	65	23	12
Fb	41	31	28
Lokal	50	39	11
Totalt	63	24	13

### Närmare om ombyggnad i lagen om energimätning i byggnader

I Näringsdepartementets promemoria *Förslag till genomförande av energieffektiviseringsdirektivet i Sverige*<sup>23</sup>, som skickades på remiss i juni 2013, stod i 4 och 5 §§ lagen om energimätning följande. *Installation av värme eller kyla/tappvarmvatten till en lägenhet eller en väsentlig ändring av en befintlig installation i samband med en ombyggnad.* Kravet på installation av individuella mätare vid ombyggnad skulle alltså endast gälla när ombyggnaden inkluderade installation av värme eller kyla/tappvarmvatten eller en väsentlig ändring av de befintliga installationerna för värme och kyla/tappvarmvatten. Denna koppling togs sedan bort i propositionen då det blev ett nytt upplägg utan detaljerade krav i lagen.

Boverket ser det som rimligt att begränsa ombyggnadssituationen på samma sätt som det ursprungligen var tänkt. Därför har beräkningar av kostnadseffektivitet och bedömning av teknisk genomförbarhet endast gjorts för situationen ombyggnad i kombination med att man samtidigt installerar värme, kyla eller tappvarmvatten till lägenheter eller gör en väsentlig ändring av sådana installationer. En sådan situation kan till exempel vara när man i samband med en ombyggnad gör stambyte i byggnaden.

## Byggnadstekniska förutsättningar för individuell mätning

I det här avsnittet beskriver vi de byggnadstekniska förutsättningar som finns för individuell mätning av värme, vatten och kyla när man bygger nytt eller bygger om. Avsnittet är en sammanfattning av de fördjupade beskrivningar som hittas i bilaga 7, 8 och 9 men baseras också på

<sup>22</sup> Boverket (2011), *Teknisk status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI*.

<sup>23</sup> Promemoria N2013/2873/E. *Förslag till genomförande av energieffektiviseringsdirektivet i Sverige*.

beskrivande statistik från Betsi. Viktiga slutsatser från avsnittet, centrala för utredningen och beräkningarna, är:

- Omkring 80 procent av svenska flerbostadshus har värmeledningar placerade i ytterfasad, där det krävs flera värmemätare för individuell värmemätning. Resterande har centralt placerade värmestammar.
- Vid uppförande utformas idag 50-80 procent av flerbostadshusen med fasadplacerade värmestammar.
- Vid ombyggnad drar man vanligtvis värmestammar i befintliga schakt. I många fall bevarar man äldre radiatorer och ledningar.
- Svenska bostadsbyggnader är konstruerade med isolerad klimatskärm och oisolerade innerväggar. Olika temperatur i lägenheter leder av den anledningen till värmevandring.
- Vid uppförande förbereder man ofta så att en vattenmätare kan installeras per lägenhet. I vissa fall görs projekteringen på så sätt att flera mätare behövs.
- Vid ombyggnad kan det krävas två eller fler vattenmätare beroende på hur man använder befintliga schakt.
- I byggnader finns det ofta stora temperaturskillnader på varmvattnet till lägenheterna. Lägenheter med lägre temperatur på varmvattnet behöver använda större flöden än lägenheter med högre temperatur.
- Lokaler har komplexa klimatsystem med komfortkyla som ofta produceras och distribueras från ett gemensamt system vilket försvårar individuell mätning.

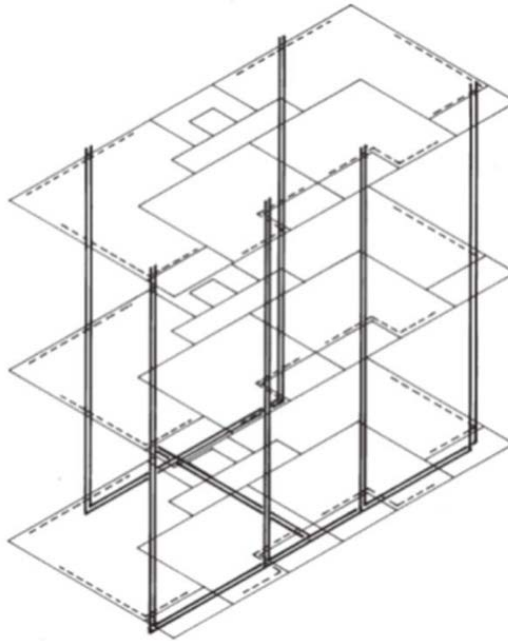
### **Flerbostadshus - värme**

Uppvärmning av lägenheter i flerbostadshus domineras sedan långt tillbaka av ett för byggnaden gemensamt värmesystem med vatten som medium. Detta är fortfarande grunden för nya värmesystem i flerbostadshus och lokalbyggnader. Ur Boverkets databas Betsi fås från en punktskattning att 95 procent av alla flerbostadshus och 98 procent av alla lägenheter försörjs av rörsystem. 99 procent av dessa rörsystem har radiatorer som värmare.

Vid nybyggnad placeras vanligtvis rörledningarna vid ytterfasad. En teknisk lösning som blivit vanligare sedan slutet av 1990-talet och numera används vid uppskattningsvis 20-50 procent av nybyggda flerbostadshus, är "kärnfördelning" eller centralt placerade värmestammar. Stammen placeras då i trapphuset eller i lägenheten nära entrén. Från en fördelningslåda i detta läge dras ledningar i bjälklaget till radiatorerna vid fasad.

I befintliga flerbostadshus är de vertikala rörledningarna antingen placerade längs med ytterväggarna eller i mitten av byggnaden. Enligt statistik från Betsi har 78 procent av flerbostadshusbeståndet i Sverige vertikala rörledningarna vid ytterväggarna. Från de vertikala rörledningarna vid yttervägg dras på våningsplanen horisontella ledningar till radiatorerna. Se figur 1.

*Figur 1 Alternativ för dragning av vertikala rörledningar för värmenätet, värmestammarna är placerade i yttervägg kallat fasadfördelning*

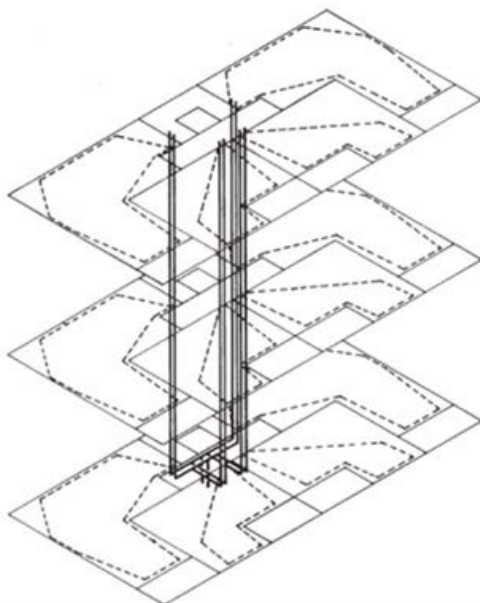


Bildkälla: Utredning av förutsättningarna för användning av lägenhetsspecifika värmemängdsmätare och värmekostnadsfördelare i Finland, VTT

Vid en ombyggnad där man gör en väsentlig ändring av värmeledningssystemet används ofta samma placering på de vertikala ledningarna. Detta medför att det behövs en eller flera mätare på varje våningsplan beroende på hur många lägenheter som får sitt värmevatten från den närmaste vertikala rörledningen. För lägenheter som har flera ytterväggar innebär detta oftast att det behövs fler än en värmemätare.

Flerbostadshus med vertikala rörledningar i mitten av byggnaden står för 22 procent av flerbostadshusbeståndet, enligt statistik från Betsi. Vertikala rörledningar i centrum av byggnaden placeras oftast i ett schakt, enligt figur 2.

*Figur 2 Alternativ för dragning av vertikala värmerör för värmenätet: centraliserade stigarledningar*



Bildkälla: Utredning av förutsättningarna för användning av lägenhetsspecifika värmemängdsmätare och värmekostnadsfördelare i Finland, VTT

Av de 22 procent som har denna placering finns ingen information om hur många lägenheter som får sin värme från rörledning i ett schakt eller från mer än ett schakt. Beroende på schaktets utformning kan det dessutom vara mer eller mindre komplicerat att installera en värmemätare, vilket exemplifieras i figur 3.

*Figur 3 Exempel på centralt dragna värmestammar med fördelarskåp, ett där mätare kan installeras och ett utan plats för installation av värmemätare.*



Foto: Projektengagemang

Fördelarskåp förberett för mätare

Fördelningsskåp för värme där det krävs omfattande omdragningar för att få plats med värmemätning

### *Faktisk användning av värme vid olika inomhustemperaturer*

Värmen i en lägenhet kommer från olika källor. Förutom interna brukarlasterna och värme som tillförs via rörledningar till radiatorerna så tillkommer värme från omkringliggande lägenheter. Det är värmen som kommer via rörledningar som kan mätas med hjälp av värmemätare.

Avsaknad av värmeisolering i lägenhetsskiljande konstruktioner medför att lägenheter i varierande grad får sin uppvärmning från grannlägenheter eller avger värme till dessa. Värme som kommer från en lägenhet med högre rumstemperatur benämns värmevandring. Eftersom nästan alla lägenhetsskiljande konstruktioner i Sverige är oisolerade, kommer värmeflöden mellan lägenheterna att utgöra en allt större relativ andel allteftersom klimatskärmen förbättras. Värmevandringen mellan lägenheter gör att två intilliggande lägenheter inte kan ha vitt skilda temperaturer. Problemet är väl beskrivet i en rad studier och ett utdrag redovisas i bilaga 7.

Teoretiskt kan man beräkna hur mycket värme som går mellan lägenheter med olika temperaturer. För att visa den maximala värmeenergin som kan "stjälas" av en lägenhet och hur mycket energi som kan "förloras" till andra lägenheter då lägenheterna har olika temperaturer har följande beräkningsfall simulerats<sup>24</sup>:

1. 23 °C i hela byggnaden.
2. 22 °C i mittlägenheten och 23 °C i övriga byggnaden.
3. 21 °C i mittlägenheten och 23 °C i övriga byggnaden.
4. 23 °C i mittlägenheten och 22 °C i övriga byggnaden.
5. 23 °C i mittlägenheten och 21 °C i övriga byggnaden.

Sammanfattningsvis visar resultatet följande:

- Värmen går nästan 17 gånger lättare igenom en mellanvägg än genom en yttervägg och 12 gånger lättare genom bjälklagen än ytterväggen. Detta talar för en stor värmevandring mellan lägenheter om olika temperaturer väljs.
- Resultaten från simulering tre visar att lägenhetsinnehavaren i mittenlägenheten kan ha radiatorerna avstängda och ändå ha 21 °C. Värmen kommer istället genom väggar, golv och tak från omgivande lägenheter med temperaturen 23°C.
- Resultatet från simulering fem visar att värmevandringen mellan lägenheterna gör att energimängden för att hålla 23 °C i mittlägenheten fyrdubblas när övriga har 21 °C.

### **Flerbostadshus - varmvatten**

Varmvatten i lägenheter i flerbostadshus kan antingen tillverkas i lägenhet med en i lägenheten placerad vattenvärmare eller tillverkas utanför lägenheten och via rörledningar föras till lägenheten. I flera europeiska länder är det vanligt att varje lägenhet har sin egen vattenvärmare som i exempelvis Nederländerna. I Sverige har vi istället nästan uteslutande en gemensam uppvärmning av varmvatten för flera lägenheter. Varmvattenberedningen kan antingen ske i samma byggnad

---

<sup>24</sup> Simuleringen har gjorts av Projektengagemang AB vars metod och resultat redovisas i sin helhet i bilaga 7.

som lägenheten eller på ett ställe för flera byggnader. Enligt Betsi har 85 procent av lägenheterna gemensam varmvattenberedningen i samma byggnad som lägenheten finns i medan 14 procent har gemensam varmvattenberedning för flera byggnader. Mindre än en procent av lägenheterna i Sverige har en egen varmvattenberedare.

I flerbostadshus finns normalt en horisontell fördelning av tappvattenledningarna. Den ligger ofta i källarkorridorrens tak och består av tre ledningar, tappkallvatten, tappvarmvatten och varmvattencirkulation. Från fördelningen går stammar upp vertikalt, de är normalt placerade vid badrum och kök. Då det allmänna rådet i Boverkets byggregler avsnitt 6:623 anger att väntetiden för att få varmvatten när man spolrar ur en kran bör vara maximalt 10 sekunder innebär detta att det behövs cirkulation av varmvatten i de flesta flerfamiljshus.

För nya byggnader är det vanligt att stammarna dras så att det endast behövs en varmvattenmätare per lägenhet. Det är vanligt att vattenmätaren antingen placeras i ett fördelarskåp, enligt figur 4 nedan, eller placeras på varmvattenledningen till lägenheten. I vissa fall krävs fler mätare ifall man väljer att ansluta exempelvis badrum och kök till olika vertikala varmvattenstammar.

*Figur 4 Exempel på fördelarskåp med installerad vattenmätare*



Foto: LK Systems AB

Forskning utförd av VVS-företagen och tillverkare av fördelarskåp visar att det inte går att ha både ledningar för varmvatten och kallvatten i samma fördelarskåp och uppfylla Boverkets byggregler då temperaturen på kallvattnet kommer att bli för hög.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Pågående projekt med Rolf Kling, VVS Företagen, som projektledare. Deltar i projektgruppen gör även Claes Blomqvist och Elisabet Lindén från Högskolan i Gävle och Chadi Beaini och Jörgen Rogstam från Energi & Kylanalys. Rapportnamnet är *Tappkallvattentemperaturer och legionellarisker - Mätningar och beräkningar av temperaturer i tappvattenschakt och fördelarskåp.*



Vid ombyggnad kan det ibland behövas två eller fler mätare beroende på hur befintliga installationer till lägenheterna är utförda. Kostnaden för att bygga in nya ledningar om man beslutar sig för en varmvattenmätare kommer att överstiga kostnaden för att använda befintliga ledningsdragningsstråk och flera vattenmätare.

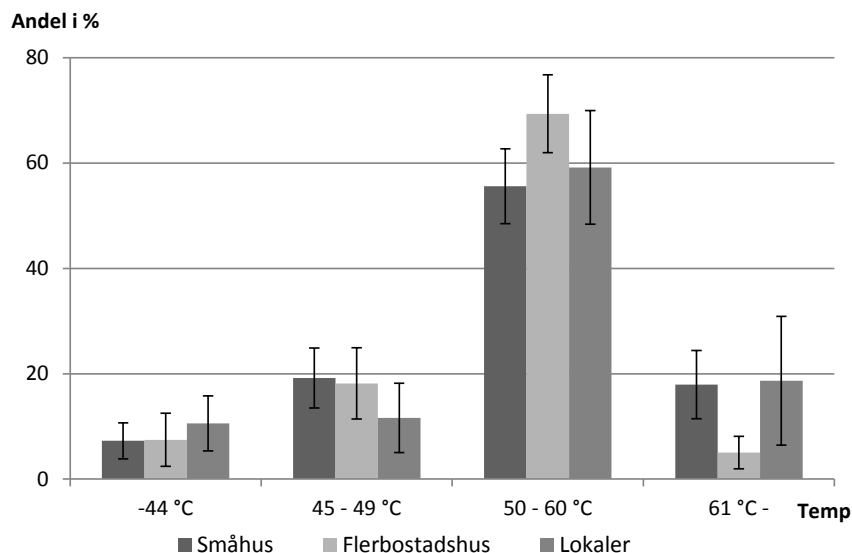
#### *Faktisk förbrukning av tappvarmvatten*

De mätare som används idag för mätning av kallvatten mäter vattenvolymen. De som idag mäter tappvarmvatten individuellt använder i princip samma typ av mätare, dvs. mätare som endast mäter vattenvolym. Detta framgår i avsnittet *Mättekniska utgångspunkter och avgränsningar*.

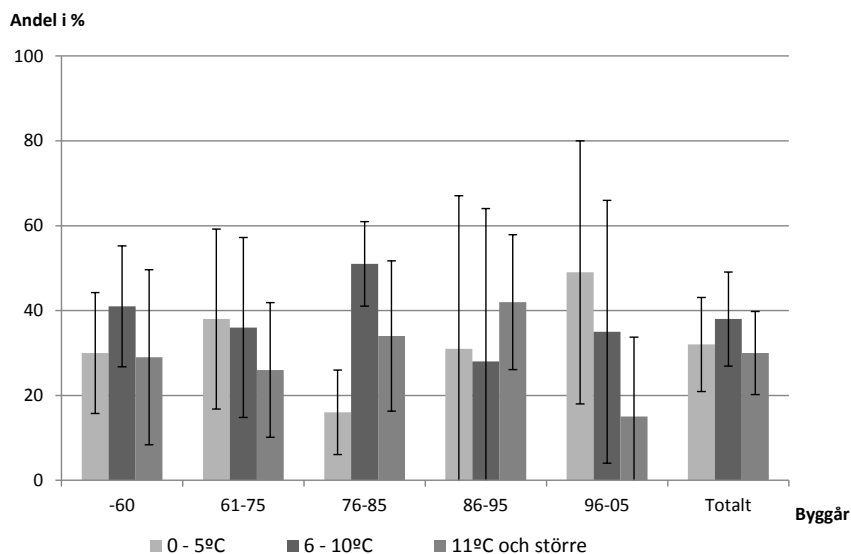
Varmvattentemperaturen till lägenheter varierar beroende på hur väl injusterat ledningsnätet är och på ledningsnätets storlek. Figur 5 illustrerar hur tappvarmvattentemperaturerna vid tappstället varierar i det svenska byggnadsbeståndet enligt Betsi. Figur 6 visar att VVC-temperaturerna i en enskild byggnad kan variera kraftigt.

Eftersom temperaturen på tappvarmvattnet varierar på detta sätt kan det innebära att en lägenhet nära varmvattenberedaren har en temperatur på tappvarmvattnet på 58 grader medan en lägenhet långt bort från beredaren får tappvarmvatten med 10 grader lägre temperatur. De boende i lägenheten med lägre temperatur på tappvarmvattnet måste då använda en större mängd varmvatten för att t.ex. fylla ett badkar med 40-gradigt vatten.

*Figur 5 Varmvattentemperatur efter tappställe i flerbostadshus och lokalbyggnader*



Figur 6 Temperaturskillnad mellan varmvatten och VVC i flerbostadshus



På grund av värmeförluster i ledningarna går det inte att få exakt samma temperatur på tappvarmvattnet till lägenheterna. Detta är förutsättningen för 85 procent av lägenheterna i Sverige som har gemensam varmvattenberedning. Detta är ett problem om man ska mäta faktisk förbrukning av tappvarmvatten med vattenmätare som endast mäter volymen, och inte temperaturen på, vatten.

Även SP ser för låg temperatur på tappvarmvattnet som en komplicerande faktor vid individuell mätning, se bilaga 6. En lösning på detta är "smarta" vattenmätare som endast mäter det tappvarmvatten som håller tillräckligt hög temperatur. Förslag på sådan teknik för värmemätare finns idag och borde även tillämpas på vattenmätare, enligt SP och Kerstin Mattiasson.

I denna utredning görs beräkningarna utifrån kostnader för installation av vattenmätare som de är definierade i MID och STAFS 2006:05, dvs. vattenmätare som mäter vattenvolymen. Om det kommer ställas krav på att mätarna även ska mäta temperaturen på vattnet innebär detta ökade kostnader och försämrade kalkylresultat.

#### *Ingen kyla i flerbostadshus*

Kyla i flerbostadshus finns enligt Betsi endast i flerbostadshus med lokaler och då rör det sig om cirka 2-3 procent av flerbostadshusen. Kylan i dessa flerbostadshus är uteslutande till för lokalerna. Det är dock inte omöjligt att det i flerbostadshus kan finnas enskilda eldrivna luftvärmepumpar som kan användas både för värme och kyla. Om detta finns det dock ingen statistik. Dessa faller dessutom utanför Boverkets uppdrag då de drivs av el.

#### **Lokaler- värme och komfortkyla**

Lokaler som uppförs eller byggs om har vanligtvis ett integrerat system för värme, komfortkyla och ventilation. Detta är standard för kontorslokaler som uppförs eller byggs om idag. Hur dessa är utformade

och fungerar beskrivs i detalj i bilaga 8 och 9. I detta avsnitt sammanfattas det viktigaste från bilagorna.

### *Allmänt*

Fram till 1960-talet var installationer för värme och ventilation i kontor förhållandevis enkla. Det var en uppdelad teknik som installationsmässigt i hög grad liknade det som förekommer i bostadshus. Radiatorer under fönster för uppvärmning och ett ventilationssystem med till- och frånluft. Ibland bara ett enkelt frånluftssystem. Energibestämmelserna i SBN 1975<sup>26</sup> innebar förändringar i byggandet. Tekniken och byggandet av kontorshus utvecklades snabbt. Redan på 1980-talet hade gränsen mellan värme- och ventilationssystemen i lokalbyggnader börjat suddas ut. Man byggde integrerade klimatsystem som hanterade både uppvärmning, komfortkyla och ventilation. Komfortkyla blev mer och mer intressant i och med att kontoren fick större och större fönsterytor.

### *Klimatsystem vid uppförande*

Två huvudlösningar används idag för att distribuera komfortkyla i lokalbyggnader ansluten till fjärrkyla. En lösning är att rummen kyls med luft (tilluft) som i ett ventilationsaggregat har kylts och eventuellt avfuktats och via kanalsystem och don tillförs rummen. Denna lösning kräver ofta stora luftflöden för att få ut tillräckligt med kyla utan att man får obehag i form av drag. En annan lösning är att ventilationsflödena är avpassad efter antalet personer i lokalerna. Då kompletteras ventilationen vanligen med kylbafflar<sup>27</sup> i rummen för att ta bort överskottsvärme. Till kylbafflarna ansluts ledningar med kallt vatten på ungefär samma sätt som varmvattenledningar kopplas till radiatorer. Detta kan göras på olika sätt där valet av system präglas av byggnadens förutsättningar och arkitektur. Systemet används både för avskilda kontorsmoduler och för större kontorslandskap.

Hur stor värmebehovet är i nya lokaler beror dels på klimatskärmen men även på lokalens interna värmelaster. För kontor vid yttervägg kan det vara aktuellt med radiator placerade under fönster. Värmesystemet med radiatorer är vanligtvis uppbyggda på samma sätt som i flerbostadshus, med den stora skillnaden att lägenhetsgränserna för lokallägenheter ofta förändras. Detta komplicerar en eventuell installation och drift av individuella värmemätare.

### *Klimatsystem vid ombyggnad*

Vilken systemlösning som väljs vid ombyggnad beror på omfattningen av ombyggnaden och om det är samma verksamhet som ska bedrivas efter ombyggnad. Värmetillskotten som ska kylas bort har förmodligen minskat t.ex. genom bättre fasadisolering och fönster och energieffektivare kontorsmaskiner. Men den kan också ha ökat beroende på högre personbelastning. Det som normalt är svårt och dyrt att påverka

---

<sup>26</sup> Svensk Byggnorm 1975

<sup>27</sup> En kylbaffel eller klimatbaffel är en komponent i en klimatanläggning. Komponenten monteras vanligtvis i innertaket och kan finnas i passivt eller aktivt utförande. Det vanligaste är att systemet är ett kylsystem, men det finns även bafflar som kan användas både för kyla, värme och ventilation.

är schaktplaceringar och schaktstorlekar för kanaler och rör. Kanalutformning och förläggning kan däremot påverkas. Byggnader som tidigare hade fönsterbänkar för ventilation, kyla och elförsörjning kanske enklast förses med matning på samma sätt utefter fasadväggarna men med utrustningen utbytt mot nya enheter.

#### *Klimatsystem och individuell mätning*

Dagens klimatsystem med uppvärmning och komfortkyla i lokalbyggnader, t.ex. kontorshus, är komplexa och olikartade och det är därför svårt att uttala sig generellt om frågan om individuell mätning av värme och kyla på samma sätt som man analyserar individuell mätning i flerbostadshus. Det är teoretiskt möjligt att mäta komfortkylan individuellt men eftersom kylan produceras och distribueras från ett gemensamt system kräver det mätutrustning för varje tillförselpunkt för den hyrda kontorsdelen. Det kan också vara svårt att i förväg veta hur kontorslägenheterna kommer att användas i en lokalbyggnad i framtiden vilket försvårar att hyresgästpassa t.ex. komfortkylsystem för individuell mätning. Ofta är kravet istället att klimatsystem ska vara flexibla för att kunna anpassas till olika hyresgäster. Denna problematik gäller även för värmemätning när lokalen värms upp av vattenburen värme och radiatorer.

## Mätningstekniska förutsättningar för individuell mätning

I bilaga 6 finns en fördjupad beskrivning av olika typer av vatten- och värmemätare, deras funktion, pris, mätnoggrannhet, utesittningstid och livslängd. I bilagan finns också ett resonemang kring dagens regler för mätare och framtida krav på mätare som används för individuell mätning. Vi sammanfattar här de viktigaste resonemangen och beskriver de utgångspunkter som är viktiga för uppdraget. Viktiga slutsatser från avsnittet är:

- Mätare som mäter värme och vatten individuellt är oreglerade idag, men kommer med största sannolikhet regleras i framtiden.
- Utesittningstiden för de mätare som idag regleras är 10 år. Samma antas gälla för individuella mätare framöver.
- Dagens individuella mätare är kompaktmätare som ej är konstruerade för att plockas isär för kontroll.

#### **Mätare för debitering**

Värme- och vattenmätare som används för debitering regleras idag i Mätinstrumentdirektivet (2004:22/EG, förkortas MID) och Swedacs föreskrifter och Allmänna råd (förkortas STAFS).

#### *Värmemätare enligt MID/STAFS 2006:8:*

Enligt nuvarande direktiv och regelverk är en värmemätare ett instrument som är utformat för mätning av värme, som i en värmeväxlarkrets avges av en vätska som kallas värmebärare. En värmemätare är antingen ett komplett instrument eller ett kombinerat instrument bestående av del-

enheterna flödesgivare, temperaturgivarpar samt integreringsverk (eller en kombination av dessa).

#### *Vattenmätare enligt MID/ STAFS 2006:5*

Enligt nuvarande direktiv och regelverk är en vattenmätare ett mätinstrument utformat för att mäta, registrera och visa volymen av det vatten som passerar genom mätgivaren (beräknat vid mätningförhållandena).

#### **Huvudmätare och individuell mätare**

Vid (efter) leveranspunkten till en byggnad sitter en huvudmätare som vatten/värmeleverantören använder för att ta betalt för mängden levererat vatten/värme. Det är en vattenmätare eller en värmemätare beroende på vad som levereras.

Efter huvudmätaren i en fastighet kan rörledningen grenas för leverans till en enskild lägenhet. Om man sätter en mätare efter förgreningen (vatten- eller värmemätare) kan man mäta det som levereras till den aktuella lägenheten. Den mätaren kallas individuell mätare.

#### **Mätare för fördelning av kostnad**

Både värmemätare och vattenmätare kan användas för att fördela kostnader där den totala kostnaden är centralt uppmätt. Mätarens värde används då för fördelning av kostnader när huvudmätarens värde används för betalning av förbrukning av media. Skillnaden mellan huvudmätarens värde och enskilda mätare i lägenheter är förbrukning i allmänna utrymmen eller apparater som betjänar flera lägenheter.

#### **Reglering av individuella mätare**

Idag är värme- och vattenmätare som används som fördelningsmätare undantagna från mätarlagstiftningen. Kravet som gäller värme- och vattenmätare gäller inte om dessa används för att fördela kostnader mellan hushåll för värmeenergi som uppmätts med en huvudmätare.<sup>28</sup> Det finns således inga krav på återkommande kontroll för att säkerställa en fortsatt god funktion i drift för sådana mätare.

Swedac har av regeringen fått i uppdrag att ta fram föreskrifter för mätare som används för fördelning och debitering av kostnader inom en byggnad för värme, kyla, tappvarmvatten och el.

#### **Konstruktion och livslängd individuella värme- och vattenmätare**

De värmemätare som säljs idag för individuell mätning för att fördela kostnader mellan lägenheter är uteslutande så kallade kompaktmätare. Livslängden på sådana beror framförallt på vilken teknik som används för kommunikation mellan mätare och insamlingsenhet, inte på mätarens mättekniska kvalitet. Dessa mätare är inte heller konstruerade för att plockas isär för kontroll och renovering. Det finns inte heller något ackrediterat företag i Sverige som kan utföra provning av sådana mätartyper. Livslängden begränsas därför framför allt av utesittningstiden, som är 10 år för mätare som regleras i STAFS. Samma krav på utesittningstid bedöms av SP att komma att gälla även för

---

<sup>28</sup> Se STAFS 2006:5, STAFS 2006:8 och STAFS 2007:2.

fördelningsmätare framöver. När de 10 åren har gått byter man till nya mätare. Detta innebär att den ekonomiska livslängden kan sägas vara samma som utesittningstiden dvs. 10 år.

Inte heller tappvarmvattenmätare är konstruerade för att kunna plockas isär för kontroll och reovering. Samma resonemang gäller för dessa vilket ger en ekonomisk livslängd på 10 år.

# Individuell mätning av värme i flerbostadshus

I detta avsnitt beskrivs först intäktssidan av att mäta värme individuellt. Därefter beskrivs kostnadsposterna installation och drift och Boverkets kalkylmodell. I sista avsnittet redovisas resultatet av kostnadseffektivitetsberäkningarna, Boverkets analys av dessa och förslag.

## Intäktssidan värme

Individuell mätning av energi på lägenhetsnivå ska göra det intressant för de boende att minska energianvändningen eftersom energikostnaderna fördelas efter faktisk användning. De boende kan spara energi genom att sänka sin inomhustemperatur och vädra mindre.

Möjligheten att spara energi finns framför allt i sänkt temperatur i lägenheterna och byggnaden. Den mängd energi som sparas när temperaturen sjunker beror på var byggnaden ligger och dess energiprestanda. Effekten på de boendes vädringsvanor är svåra att bedöma och att ta med i en energiberäkning och görs inte heller i denna utredning.<sup>29</sup>

I detta kapitel redovisas metod, indata och resultat för de energiberäkningar som har gjorts för att visa på energibesparingen när temperaturen sänks i byggnader. I korthet visar avsnittet följande:

- För beräkningarna antas temperaturen i samtliga lägenheter och totalt för typbyggnaden sjunka som en effekt av individuell mätning, från 23 till 22 och från 22 till 21 °C. Vädringsbeteendet påverkas inte. För beräkningarna har ett vädringspåslag enligt Svebys<sup>30</sup> riktlinjer använts på 4 kWh/m<sup>2</sup> och år.

---

<sup>29</sup> Övertemperaturer och dålig luftomsättning påverkar vädringen och problem med dessa måste åtgärdas först. Läs mer i Bilaga 7.

<sup>30</sup> I Sveby-programmet fastställer bygg- och fastighetsbranschen standardiserade brukardata för beräkningar och hur verifiering av energiprestanda skall gå till.

- Energibesparingen av temperatursänkningen i uppförandefallet beräknas för en typbyggnad med en energiprestanda som motsvarar BBR:s minimikrav på energihushållning samt 10, 25 respektive 50 procent bättre energiprestanda än BBR:s minimikrav.
- Energibesparingen av temperatursänkningen i ombyggnadsfallet beräknas för en typbyggnad med en energiprestanda som motsvarar 25, 50 och 75 procent sämre än BBR:s krav på energihushållning.
- Typbyggnaden är placerad i fyra orter motsvarande tre klimatzoner.
- Energiberäkningarna visar en energibesparing på 2,1 – 10,4 kWh/m<sup>2</sup> och år i ett nybyggt flerbostadshus och 6,8 – 23,1 kWh/m<sup>2</sup> och år i ombyggnadsfallet. Energibesparingen varierar beroende på byggnadens energiprestanda, geografiska läge och temperatursänkning.

### Val av inomhustemperaturer för energiberäkningarna

Avsnitt 6:4 i BBR innehåller regler om termiskt klimat. Enligt avsnitt 6:41 ska byggnader utformas så att de får tillfredsställande termiskt klimat. Byggnader och deras installationer ska utformas så att temperaturen och luftkvaliteten i utrymmena är anpassad till användningen. På vintern bör den lägsta temperaturen i rum vara 18 °C i bostads- och arbetsrum och 20 °C i hygienrum, förskolerum och servicehus för äldre.

Medeltemperaturen i befintliga flerbostadshus är enligt Betsi cirka 22,4 °C men temperaturen varierar beroende på husets ålder. Byggnader från 1996–2005 har en medeltemperatur på cirka 23,0 °C.<sup>31</sup> En förklaring till den högre temperaturen är att det är billigare att hålla en högre temperatur i byggnader med en bra klimatskärm. I småhus är den genomsnittliga temperaturen 21,2 °C.

I arbetet med att beskriva det svenska byggnadsbeståndet, Betsi, genomförde Boverket en enkätundersökning för att ta reda på hur de boende upplevde sin inomhusmiljö, bl.a. undersöktes om de besvärades av temperatur och drag. Undersökningen visade att i flerbostadshus uppförda 1996-2005 besvärades 16 procent av en för låg inomhustemperatur under uppvärmningssäsongen medan två procent besvärades av alltför hög inomhustemperatur.<sup>32</sup>

Boverket har valt att i energiberäkningarna beräkna energianvändningen för uppvärmning vid 23 °C, 22 °C och 21 °C för ett antal typbyggnader. Detta visar den maximala energibesparingen om samtliga boende sänker sin inomhustemperatur med en respektive två grader.

### Energiberäkningar – metod och resultat

För att kunna bedöma besparingspotentialen när temperaturen sänks har vi låtit Projektengagemang AB ta fram representativa flerbostadshus, typbyggnader, och genomföra energiberäkningar. Arbetet redovisas i sin helhet i bilaga 7. Nedan redovisas metod och beräkningsresultat.

<sup>31</sup> Boverket (2010), *Energi i bebyggelsen – tekniska egenskaper och beräkningar*.

<sup>32</sup> Boverket (2009), *Enkätundersökning om boendes upplevda inomhusmiljö och ohälsa*.



*Typbyggnaden - utformning och energiprestanda*

Typbyggnaden är ett lamellhus<sup>33</sup> med sex lägenheter per våning, tre trappuppgångar och fyra våningar. Ytan är  $2\,310\text{ m}^2 A_{\text{temp}}$ . Valet av antal våningar, trappuppgångar och boyta för typbyggnaden baseras på medelvärden från statistik ur Boverkets energideklarationsregister.

*Figur 4 Typbyggnadens med fyra våningar, tre trapphus och totalt 24 lägenheter*



Sju varianter av byggnaden har tagits fram där klimatskärmens isolering och värmeåtervinning varierats för att representera olika nivåer av energiprestanda. Brukarrelaterade aspekter som t.ex. personvärme är identiska i samtliga fall. De sju typbyggnaderna har följande energiprestanda:

- Nära BBR-kravet vid  $23\text{ °C}$  dvs. byggnadens specifika energianvändning vid  $23\text{ grader}$  är  $90\text{ kWh/m}^2$  och år (BBR).
- Ungefär 10 procent bättre än BBR-kravet vid  $23\text{ °C}$  (BBR -10)
- Ungefär 25 procent bättre än BBR-kravet vid  $23\text{ °C}$  (BBR -25)
- Ungefär 50 procent bättre än BBR-kravet vid  $23\text{ °C}$  (BBR -50)
- Ungefär 25 procent sämre än BBR-kravet vid  $23\text{ °C}$  (BBR +25)
- Ungefär 50 procent sämre än BBR-kravet vid  $23\text{ °C}$  (BBR +50)
- Ungefär 75 procent sämre än BBR-kravet vid  $23\text{ °C}$  (BBR +75)

Typbyggnaden där energiprestandan uppfyller BBRs nybyggnadskrav eller är bättre, representerar nyproducerade flerbostadshus.

Typbyggnaden med sämre energiprestanda än BBRs nybyggnadskrav representerar byggnader som har genomfört en ombyggnad.<sup>34</sup>

Byggnaderna med energiprestanda enligt BBR eller bättre, har betongstomme med sandwichkonstruktion i ytterväggar. Byggnaderna med sämre energiprestanda har ytterväggar med puts på lättbetong. Grunden är en platta på mark.

<sup>33</sup> Ett lamellhus är en typ av lägre hyreshus, uppfört som en friliggande byggnadslänga

<sup>34</sup> I avsnittet *Ombyggnad* finns en diskussion om nivån på energiprestanda som ska uppnås när en ombyggnad genomförs och när det kan vara svårt att nå nybyggnadskraven.

### Energibesparing vid sänkt temperatur

För de sju typbyggnaderna har en parameterstudie utförts där den ena parameterändringen är byggnadens placering. Byggnaden placeras i Stockholm, Malmö, Sundsvall och Kiruna för att representera de tre klimatzonerna<sup>35</sup>. Den andra parameterändringen är inomhustemperaturen, där följande värden har simulerats:

- 23 °C
- 22 °C
- 21 °C

Tabell 3 visar resultatet av simuleringarna för respektive typbyggnad, den maximala energibesparing som kan uppnås om alla boende i byggnaden sänker temperaturen med en respektive två grader.

Tabell 3 Energibesparing i kWh/m<sup>2</sup> och år ( $A_{temp}$ ) till följd av temperatursänkning i samtliga lägenheter i typbyggnaden

	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna	
	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C
BBR	4,4	8,5	4,8	9,2	4,9	9,4	5,4	10,4
BBR-10	3,7	7,2	4,1	7,7	4,1	7,8	4,4	8,5
BBR-25	3,9	7,2	4,3	8,2	4	7,3	4,1	7,6
BBR-50	2,1	3,9	2,6	4,8	2,1	4	2,1	3,9
BBR+25	6,8	13,3	7,3	14	7,2	14,2	8,1	15,7
BBR+50	8	15,5	8,7	16,7	8,5	16,5	9,4	18,4
BBR+75	10,2	19,8	11,1	21,5	11	21,2	11,7	23,1

Resultatet visar föga förvånande att störst energibesparing görs i byggnader med sämre energiprestanda och som är uppförda i de kallare delarna av landet. I nyproducerade bostäder är besparingspotentialen relativt liten.

För att kontrollera husformens betydelse för besparingen visas i tabell 3 några beräkningar för andra byggnadstyper, där motsvarande energiberäkningar har genomförts. Energibesparingarna är i samma storleksordning vilket tyder på att resultaten i tabell 4 gäller generellt.

Tabell 4 Jämförande resultat från tidigare gjorda energiberäkningar

Ort	Byggnadstyp	Antal plan/lgh	Energiprestanda (kWh/m <sup>2</sup> )	Energibesparing 1 °C temperatursänkning (kWh/m <sup>2</sup> )
Stockholm	skivhus 1964	10/70	95	3,5
Stockholm	skivhus 1968	11/49	120	6,4
Stockholm	lamellhus 1919	4/131	169	8

<sup>35</sup> I BBR 9:12 definieras de tre klimatzonerna. Klimatzon I innefattar Norrbottens, Västerbottens och Jämtlands län. Klimatzon II innefattar Västernorrlands, Gävleborgs, Dalarnas och Värmlands län. Klimatzon III innefattar resterande län.

## Kostnadssidan värme

Kostnaderna i kalkylen är installation och drift för individuell mätning och debitering. Installationskostnaden är kostnaden för material och arbete att installera nödvändig utrustning för att kunna mäta.

Driftkostnaden är här kostnaden att administrera datainsamlings- och faktureringsystemet.

Boverkets generella bild av installationskostnaden är att denna varierar kraftigt och att detta förklaras av att värmemätaren har olika teknik, kvalitet och pris och för att det finns olika system för att samla in och bearbeta data från mätarna. Eftersom fastighetsägare och byggherrar har olika krav och preferenser på vad som ska installeras varierar kostnaden.

Boverket har för beräkningarna valt ut ett antal installationskostnader från det material som tagits fram av konsulter och andra branschaktörer. Valen är tänkta att representera den variation av mätare och system för datainsamling som finns på marknaden idag. Kostnaderna presenteras i tabell 5 nedan. Ett längre resonemang kring dessa kostnader följer i detta avsnitt.

*Tabell 5 Installationskostnad värmemätare vid nybyggnad och ombyggnad*

	Källa	Mätare	Kommunikation	Kr/lägenhet inkl. moms
Uppförande (en mätare)	SFFE	Flerstrålig vinghjulsmätare (Compact Ve)	Mobil avläsning, inget system i byggnaden för insamling av data	2 250
	Wikells	Billigaste vinghjulsmätaren enligt SP	Trådlös kommunikation, en insamlingsenhet och fyra signalförstärkare i typbyggnaden	3 050
	Projekteng - agemang		Mätaren ansluts till M-bus-system	5 000*
	Wikells	Multical 302, ultraljusmätare, Kamstrup	Trådbunden kommunikation mellan mätare och insamlingsenhet	7 600
Ombyggnad (tre mätare)	Wikells	Billigaste vinghjulsmätaren enligt SP	Trådlös kommunikation, en insamlingsenhet och fyra signalförstärkare i typbyggnaden	8 800
	Wikells	Multical 302, ultraljusmätare, Kamstrup	Trådbunden kommunikation via lägenhetscentral till insamlingsenhet	10 400
	Wikells	Billigaste vinghjulsmätaren enligt SP	Trådlös kommunikation, en insamlingsenhet och fyra signalförstärkare i typbyggnaden	8 800
	Wikells	Multical 302, ultraljusmätare, Kamstrup	Trådlös kommunikation, en insamlingsenhet och fyra signalförstärkare i typbyggnaden	16 000

\* Motsvarande kostnad beräknas av Wikells vid installation av ultraljudsmätare och trådlös kommunikation eller billigaste värmemätaren och ett trådbundet system.

Alla installationskostnader förutsätter att det är förberett för att installera mätaren. Vad gäller driftskostnaden sätts den i huvudalternativet till 250 kr inkl. moms per lägenhet och år. I driftkostnaden inkluderas inte ytterligare eventuella underhållskostnader för fastighetsägaren i form av reparationer eller kundsupport.

### Allmänt om mätare och datainsamlingssystem

Installerar man värmemätare idag är det oftast en ultraljudsmätare men även vinghjulsmätare och induktiva mätare förekommer. Samtliga finns som MID-godkända värmemätare. Den svaga delen i sådana flödesmätare är flödesgivaren som kan påverkas av vattenkvaliteten. Statistik visar att vissa modeller av vinghjulsmätare påverkas mest av vattenkvaliteten vilket ger sämre mätning med tiden. Kostnaden för en värmemätare ligger mellan 1 000 – 6 000 kr inkl. moms.<sup>36</sup>

Vilken tekniknivå som väljs för systemet som samlar in mätdata påverkar installationskostnaden. Det finns tre huvudprinciper för system att automatiskt samla in mätdata från värme- och vattenmätare:<sup>37</sup>

- Ett trådbundet system där värmemätaren kommunicerar med den centrala insamlingsenheten via M-Bus<sup>38</sup>.
- Ett system där mätaren kommunicerar trådlöst med insamlingsenheter/radiosignalförstärkare som sitter i trapphuset på varje våningsplan. Dessa kommunicerar in sin tur med den centrala insamlingsenheten för byggnaden, antingen via kablar i schakt i trapphuset eller trådlöst.
- Ett system där mätarens data samlas in av en lägenhetscentral via tråd eller trådlös kommunikation. Lägenhetscentralen kommunicerar sedan med byggnadens centrala insamlingsenhet via TCP/IP eller elnätet.

Första alternativet innebär endast trådbunden kommunikation vilket ger god kvalitet på överföringen. Eftersom alternativet kräver tråddragning är det framför allt ett alternativ vid nybyggnation. Övriga två alternativ är fördelaktiga om man inte önskar eller kan dra tråd. Det sista alternativet ger möjlighet till olika tilläggstjänster, när man har en lägenhetscentral i varje lägenhet.

I ett trådlöst system varierar antalet insamlingsenheter och radiosignalförstärkare beroende på hur byggnaden är utformad. Betongväggar kan göra trådlös överföring problematisk.

Ett fjärde alternativ, mobil eller manuell avläsning, är möjligt om man inte vill eller kan placera insamlingsenheter i byggnaden och har installerat mätare som kommunicerar trådlöst. Företaget som sköter driften läser då av värdena på plats med hjälp av en handdator.<sup>39</sup>

<sup>36</sup> Se bilaga 6 för en fördjupad beskrivning av olika värmemätare, deras funktion, pris, mätnoggrannhet, utesittningstid och livslängd.

<sup>37</sup> Mailkontakt Per Kempe, Projektengagemang AB, 2014-07-01.

<sup>38</sup> M-Bus (Meter-Bus) är en europeisk standard (EN 13757-2 och EN 13757-3) för fjärravläsning av gas eller elmätare. M-Bus är också användbart för andra typer av förbrukningsmätare.

<sup>39</sup> Möte med SFFE 2014-01-23. Manuell avläsning är en tjänst som tillhandahålls av bland annat SFFE:s medlemsföretag Techem.

### Installationskostnad värmemätare

Med utgångspunkten att det krävs en värmemätare per lägenhet i nya flerbostadshus har Boverket hämtat in kostnadsuppgifter från tre konsulter som har beräknat eller bedömt installationskostnaden.<sup>40, 41</sup> För utredningen har även kostnadsuppgifter hämtats in genom en enkätundersökning som besvarats av medlemsföretag i Sabo som har installerat värmemätare i sina bestånd. Boverket har också tagit del av en kostnadssammanställning gjord av SFFE för genomförda installationer i Sverige. Alla kostnader är inklusive moms och sammanfattas nedan.

#### *Vid uppförande*

SFFE redovisar är en genomsnittlig installationskostnad på 2 250 kr för organisationens medlemmar under perioden 2011-2013. Installationskostnaden inkluderar vinghjulsmätare, installation av mätare och programmering vid nyproduktion. Utrustning för fjärravläsning är inte inkluderad eftersom manuell avläsning görs. Den primära tjänsten som SFFE erbjuder är driften av mätsystemet. När de använder sig av manuell datainsamling läses data av direkt från mätarna med hjälp av handdatorer.<sup>42</sup> Detta innebär att det inte krävs några insamlingsenheter byggnaden.

Projektengagemang AB uppskattar den genomsnittliga kostnaden för installation och anslutning av en värmemätare till 5 000 kronor under förutsättningen att det är förberett för mätare (passbit och tomrör) i fördelarskåpet. Vid sämre förutsättningar, t.ex. att det krävs ändrad rördragning, ökar kostnaderna snabbt.

SP uppger ett relativt stort kostnadsspann, 2 750 – 9 875 kr per lägenhet, där kostnaden varierar beroende på mätteknik och vem som är kund. En fastighetsägare med ett stort system och med stor kunskap och erfarenhet av mätning kan få ned kostnaderna jämfört med en mindre och ”okunnig” köpare. Kostnadsspannet är också en konsekvens av att mätare har olika pris. De redovisade kostnaderna är satta under förutsättning att det finns en färdig mätarplats. Om inte tillkommer kostnader för att kapa en bit av rörledningen och montera kopplingar samt installera koppling för direktmonterad temperaturgivare.

Installation av värmemätare verkar inte vara särskilt vanligt bland Sabos medlemmar, Eksta bostads AB var det enda medlemsföretaget som installerat värmemätare i samband med nyproduktion som besvarade enkätundersökningen. De redovisar en installationskostnad på cirka 5 500

---

<sup>40</sup> En central slutsats i avsnittet *Byggnadstekniska förutsättningar för individuell mätning* är att 20-50 procent av de flerbostadshus som har byggts idag har kärnfördelning vilket är en förutsättning för att kunna mäta all värmeenergi till en lägenhet via en värmemätare. De flesta flerbostadshus uppförs idag med traditionell fasadfördelning vilket kräver flera värmemätare per lägenhet.

<sup>41</sup> I bilaga 10 hittas underlag från Wikells Byggberäkningar AB och Enerwex som för Boverkets räkning har beräknat installationskostnaden för värmemätare och vattenmätare. I bilaga 7 hittas Projektengagemangs bedömning av installationskostnaden för värme- och vattenmätare. I bilaga 6 finns kostnadsbedömningar från SP för installation av värme- och vattenmätare för olika typer av fastighetsägare, från mindre ägare utan erfarenhet av värme- eller vattenmätning till större och erfarna bolag.

<sup>42</sup> Uppgifter från möte med SFFE 2014-01-23, mailkontakt med Joakim Pålsson, Techem, 2014-08-20 samt information från [www.techem.se](http://www.techem.se).

kr för en värmemätare per lägenhet.<sup>43</sup> De använder sig av en paketlösning som verkar vara vanligt bland de av Sabos medlemmar som sysslar med individuell mätning där el, värme och tappvatten mäts och data samlas in via en lägenhetscentral som i sin tur kommunicerar med ett centralt system i byggnaden.

Wikells har räknat på en ultraljudsmätare av märket Multical 302. Ett trådlöst system med en insamlingsenhet för hela typbyggnaden ger då en installationskostnad på 5 400 kr vilket är det billigaste alternativet. Det trådbundna alternativet ger enligt beräkningarna en kostnad på cirka 7 600 kr. I det dyraste av Wikells räkneexempel kostar installationen 10 400 kr där en lägenhetscentral står för en stor del av kostnaden. Byter man ut ultraljudsmätaren mot billigast möjliga mätare<sup>44</sup> sjunker installationskostnaden till cirka 3 050, 5 200 respektive 8 000 kr beroende på system.<sup>45</sup>

#### *Vid ombyggnad*

Projektengagemang AB menar att den värmesystemlösning som har en rimlig kostnad och ger en representativ mätning är mätning vid en centralt placerad värmestam med förberedd plats för en värmemätare.<sup>46</sup> Installation av värmemätare är enligt SFFE endast aktuellt i nyproduktion och där det räcker med en värmemätare per lägenhet.<sup>47</sup> SP skriver att en förutsättning för att använda en värmemätare i en lägenhet är att allt radiatorvatten kommer in respektive lämnar lägenheten på ett ställe.<sup>48</sup> Majoriteten av de experter som Boverket har varit i kontakt med delar denna ståndpunkt, att värmemätare installeras endast när värmestammar är centralt placerade. Eftersom majoriteten flerbostadshus har värmestammar i ytterfasad och att denna stamplacering vanligtvis behålls när man bygger om och gör en väsentlig ändring av värmeledningar, skulle ett krav på individuell mätning vid ombyggnad innebära att flera mätare måste installeras för de allra flesta. Därför är utgångspunkten vid installation av mätare vid ombyggnad i denna utredning att varje lägenhet kräver i genomsnitt tre värmemätare.

Eftersom installation sker i samband med att man gör en väsentlig ändring i värmesystemet antas kostnaden att installera en mätare i ombyggnadsfallet vara densamma som vid nyproduktion. Detta är ett konservativt förhållningssätt då det inte är ovanligt att äldre radiatorer

<sup>43</sup> Kostnaden inkluderar en värmemätare per lägenhet (2500 kr), en lägenhetscentral (2000 kr/lgh), installation (1000 kr) samt ihop koppling med centralt system (1000 kr för hela området). Sammantaget cirka 5 500 kr om kostnaden för ihopkoppling med centralt system ej inkluderas. Uppgifterna från SABO:s enkät samt mailkontakt med Niklas Christensson på Eksta Bostads AB, 2014-06-13.

<sup>44</sup> Enligt uppgifter från SP är lägsta pris på en värmemätare 800 kr exkl. moms (1 000 kr inklusive moms) vilket är mätaren som används vid omräkningen. Se bilaga 6.

<sup>45</sup> De redovisade kostnaderna är Wikells beräkningar men där Boverket har slagit ut gemensamma kostnader för insamlingsenheter och signalförstärkare på byggnadens lägenheter. Boverket har gjort antagandet att det krävs en signalförstärkare per sex lägenheter (dvs. en per våning) och en insamlingsenhet för typbyggnaden. Kostnad för mjukvara och display är inte inkluderat.

<sup>46</sup> Bilaga 7

<sup>47</sup> Möte SFFE 2014-01-23

<sup>48</sup> Bilaga 6

och ledningar i värmesystem behålls vid renovering och ombyggnad vilket ger högre kostnader.<sup>49</sup>

Wikells/Enerwex har beräknat kostnaden för installation av ett trådlöst mätsystem i samband med ombyggnad där tre mätare installeras. Om kostnaden för signalförstärkare och insamlingsenhet slås ut på typbyggnadens lägenheter ges kostnaden 16 000 kr. Boverket har räknat om detta där ultraljudsmätaren är ersatt med billigast möjliga mätare vilket ger en totalkostnad på 8 800 kr. Dessa är kostnaderna som används vid kostnadseffektivitetsberäkningarna vid ombyggnad.

### Driftkostnader

Om datainsamlingen sker genom fjärravläsning uppger källor en driftskostnad på 100-500 kr per lägenhet och år, se tabell 6.

Tabell 6 Driftkostnader per lägenhet och år för ett antal exempel

Källa	Kostnad, kr/lgh och år	Kommentar
Projektengagemang	375	Kostnaden är beroende på lagringstid och tidsupplösning. Ej inklusive fastighetsägarens tid.
SFFE	100-500	I genomsnitt 250 kr.
Hysesbostäder Norrköping	220	Drift av värme- och vattenmätning, trådbundet i fastigheten, fiber till huvudkontor. Stängt system.
Bostads AB Mimer	375	Årskostnad per lägenhet till energibolaget som sköter drift och fakturering.
Kopparstaden	120	De räknar med en ökad kostnad framöver.
Uppsalahem	360	Inkluderar mätvärdesinsamling, debiteringsfiler, ansvar för system, presentationssystem via web samt felrapportering för mätning av värme och vatten.

Driftkostnaderna från bostadsbolagen gäller oftast både värme och vatten tillsammans. Driftkostnaden för endast vatten- eller värmemätning när de görs separat kan därför antas vara något lägre eftersom kostnaden påverkas av antalet mätpunkter. För denna utredning har driftkostnaden satts till 250 kronor för att mäta värme respektive vatten per lägenhet och år.

Väljer man manuell avläsning betalar man i vissa fall en summa per avläsning, ibland en fast kostnad per lägenhet och år. Enligt uppgift från konsult ligger kostnaden för avläsning på 190–350 kr inkl. moms per avläsning och lägenhet.<sup>50</sup> I energieffektiviseringsdirektivets bilaga VII

<sup>49</sup> Resonemanget bakom dessa antaganden hittas i avsnittet *Byggnadstekniska förutsättningar för individuell mätning* samt i bilaga 8.

<sup>50</sup> Techem tar samma pris för mobil/manuell som automatiserad fjärravläsning, 250-300 kr per år och lägenhet (mailkorrespondens med Joakim Pålsson, Techem, 2014-08-20). En utredning gjord för Boverkets räkning av Bo Frank visar att kostnaden är 190-350 kr per avläsning och lägenhet (rapport Teknisk beskrivning för radiatormätare och komfortmätare, diarienummer 1300-2014)

står om minimikraven för fakturering och faktureringsinformation. Den boende ska kunna få faktureringsinformationen som visar användningen varje kvartal om de begär detta eller har valt e-faktura. Annars ska informationen lämnas två gånger per år. Givet avläsningskostnaden ger detta ett kostnadsintervall på 380–1 400 kr per lägenhet och år.

## Kalkylmodellen för värme

Kalkylmodellen för att beräkna kostnadseffektiviteten för värmemätning är en investeringskalkyl skapad i Excel med följande delar:

- Kalkylperiod, 10 år.
- Energianvändningen för värme fördelas månadsvis.
- Fyra orter är inkluderade, Malmö, Stockholm, Sundsvall och Kiruna.
- Två fjärrvärmesaxor för Malmö, Stockholm och Sundsvall samt en taxa för Kiruna.
- Real kalkylränta, fyra procent i huvudalternativet.
- Installationskostnad och årliga driftskostnader för typbyggnaden.
- Beräkningarna görs i 2014 års priser.
- Priserna är inklusive moms.

För beräkningarna matas uppgifter in om den totala energianvändningen vid 23 °C, 22 °C och 21 °C för respektive typbyggnad i de fyra orterna.

Från modellen får vi:

- NV(intäkt) som är nuvärdesberäkningar av intäkterna (värdet av energibesparingen och värdet av effektb sparingen)
- NV(kostnad) som är nuvärdesberäkningar av kostnaderna (installation och drift)

$NV(\text{intäkt}) > NV(\text{kostnad})$  innebär att investeringen är kostnadseffektiv.

## Beräkningsresultat, analys och förslag

Beräkningsresultaten för individuell mätning av värme redovisas i sin helhet i bilaga 2. Nedan presenteras resultatet i korthet med analys och Boverkets förslag.

### Värmemätning vid uppförande

Enligt beräkningarna gjorda i kalkylmodellen är en investering i värmemätare i samband med uppförande av byggnad, där en värmemätare installeras per lägenhet, i de allra flesta fall inte kostnadseffektiv. Detta illustreras i tabell 7 nedan, endast 31 av totalt 420 stycken investeringskalkylerna visar på lönsamhet.



Tabell 7 Antal beräkningar för respektive installationskostnad för en värmemätare samt antal och andel lönsamma utfall.

Installationskostnad	Antal beräkningar i kalkylmodellen	Antal lönsamma fall	Andel
2 250	84	21	25%
3050	84	10	12%
5000	84	0	0%
7600	84	0	0%
10400	84	0	0%
Totalt	420	31	7%

Beräkningsresultatet visar att energibesparingen av en grads lägre temperatur inte i något fall räcker för att investeringen ska bli kostnadseffektiv. I de flesta fall räcker inte heller två graders temperatursänkning.

Endast när följande två kriterier är uppfyllda visar beräkningarna på kostnadseffektivitet utifrån Boverkets kalkylmodell:

- samtliga boende sänker sin temperatur med två grader
- installationskostnaden är 2 250 - 3 050 kr per lägenhet vilket här innebär installation av värmemätare med manuell avläsning (2 250 kr) eller att man väljer den billigaste mätaren med vinghjulsteknik och trådlös fjärravläsning (3050 kr)

Boverkets bedömning är att en temperatursänkning i storleken två grader som en effekt av individuell mätning inte är trolig. Dessutom innebär installationskostnaderna att fastighetsägaren eller byggherren begränsas i sitt val av mätare och datainsamling. Resonemangen kring detta utvecklas nedan.

Baserat på beräkningsresultaten föreslår Boverket att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av värme vid uppförande.

#### *Två graders temperatursänkning*

En förutsättning för kostnadseffektivitet i kalkylen är att byggnadens inomhustemperatur sjunker med två grader. Detta har i kalkylmodellen gjorts genom att samtliga boende aktivt antas sänka sin temperatur med två grader. Att detta blir effekten av individuell mätning av värme på lägenhetsnivå är enligt Boverket inte troligt, av följande anledningar.

- Människor uppfattar temperatur på olika sätt och vill därför ha olika inomhustemperatur. Att kvinnor är känsligare än män för lokala temperaturskillnader och äldre generellt upplever temperaturer som kallare än yngre har nyligen visats i en avhandling.<sup>51</sup> Även den enkätundersökning som genomfördes inom Betsi-projektet, som har diskuterats i ett tidigare avsnitt, stöder argumentet att individer upplever inomhustemperaturer olika. Undersökningen visar att 16 procent av de boende i flerbostadshus uppförda under perioden 1996-

<sup>51</sup> Schellen, L. (2012), *Beyond uniform thermal comfort: on the effects of non-uniformity and individual physiology*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.

2005 upplever inomhustemperaturen som för låg medan två procent besvärades av alltför hög inomhustemperatur.

- Värdet av energibesparingen är litet och har troligen en marginell påverkan på de boende. Två graders temperatursänkning i en typbyggnaden placerad i Kiruna ger i beräkningarna det största positiva resultatet givet de gjorda antagandena. Under tio år blir vinsten 57 851 kronor totalt för byggnaden. Detta motsvarar cirka 20 kronor per lägenhet och månad vilket får ses som litet i förhållande till månadskostnaden för en lägenhet.<sup>52</sup>
- Branschaktörer som arbetar med individuell mätning ser inte temperatursänkning som en trolig effekt av individuell mätning. Detta framkom under den hearing som Boverket anordnade för att diskutera kostnader och intäkter med branschaktörer med stor erfarenhet av individuell mätning. Bland annat ställdes frågan ”Vad anser du ha störst potential till energibesparing i samband med individuell mätning?”. Ingen av grupperna<sup>53</sup> ansåg att sänkt temperatur hade störst potential. Vidare ställdes frågan ”Om individuell mätning installeras i en byggnad, hur bedömer du att temperaturen i byggnaden utvecklar sig?”. 56 procent av grupperna svarade att den förblir oförändrad, 22 procent en ökad temperatur, 0 procent bedömde att temperaturen skulle sjunka.

Ett rimligare scenario efter att individuella värmemätare installerats i en byggnad är att de boende väljer olika inomhustemperaturer. En situation där lägenheternas temperatur skiljer sig åt men energiåtgången för byggnaden ändå motsvarar en sänkning med två grader är enligt Boverket inte trolig. Värmen kommer istället att börja vandra mellan lägenheter och de boende som önskar högre temperatur kommer att få betala inte bara för sin egen värme utan även för grannens om denne önskar lägre temperatur (läs mer om detta i avsnittet *Byggnadstekniska förutsättningar*).

#### *Installationskostnaden*

En ytterligare förutsättning för att beräkningsresultatet ska visa på kostnadseffektivitet, förutom en temperatursänkning med två grader, är att installationskostnaden är låg, i beräkningarna är 2 250 - 3050 kronor för en värmemätare.

Beräkningarna är gjorda utifrån antagandet att det bara behövs en mätare per lägenhet i nya hus. Men 50–80 procent av de flerbostadshus som byggs i dag har värmestamsinstallationerna längs ytterväggen. I dessa fall krävs fler värmemätare vilket ger en högre installationskostnad.<sup>54</sup>

Vidare, för 3050 kronor installeras den billigaste mätaren med vinghjulsteknik som kommunicerar trådlöst med byggnadens insamlingsenhet. Som tidigare nämnts kan trådlös kommunikation i vissa

<sup>52</sup> 57851/10/12/24 = ca 20 kr

<sup>53</sup> Under hearingen delades deltagarna in i grupper för att diskutera olika frågeställningar.

<sup>54</sup> Se avsnittet *Byggnadstekniska förutsättningar för individuell mätning* samt bilaga 8 för mer information om detta.

byggnader vara problematiskt. Vid nyproduktion rekommenderar vissa att installera trådbunden teknik för att säkerställa god dataöverföring.

Den lägsta kostnaden, 2 250 kr per lägenhet, innebär att man köper en paketlösning med installation av mätare, avläsning och framtagande av debiteringsunderlag. De företag som säljer sådana paket menar att det är endast när man har kontroll på hela kedjan, från installation till avläsning och debitering under produktens livslängd, som man kan garantera en kvalitativ produkt. Ett potentiellt problem för fastighetsägare som väljer denna lösning är att den skapar inlåsnings effekter eftersom fastighetsägaren blir utelämnad till ett fåtal leverantörer. Uppfyller systemet inte de krav som ställs kan det vålla problem och det uppstår byteskostnader om fastighetsägaren väljer att byta system.<sup>55</sup>

Fastighetsägarna, Hyresgästföreningen och Sabo har gemensamt tagit fram en rekommendation om individuell mätning vid tappvarmvatteninstallation för att underlätta för lokala parter att teckna överenskommelser. Någon motsvarande rekommendation finns inte för värmemätning, men tappvarmvattenrekommendationen ger organisationernas syn på teknikval vid individuell mätning.

Vid införandet av individuell mätning av tappvarmvatten rekommenderas medlemsföretagen att välja tillförlitlig utrustning med standardiserade gränssnitt mellan mätare och insamlingsenhet, mellan insamlingsenhet - centralt system och mellan centralt system - hyressystem. Varje komponent i kedjan ska således ha standardiserat gränssnitt och därmed vara ersättningsbar.<sup>56</sup> Rekommendationen lyfter fram standardisering och ersättningsbarhet som viktiga aspekter vid individuell mätning av tappvarmvatten. Därigenom minimeras inlåsnings effekter och byteskostnader för fastighetsägaren. Samtidigt innehåller rekommendationen att hyresgästen helst ska kunna följa förbrukningen i realtid och att insamlingen av mätdata sker med automatiska system. Detta leder till dyrare system och det krävs då större besparingar för att kunna räkna hem investeringen.

### Värmemätning vid ombyggnad

Enligt beräkningarna gjorda i kalkylmodellen är en investering i värmemätare i samband med ombyggnad där det krävs tre värmemätare i de allra flesta fall inte kostnadseffektivt. Endast 9 av totalt 126 investeringskalkyler visar på lönsamhet.

---

<sup>55</sup> Den ekonomiska litteraturen kring byteskostnader (switching costs) är omfattande. En översikt ges i Klemperer, P.D. (1995), "Competition when Consumers have Switching Costs: An Overview with Applications to Industrial Organization, Macroeconomics, and International Trade" *Review of Economic Studies*

<sup>56</sup> Fastighetsägarna, Hyresgästföreningen & SABO (2011)., *Individuell mätning och debitering (IMD), Rekommendation*

Tabell 8 Antal beräkningar för respektive installationskostnad samt antal och andel lönsamma utfall.

Installationskostnad	Antal beräkningar	Antal lönsamma fall	Andel
8800	63	9	14%
16000	63	0	0%
Totalt	126	9	7%

Beräkningsresultatet, som redovisas i sin helhet i bilaga 2, visar att en grad lägre temperatur inte i något fall räcker för att investeringen ska bli kostnadseffektiv. I de allra flesta fall räcker inte heller två graders temperatursänkning.

Endast när samtliga av följande kriterier är uppfyllda visar beräkningarna kostnadseffektivitet när tre mätare installeras:

- samtliga boende i byggnaden sänker sin inomhustemperatur med två grader
- installationskostnaden för tre mätare är 8 800 kr per lägenhet vilket innebär installation av den billigaste mätaren med vinghjulsteknik och trådlös kommunikation
- Typbyggnadens energiprestanda efter ombyggnaden är 75 procent sämre än BBR:s krav vid uppförande

Boverkets bedömning är, precis som vid uppförande, att en temperatursänkning av den storleken som en effekt av individuell mätning av värme inte är trolig. De allra flesta byggnader som byggs om ska dessutom uppnå en bättre energiprestanda än 75 procent sämre än nuvarande krav. En bättre energiprestanda, exempelvis att den efter ombyggnad blir 50 procent sämre än nuvarande krav, innebär att investeringen inte längre är lönsam i våra beräkningar. Dessa resonemang utvecklas under nästa rubrik.

Baserat på beräkningsresultaten föreslår Boverket att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av värme vid ombyggnad.

Resultatet redovisat ovan utgår från att det krävs flera värmemätare vid ombyggnad. Under rubriken *Installationskostnader* förs ett resonemang kring de fall där värmemätning kan göras med en mätare efter ombyggnad med slutsatsen att det inte heller i dessa fall är troligt att individuell mätning är kostnadseffektivt.

#### *Två graders temperatursänkning*

En förutsättning för kostnadseffektivitet i kalkylen är att byggnadens inomhustemperatur sjunker med två grader. Att detta blir effekten av individuell mätning av värme diskuteras ovan i avsnittet *Värmemätning vid uppförande* och samma argumentation gäller även här.

#### *Sämre energiprestanda efter ombyggnad*

Förutom en temperatursänkning på två grader krävs, för att kalkylen ska visa på positivt resultat, att byggnaden har en energiprestanda som är 75 procent sämre än vad som tillåts i nya flerbostadshus enligt nuvarande krav i BBR. Samma nivåer tillämpas vid ombyggnad som vid uppförande

av byggnad, men vid ombyggnad ska kraven modifieras utifrån ändringens omfattning, byggnadens förutsättningar, varsamhetskravet och förvanskningförbudet (BBR 1:22). Energiprestandan ska alltså, om möjligt, motsvara kraven vid uppförande i BBR 9:2 och 9:3 efter ombyggnationen. Om byggnaden inte uppfyller dessa krav ska i stället specifika U-värden för klimatskärmen eftersträvas (BBR 9:92). Få byggnader når nybyggnadskraven och detsamma gäller sannolikt de eftersträvade U-värdena. Men ett rimligt antagande är att de allra flesta byggnader som byggs om kommer att uppnå en bättre energiprestanda än 75 procent sämre än BBR:s krav vid uppförande.

#### *Installationskostnad*

Slutligen krävs också, för att kalkylen ska visa på lönsamhet, att installationskostnaden kan hållas nere. I beräkningsexemplen har installationskostnaden satts till 8 800 kronor respektive 16 000 kr för tre mätare. Om ultraljudsmätare installeras, vilket ger den högre installationskostnaden, är investeringen aldrig kostnadseffektiv. Fastighetsägaren eller byggherren är alltså hänvisad till en billig vinghjulsmätare och trådlös kommunikation för att kunna få lönsamhet i investeringen, och då under förutsättning att installationen är lätt att genomföra. Risken är dock stor för tillkommande kostnader vid installation i samband med ombyggnad och väsentlig ändring av värmestammar.

Majoriteten av de branschaktörer och konsulter som Boverket har träffat under arbetets gång menar att individuell mätning av värme endast är aktuellt i de fall där lägenhetens energi för uppvärmning kan mätas med en värmemätare. Det ska också vara förberett för och enkelt att installera mätaren för att installationskostnaden ska bli rimlig. I ombyggnadsfallet är detta endast möjligt i den del av beståndet som har centralt lagda värmestammar. Eftersom tekniken att placera värmestammar centralt började bli vanligare först under sent 1990-tal, är det en mindre del av beståndet som har värmestammar centralt placerade.<sup>57</sup> När dessa byggnader genomgår en väsentlig ändring i samband med ombyggnad kommer energianvändning för uppvärmning av en lägenhet i vissa fall kunna mätas med endast en värmemätare. Då värmestammar generellt håller väldigt länge kommer dessa byggnader inte genomgå en sådan ändring inom någon nära framtid. Vidare är det ingen garanti att det går att installera en värmemätare även i de fall värmestammarna är placerade centralt, utan tillkommande kostnader för justeringar för att få plats med mätaren (läs mer i avsnittet *Byggnadstekniska utgångspunkter*).

För att ändå undersöka om det är kostnadseffektivt att mäta värme individuellt vid ombyggnad när det endast krävs en värmemätare per lägenhet, har vi gjort beräkningar där installationskostnaden sätts till 3 050 kr, 5 000 kr och 7 600 kr för en värmemätare vid ombyggnad. Beräkningsresultatet från kalkylmodellen visar att om installationen kostar 5 000 – 7 600 kr är den kostnadseffektiv om samtliga i byggnaden

---

<sup>57</sup> Cirka 20 procent enligt statistik från Boverkets databas Betsi.

sänker temperaturen två grader.<sup>58</sup> Vi har i tidigare avsnitt redovisat varför en temperatursänkning av den storleksordningen inte är en trolig effekt av individuell mätning av värme.

En lägre installationskostnad för en värmemätare, 3 050 kr per lägenhet, ger kostnadseffektivitet när samtliga sänker temperaturen en grad och där byggnaden har en energiprestanda som är 50-75 procent sämre än BBR:s krav vid uppförande.

Statistik från Boverket energideklarationsregister visar att den genomsnittliga energiprestandan för flerbostadhus uppförda under perioden då centrala värmestammar började bli en vanligare metod, är så bra att en grads temperatursänkning inte räcker för att få kostnadseffektivitet i investeringen. Den genomsnittliga energiprestandan för byggnader uppförda i klimatzon I under 1990-2014 är 142 kWh/m<sup>2</sup>, cirka 10 procent sämre än dagens krav för klimatzonen.<sup>59</sup> Motsvarande siffror för klimatzon II och III är 124 kWh/m<sup>2</sup> respektive 104 kWh/m<sup>2</sup>, cirka 10 respektive 15 procent sämre än dagens krav.<sup>60</sup>

Det kan också nämnas att besparingen vid en grads temperatursänkning är, enligt beräkningarna, som bäst 15 kronor per månad och lägenhet vilket får ses som litet i förhållande till månadskostnaden för boende. Prissignalen att sänka temperaturen är således svag.

---

<sup>58</sup> Om installationen kostar 7 600 kr krävs även att byggnadens energiprestanda är 50-75 procent sämre än nuvarande krav i BBR.

<sup>59</sup> I BBR 9:2 finns dagens energihushållningskrav vid uppförande. Kravet för klimatzon I är 130 kWh/m<sup>2</sup>, för klimatzon II 110 kWh/m<sup>2</sup> och för klimatzon III 90 kWh/m-

<sup>60</sup> Statistik från Boverkets energideklarationsregister Gripen.

# Individuell mätning av tappvarmvatten i flerbostadshus

I detta avsnitt beskrivs först intäktssidan av att mäta tappvarmvatten individuellt. Därefter beskrivs kostnadsposterna installation och drift och Boverkets kalkylmodell. I sista avsnittet redovisas resultatet av kostnadseffektivitetsberäkningarna, Boverkets analys av dessa och förslag.

## Intäktssidan tappvarmvatten

Två parametrar är viktiga att skatta för att beräkna värdet av minskad förbrukning av tappvarmvatten. Dels förbrukningen av tappvarmvatten före installation av individuella vattenmätare, dels effekten av den individuella mätningen på förbrukningen av tappvarmvatten. Dessutom är VA-avgiften och fjärrvärmepriset centrala för beräkningsresultaten.

I detta avsnitt redovisas metod och indata för de beräkningar som gjorts för att visa på energi-, - effekt- och vattenbesparingen när tappvarmvattenanvändningen minskar. I korthet visar avsnittet följande:

- Förbrukningen av tappvarmvatten i nya bostäder är lägre än i befintliga eftersom både rörinstallationer och armaturen är av bättre kvalitet.
- Vid en väsentlig ändring av en tappvarmvatteninstallation i samband med en ombyggnad utformas installationer och armatur som motsvarar nyproduktion.
- För typbyggnaden antas förbrukningen totalt under ett år vara  $1\,000\text{ m}^3$ , vilket motsvarar  $0,43\text{ m}^3$  per  $\text{m}^2 A_{\text{temp}}$
- Förbrukningen av tappvarmvatten antas minska med 0 – 30 procent när förbrukningen mäts individuellt.

### Förbrukningen av tappvarmvatten

Vilken tappvarmvattenförbrukning som sätts som referensvärde, dvs. förbrukningen före installation av individuella mätare, påverkar beräkningsresultatet.

En väsentlig ändring av tappvatteninstallationerna i samband med en ombyggnad antas innebära att installationer och armatur får motsvarande prestanda som i ett nyproducerat flerbostadshus. Utgångspunkten är därför att tappvattenförbrukningen är densamma i nya och ombyggda hus.

Referensvärdet för tappvarmvattenförbrukningen i typbyggnaden under ett år är satt till 1 000 m<sup>3</sup> vilket motsvarar cirka 18 m<sup>3</sup> per person och år. Resonemanget bakom detta redovisas nedan.

#### *Tappvarmvattenförbrukning i ny- och ombyggda flerbostadshus*

Svebyprogrammet tar fram siffror om förbrukning som används av branschen för att beräkna energianvändningen i nyproducerade byggnader. Eftersom förbrukningen av tappvarmvatten inte bara beror på de boende utan även på armatur och varmvattencirkulation, räknar man med att varmvattenanvändningen är något lägre i nya byggnader. Sveby redovisar en tappvarmvattenförbrukning i intervallet 13 – 32 m<sup>3</sup> per person och år, den lägsta siffran är förbrukningen i ett passivhus. Den genomsnittliga tappvarmvattenförbrukningen är 18 m<sup>3</sup> per person och år i flerbostadshus.<sup>61</sup>

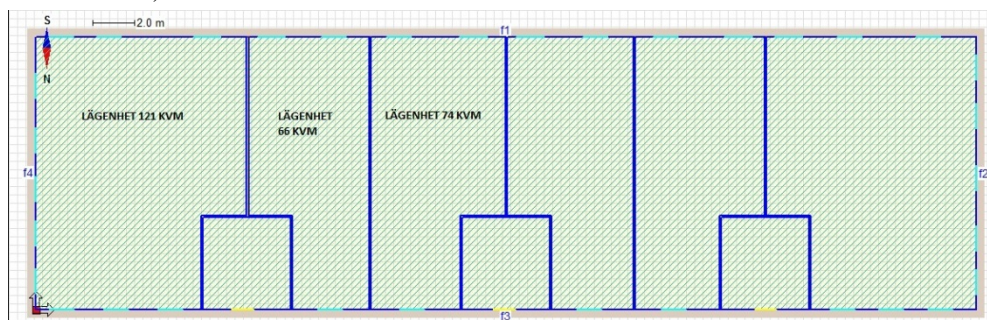
För att kunna räkna upp användningen till lägenhetsnivå krävs uppgifter om antal personer i varje lägenhet. Tabell 8 visar Svebys data för antalet personer per lägenhet.

*Tabell 9 Antal personer i genomsnitt i lägenheter enligt Sveby*

Antal rum + kök	1 rk	2 rk	3 rk	4 rk	5 rk	6+ rk
Antal boende	1,42	1,63	2,18	2,79	3,51	3,51

Använder vi Svebys schablonvärden ger det 53<sup>62</sup> personer totalt i typbyggnaden och en förbrukning på 954 m<sup>3</sup> per år<sup>63</sup>, vilket avrundas till 1000 m<sup>3</sup>. Detta motsvarar en förbrukning på 0,43 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub>.

*Figur 5 Ett våningsplan i typbyggnaden, 121 kvm antas motsvara fyra rum och kök, 74 kvm tre och 66 kvm två*



Eftersom den initiala förbrukningen av tappvarmvatten påverkar beräkningsresultatet har vi i känslighetsanalysen även räknat på kostnadseffektiviteten av individuell mätning när förbrukningen av

<sup>61</sup> Sveby (2009), *Brukarindata för energiberäkningar i bostäder*.

<sup>62</sup> Varje våning antas ha två fyror, 2 treor och 2 ettor (8x2,79)+(8x2,18)+(8x1,63)=53.

<sup>63</sup> 53x18=954.



tappvarmvatten före installation av mätare är högre än 1000 m<sup>3</sup>. Detta hanteras i Monte Carlo-simuleringarna och beskrivs utförligt i bilaga 4.

### Minskad förbrukning med individuell mätning

Minskningen i tappvarmvattenförbrukning efter införandet av individuell mätning av tappvatten är en av de parametrar som påverkar slutresultatet mest. I litteraturen varierar uppgifterna och någon samlad bild är svårt att få. I tidiga studier bedöms minskningen till 10-30 procent.<sup>64</sup> Svenska Bostäder uppger svårigheter med att få lönsamhet i IMD-investeringar för varmvatten. Bolaget har utvärderat IMD med varmvatten i ett antal fastigheter, några även med värmedebitering. Den besparingspotential inom varmvatten som man inledningsvis trodde fanns har inte kunnat verifieras.<sup>65</sup>

Sveby har tidigare angivit en besparing i *energianvändningen* för tappvarmvatten på 20 procent med individuell mätning och debitering av tappvarmvatten i flerbostadshus. Man refererar dock till nya mätningar från bl.a. SABO och HSB som visar att besparingen uteblivit. Därför avstår Sveby i dagsläget från några rekommendationer mer än ett avdrag på 0 – 20 procent kan användas tills dess att nya utredningar tagits fram.<sup>66</sup>

En hearing genomfördes i maj 2014 som samlade experter inom många olika områden. En frågeställning var hur mycket förbrukningen av tappvarmvatten minskar genomsnittligt i en byggnad om individuell mätning installeras. Svaren varierade mellan 0 procent och 30 procent med en tyngdpunkt kring cirka 10 procent.

### VA-avgiften

VA-avgiften har tagits fram för samtliga kommuner i de län som de fyra orter är geografiskt placerade i och som används i kalkylen.<sup>67</sup> Att använda den rörliga VA-avgiften för att värdera vattenbesparingar vid lönsamhetsberäkningar kan utgöra en svårighet. Det utvecklas i nästa avsnitt.

*VA-verksamhet är ett naturligt monopol som följer självkostnadsprincipen*

Det ligger utanför denna utrednings uppdrag att kunna förutse om och i så fall hur taxestrukturen för vatten och avlopp ändras vid minskningar i vattenförbrukningen. Vi vill dock uppmärksamma på frågeställningen eftersom det kan få återverkningar på de lönsamhetsberäkningar som görs inom uppdraget. Lönsamhetsandelarna kan vara överskattade i samtliga tabeller som presenteras nedan. Skälet är följande.

VA-verksamheten i Sverige är ett så kallat naturligt monopol. Detta innebär att huvudmannen själv är suverän att bestämma sin egen taxa. Taxan bestäms uppåt av vattentjänstlagen som anger att intäkterna för

<sup>64</sup> Energimyndigheten (1999), *Utredning angående erfarenheter av individuell mätning av värme och varmvatten i svenska flerbostadshus* och Energimyndigheten (2003), *Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – En lägesrapport*.

<sup>65</sup> <http://www.energi-miljo.se/artikelem/individuell-matning-far-underkant/>

<sup>66</sup> Sveby (2012), *Brucarindata bostäder*, s 20

<sup>67</sup> Uppgifter från Svenskt Vatten.

verksamheten inte får överstiga nödvändiga kostnader. Det kallas självkostnadsprincipen.

Brukningsavgifter innehåller normalt två komponenter, en årlig fast avgift och en rörlig avgift (kronor per m<sup>3</sup>, VA-avgiften). VA-avgiften i de kommunala vattenverken är administrativt satta för att, i kombination med andra avgifter inom VA-området såsom den fasta delen i brukningsavgiften, uppnå självkostnad. Om vi antar att självkostnad uppnås före införandet av individuell mätning. Sedan införs individuell mätning och förbrukningen minskar.

Då hushållen sparar vatten måste VA-verken ändå få täckning för sina kostnader. Minskningen i vattenförbrukning leder till ökade krav på genomspolning av ledningsnätet för att bibehålla god vattenkvalitet. En ökad volym vatten för extra spolning kan behövas. Vid spolning av ledningsnätet tar vattenleverantören betalt genom de fasta avgifterna, medan konsumenternas vattenanvändning finansieras av de rörliga avgifterna.<sup>68</sup>

Om det krävs att brukningsavgifterna, antingen den fasta delen eller VA-avgiften eller en kombination av de två, måste höjas som ett resultat av införandet av individuell mätning för att återgå till självkostnad bör detta tas hänsyn till. Det leder i så fall till väsentliga effekter på kalkylresultaten. Värdet av vattenbesparingen skulle reduceras och långt fler simuleringar skulle bli olönsamma. Värdet av vattenbesparingen för fastighetsägaren blir därför inte lika stor och lönsamhetsandelarna överskattas därför. Hur stor överskattningen är svårt att uttala sig om men det kan röra sig om flera procentenheter.

I den fortsatta presentationen beaktas inte VA-verkens agerande för att uppnå självkostnad vid införandet av individuell mätning annat än med kommentarer.

## Kostnadssidan tappvarmvatten

Kostnaderna i kalkylen är installation och drift för individuell mätning och debitering. Precis som i fallet värmemätning är installationskostnaden kostnaden för material och arbete att installera nödvändig utrustning för att kunna mäta och denna kostnad varierar av samma anledningar som för värmemätning.

Utifrån de beräkningar och uppgifter om installationskostnader som Boverket har tagit del av, och som redovisas nedan, har ett antal kostnader valts ut för att representera den stora variation av mätare och mätsystem som finns på marknaden idag. Eftersom det kan krävas en eller flera mätare såväl vid uppförande som vid ombyggnad, och där utgångspunkten är att installationskostnaden är densamma i de båda fallen, har vi valt att räkna på kostnaden för en respektive två mätare som får representera både uppförande- och ombyggnadsfallen. Kostnaderna presenteras i tabell 9 nedan. Ett längre resonemang kring dessa kostnader följer i detta avsnitt.

---

<sup>68</sup> För en diskussion, se Boverket (2002), *Hushållning med kallt och varmt vatten. Individuell mätning och temperaturstyrning*, s 33.

Tabell 10 Installationskostnad vattenmätare vid uppförande och ombyggnad

	Källa	Mätare	Kommunikation	Kr per lägenhet inkl. moms
En mätare	SFFE	Vinghjulsjätmätare	Manuell avläsning, inget system i byggnaden för insamling av data.	1050
	SP	Billigaste vinghjulsjätmätaren	Installationen görs av en "okunnig köpare".	1 375
	SABO	Ultraljudsmätare, Kamstrup	Inget system i byggnaden för insamling av data.	2 300
	SABO	Mätare från Elvaco	Trådbunden kommunikation, en insamlingsenhet för byggnaden.	3 500
	Wikells	Ultraljudsmätare, Multical 21	Trådlöst system, en insamlingsenhet och fyra signalförstärkare för typbyggnaden.	4 700
Två mätare	SP	Billigaste vinghjulsjätmätaren	Installationen görs av ett större fastighetsbolag med stort system.	1875
	Wikells	Vinghjulsjätmätare, GWF	Trådlöst system, en insamlingsenhet och fyra signalförstärkare för typbyggnaden.	6 800*
	Wikells	Ultraljudsmätare, Multical 21	Trådlöst system, en insamlingsenhet och fyra signalförstärkare för typbyggnaden.	8 500

\* Kostnaden fås från Wikells beräkning för ett trådlöst system med ultraljudsmätare (Multical 21) där mätaren har byts ut till en billigare vinghjulsjätmätare (GWF)

Alla installationskostnader uppgivna från konsulter är under förutsättning att vattenmätaren kan installeras utan att ytterligare arbete krävs. Driftkostnaden är 250 kr per lägenhet och år (se avsnittet om värmemätning). I driftkostnaderna inkluderas inte ytterligare eventuella kostnader för fastighetsägaren i form av reparationer och kundkontakt. För ett allmänt resonemang kring olika datainsamlingssystem, se avsnittet om kostnader för värmemätning.

### Vattenmätare

De vattenmätare som används i dag är främst mekaniska vinghjulsjätmätare, men även turbinjätmätare och ultraljudsmätare används. Samtliga finns som MID-godkända<sup>69</sup> vattenmätare och som sådana ska de mäta all vattenvolym som passerar den, oavsett vattentemperatur. Vattenkvaliteten är avgörande för hur korrekt mätningen blir där varmvatten generellt är

<sup>69</sup> Godkända enligt Mätinstrumentsdirektivet 2004/22/EG.

värre för mätarna än kallvatten. Kostnaden för en vattenmätare ligger mellan 400 – 1250 kr inkl. moms där vinghjulsmätaren är billigast och ultraljudsmätare dyrast.<sup>70</sup>

### **Installationskostnad vattenmätare vid ny- och ombyggnad**

Utgångspunkten för installationskostnaden vid uppförande och vid ombyggnad är att det i båda situationerna kan krävas 1-2, ibland fler, vattenmätare beroende på hur projekteringen görs. Dock är det vanligare att det räcker med en mätare vid uppförande och minst två vid ombyggnad. Även kostnaden att installera mätarna på rören antas vara samma eftersom situationen vid nyproduktion och vid en väsentlig ändring av vattenrören kan sägas vara likvärdiga.

Boverket har tagit del av material från SFFE där kostnader för installation av vattenmätare i befintliga byggnader för ett antal projekt redovisas. Installationskostnaden ligger i spannet 1 050–2 500 kr beroende på antalet mätare. Kostnaden inkluderar inte insamlingsenheter för fjärravläsning eftersom manuell avläsning görs.<sup>71</sup>

Uppgifter från SP visar kostnader från 1 375 – 7 125 kr beroende på antal mätare, vilken mätare som väljs och storleken på samt kunskapen hos fastighetsbolaget. Ett större fastighetsbolag med ett stort system betalar exempelvis mindre än den lilla fastighetsägaren som väljer billigast möjliga system.

Uppgifter från bostadsbolag knutna till Sabo och den enkät som Sabo genomförde uppger installationskostnader i samma kostnadsintervall. Eksta bostads AB installerade vattenmätare i en ny byggnad och uppger en installationskostnad på 3 500 kr för installation av en varmvattenmätare per lägenhet.<sup>72</sup> Det är då ett system med trådbunden kommunikation. Kopparstaden uppger en kostnad på 4 500 kr för installation av en mätare då byggnaden genomgick en ombyggnad.<sup>73</sup> Bostads AB Mimer uppger i samma enkät en kostnad på 2 300 för installation av en vattenmätare i samband med ombyggnad. Denna kostnad inkluderar inte något system för datainsamling i byggnaden. Istället samlas informationen in direkt av energibolaget via deras befintliga system.<sup>74</sup> LKF, som Boverket besökte, installerar ultraljuds- och vinghjulsmätare i nyproduktion. Kostnader för installation för en exempelbyggnad uppges vara 6 100 kr.<sup>75</sup>

<sup>70</sup> Se bilaga 6 för en fördjupad beskrivning av olika typer av vattenmätare, deras funktion, pris, mätnoggrannhet, utesittningstid och livslängd.

<sup>71</sup> Material från SFFE inkommit via mail 2014-03-24.

<sup>72</sup> Material från Sabo:s enkätundersökning mottaget mail 21 mars 2014. En varmvattenmätare per lägenhet, 500 kr för mätaren, 4 000 för insamlingsenheten och installation av den, 2 000 kr för driftsättning och installation. Insamlingsenheten och driftsättning är också för kallvatten, kostnaden för denna delas därför mellan dessa. Det ger 3 500 kr per lägenhet för endast mätning av tappvarmvatten.

<sup>73</sup> Material från Sabo-enkät inkommit via mail 21 mars 2014. En mätare per lägenhet, priser per lägenhet: mätare och installationsmaterial 750 kr, montering 750 kr, insamlingsenhet 2000 kr, driftsättning och elinstallation 1 000 kr.

<sup>74</sup> Material från Sabo:s enkätundersökning mottaget via mail 21 mars 2014. Kostnader i samband med installation och idriftsättning: 2000 kr/lgh Uppläggningskostnad: 300 kr/lgh (engångssumma per lgh vid igångkörning av tjänsten).

<sup>75</sup> Presentation av LKF vid Boverkets besök 2014-03-24.

Wikells med hjälp av Enerwex har räknat på installationskostnaden för installation av två vattenmätare med ultraljudsteknik och trådlöst kommunikation respektive för två vattenmätare med vinghjulsteknik och trådbunden kommunikation. Kostnaden per lägenhet ligger i spannet 7 700 – 8 500 kr. Omräknat utifrån att en mätare krävs gör att kostnaden sjunker till 4 300 - 4 700 kr.<sup>76</sup>

## Kalkylmodellen för tappvarmvatten

Kalkylmodellen är en investeringskalkyl skapad i Excel med följande delar:

- Kalkylperiod, 10 år.
- Den totala varmvattenförbrukningen innan den mäts individuellt antas i modellen vara jämt fördelad över årets samtliga dygn och adderas till månadsvisa värden.
- Minskningen i förbrukningen efter installation av individuell mätare antas till olika värden och fördelas jämt över årets månader.
- Fyra orter är inkluderade, Malmö, Stockholm, Sundsvall och Kiruna
- Två fjärrvärmesaxor för Malmö, Stockholm och Sundsvall samt en taxa för Kiruna.
- Taxor för vatten och avlopp i de län som respektive ort är geografiskt är placerad i.
- Vattnet värms upp till 58 grader.<sup>77</sup>
- Real kalkylränta, fyra procent i huvudalternativet.
- Investeringskostnad och årliga driftskostnader.
- Beräkningarna görs i 2014 års priser.
- Priserna är inklusive moms.

Analysen görs på byggnadsnivå. Vid tappvarmvattenberäkningar matas uppgifter in om total förbrukning före införandet av individuell mätning, minskningen efter installation av mätare samt avgiften för vatten och avlopp. Från modellen får vi:

- NV(intäkt) som är nuvärdesberäkningar av intäkterna (värdet av energibesparingen, effektb sparingen och vattenbesparingen).
- NV(kostnad) som är nuvärdesberäkningar av kostnaderna (installation och drift).

$NV(\text{intäkt}) > NV(\text{kostnad})$  innebär att investeringen är kostnadseffektiv.

Eftersom de centrala parametrarna för att beräkna kostnadseffektiviteten av individuell mätning av tappvarmvatten varierar

---

<sup>76</sup> Detta givet att kostnaden för signalförstärkare slås ut på antalet lägenheter per våningsplan (6 stycken) och kostnaden för insamlingsenheten slås ut på byggnadens samtliga lägenheter (24 stycken) och där kostnad för lägenhetsdisplay och programvara ej inkluderas

<sup>77</sup> Motivet till valet av 58 grader är för att få ett rimligt värde med hänsyn till kravet på 55 grader vid tappställena och en lägsta temperatur på minst 50 grader. Erfarenheter har visat att värmeförlusterna från VVC-kretsar kan vara mycket stora, speciellt om slingorna dras ut i lägenheter, vilket ger långa rörlängder och dessutom ofta tunnare rörisolering.

relativt kraftigt mellan områden har Boverket analyserat beräkningsresultatet utifrån två olika ansatser, en traditionell kalkyl och utifrån Monte Carlo-simuleringar.

Den traditionella ansatsen innebär att parametrarna ges konstanta värden och där det krävs ett stort antal beräkningar för att få fram ett rättvisande resultat. I den traditionella kalkylen har Boverket ansatt följande värden på indatavariablerna:

- Tappvarmvattenförbrukning innan IMD: 1000 m<sup>3</sup> (cirka 18 m<sup>3</sup> per person).
- Minskad förbrukning efter installation av individuella mätare: 10, 20 eller 30 procent.
- VA-avgift: 5,72, 19,30 och 31,78 kr (Stockholm), 9,54, 19,38 och 27,3 kr (Malmö), 18,88, 25,35 och 28,91 kr (Sundsvall), 17, 20,66 och 27,12 kr (Kiruna). Värdena avser min-, medel- och maxvärden bland kommuner i det län som respektive ort tillhör.<sup>78</sup>
- Installationskostnad 1 050 – 8 500 kr per lägenhet där 1-2 mätare installeras.

Den traditionella kalkylen är begränsad eftersom det är svårt att på ett korrekt sätt beakta de unika förutsättningar som varje enskild fastighetsägare befinner sig i. För att försöka hantera detta har även Monte Carlo-simuleringar genomförts.<sup>79</sup>

Genom Monte Carlo-metoden kan ett stort antal simuleringar genomföras och sannolikheten för ett kostnadseffektivt resultat studeras. Med datorns hjälp har 10 000 simuleringar genererats per alternativ. För varje simulering dras slumpmässigt värden på centrala parametrar från fördefinierade sannolikhetsfördelningar. Slutresultatet för varje enskild simulering blir antingen lönsamt eller olönsamt, men med 10 000 simuleringar erhålls en spridning i resultaten (en fördelning), vars utseende beror på de fördefinierade sannolikhetsfördelningarna.<sup>80</sup> Följande sannolikhetsfördelningar ansätts.

- Initial varmvattenförbrukning. Triangulär fördelning med minsta värde 800 m<sup>3</sup> per år, mest troligt värde 1 000 m<sup>3</sup> per år och störst värde 1 500 m<sup>3</sup> per år. Det ger en förbrukning på mellan 15,1 och 28,3 m<sup>3</sup> per person och år.
- Minskning efter installation av individuella mätare. Triangulär fördelning med minsta värde 0 procent, mest troligt värde 15 procent och störst värde 30 procent.
- VA-avgiften. Diskret fördelning med faktiska avgifter från samtliga kommuner i det län orten (Malmö, Stockholm, Sundsvall och Kiruna) tillhör. Lika sannolikheter antas vars storlek beror på antalet kommuner i respektive län.

<sup>78</sup> Uppgifter från Svenskt Vatten. Återfinns i bilaga 5.

<sup>79</sup> Vid beräkningar har programvaran @Risk från Palisade Corporation använts för att skapa Monte Carlo-simuleringar.

<sup>80</sup> En utförlig redovisning av tillvägagångssättet med den traditionella ansatsen respektive med Monte Carlo-simuleringar återfinns i bilaga 4.

## Beräkningsresultat, analys och förslag

Nedan redovisas beräkningsresultaten och Boverkets analys. Beräkningsresultaten för den traditionella kalkylen med känslighetsanalys redovisas i sin helhet i bilaga 3. I bilaga 4 hittas en fördjupad diskussion kring individuell mätning av tappvarmvatten, en utförlig beskrivning av Monte Carlo-simuleringarna och resultaten av dessa.

Beräkningsresultaten visar att ett krav på individuell mätning av tappvarmvatten skulle innebära att allt för många ägare till byggnader skulle behöva göra olönsamma investeringar. Boverket föreslår därför att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av tappvarmvatten vid uppförande eller ombyggnad.

### Traditionell kalkyl

I den traditionella kalkylen med konstanta värden blir resultatet aldrig kostnadseffektivt vid 10 procents minskad tappvarmvattenförbrukning. Vid 20 procents minskning kan åtgärden enligt kalkylmodellen vara kostnadseffektiv men det förutsätter installationskostnader i spannet 1 050–2 300 kr per lägenhet och VA-avgifter i det högre spannet (17 kr/m<sup>3</sup> eller högre). I Stockholm stad och Malmö kommun, där VA-avgiften är 5,72 kr/m<sup>3</sup> respektive 9,54 kr/m<sup>3</sup>, blir värdet av 20 procent minskad förbrukning inte tillräckligt högt för att investeringen ska bli kostnadseffektiv.<sup>81</sup> En högre installationskostnad (3 500 kr per lägenhet) innebär att installationen inte är kostnadseffektiv i något fall vid 20 procents minskad tappvarmvattenförbrukning och i vissa fall vid 30 procents minskning.<sup>82</sup> Resultaten illustreras i tabell 10.

*Tabell 11 Beräkningsresultat tappvarmvatten givet installationskostnader på 1050-8 500 kr och en minskad förbrukning på 10, 20 eller 30 procent. Samma installationskostnad och minskad förbrukning ger olika beräkningsresultat beroende på VA-avgift och fjärrvärmesaxa.*

	Installationskostnad (kr per lägenhet, 1- 2 mätare) plus källa	Minskad tappvattenförbrukning efter installation av individuella mätare		
		10 procent	20 procent	30 procent
En mätare	1 050 (SFFE)	Nej	Ibland	Ja
	1 375 (SP)	Nej	Ibland	Ja
	2 300 (SABO)	Nej	Ibland	Ja
	3 500 (Wikells)	Nej	Nej	Ibland
	4 700 (Wikells)	Nej	Nej	Ibland
Två mätare	1 875 (SP)	Nej	Ibland	Ja
	6 800 (Wikells)	Nej	Nej	Nej
	8 500 (Wikells)	Nej	Nej	Nej

För att individuell mätning av tappvarmvatten ska vara kostnadseffektivt måste alltså förbrukningen av tappvarmvatten i byggnaden som helhet

<sup>81</sup> Detta gäller när energibolaget Fortum Trygg väljs för Stockholm och Eon Värme för Malmö. Väljs det alternativa energibolaget, Eon Bro för Stockholm och Kraftringen Lund för Malmö blir kalkylen positiv.

<sup>82</sup> Se Bilaga 3 för resultaten i sin helhet.

minska relativt kraftigt samtidigt som installationskostnaden är låg. Hur mycket varmvatten som den boende kan spara beror på lägenhetens placering i byggnaden. Ligger den långt från varmvattenberedaren kan den boende behöva använda mer varmvatten för att t.ex. fylla ett badkar med varmvatten, jämfört med någon som bor nära beredaren (läs mer i avsnittet *Byggnadstekniska förutsättningar för individuell mätning*).

### Monte Carlo-simuleringar

För att ytterligare undersöka effekten av ett införande av individuell mätning av tappvarmvatten har Monte Carlo-simuleringar genomförts. Monte Carlo-simuleringarna visar hur många fall som är lönsamma och hur många som inte är det. Resultaten av simuleringarna med de ovan presenterade förutsättningarna och med reall oförändrade priser blir:

*Tabell 12 Utfallet av Monte Carlosimuleringar för ny- och ombyggnad. Andel av 10 000 simuleringar som är lönsamma. Total varmvattenförbrukning före IMD 800 – 1500 m<sup>3</sup> per år. Minskning efter IMD 0-30 procent. 2014 års priser och reall oförändrade.*

Installations- kostnad (kr/lgh)	Stockholm		Malmö		Sundsvall	Kiruna	
	Fortum Trygg	EON Värme	EON Värme	Kraft- ringen	Sundsvall Energi	Öviks Energi	Tekniska verken
1 mätare							
1 050 (SFFE)	51,8%	54,8%	45,1%	52,7%	60,4%	68,6%	63,7%
1 375 (SP)	42,9%	46,1%	36,0%	44,0%	52,5%	61,4%	55,8%
2 300 (SABO)	22,0%	25,2%	15,7%	22,9%	31,1%	41,1%	34,3%
3 500 (SABO)	6,9%	8,6%	3,8%	7,3%	11,7%	19,7%	14,0%
4 700 (Wikells)	1,6%	2,3%	0,4%	1,4%	3,2%	6,6%	3,9%
2 mätare							
1 875 (SP)	30,8%	33,8%	23,9%	31,6%	40,5%	50,2%	43,8%
6 800 (Wikells)	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,1%
8 500 (Wikells)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Procentandelarna i tabellen visas hur många av 10 000 simuleringar som blir lönsamma för varje alternativ. För Stockholm, Malmö och Sundsvall har vi använt två stycken fjärrvärmesaxor och i Kiruna en.<sup>83</sup> Vid såväl nybyggnad som vid ombyggnad kan ibland fler än en mätare behöva installeras. Analysen avgränsas till en respektive två mätare.

Installationskostnader per lägenhet visas i intervallet 1050 – 8 500 kr. I avsnittet *Kostnader individuell mätning tappvarmvatten* redovisas vilken mätmetod som respektive installationskostnad avser.

Som kan konstateras från tabellen varierar lönsamheten beroende på förutsättningar. Det är föga förvånande eftersom fjärrvärmesaxor, kallvattentemperatur och avgiften för vatten och avlopp varierar på de orter som studeras. I Stockholm med en mätare och en installationskostnad på 1 050 kronor per lägenhet (totalt 25 200 kronor) och med Fortum Tryggs fjärrvärmesaxa blir det lönsamt i 51,8 procent av

<sup>83</sup> I bilaga 5 redovisas bl.a. prisstrukturer för samtliga fjärrvärmesaxor som används i modellen.



fallen. I Kiruna blir lönsamhetsandelen 63,7 procent.<sup>84</sup> Sannolikheten för lönsamhet minskar kraftigt när installationskostnaden ökar.

Antas VA-avgiften och fjärrvärmebolagens rörliga energipris öka med två procent per år i reala termer blir resultatet:

*Tabell 13 Utfallet av Monte Carlosimuleringar för ny- och ombyggnad. Andel av 10 000 simuleringar som är lönsamma. Total varmvattenförbrukning före IMD 800 – 1500 m<sup>3</sup> per år. Minskning efter IMD 0-30 procent. 2014 års priser och två procent real prisökning per år.*

Installations- kostnad (kr/lgh)	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna
	Fortum Trygg	EON Värme	EON Värme	Kraft- ringen	Sundsvall Energi	Öviks Energi	Tekniska verken
1 mätare							
1 050 (SFFE)	58,2%	60,2%	50,8%	58,4%	65,2%	72,6%	68,1%
1 375 (SP)	49,9%	52,3%	42,6%	50,6%	57,9%	66,1%	61,2%
2 300 (SABO)	28,4%	30,9%	21,2%	29,1%	36,9%	47,2%	40,8%
3 500 (SABO)	10,5%	12,7%	6,5%	11,0%	15,9%	24,9%	18,8%
4 700 (Wikells)	3,1%	4,1%	1,2%	2,9%	5,1%	10,4%	6,6%
2 mätare							
1 875 (SP)	37,4%	40,0%	30,0%	38,4%	46,0%	56,0%	49,6%
6 800 (Wikells)	0,1%	0,3%	0,0%	0,1%	0,2%	0,9%	0,4%
8 500 (Wikells)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Reala prisökningar leder till att intäkterna i kalkylen blir större. Det innebär i sin tur att fler simuleringar blir lönsamma. Exempelvis uppgår nu andelen lönsamma simuleringar med en mätare i Stockholm och Fortum Tryggs fjärrvärmes taxa till 58,2 procent mot tidigare 51,8 procent med reall oförändrade priser. I Kiruna uppgår andelen till 68,1 procent mot tidigare 63,7 procent.<sup>85</sup>

Avslutningsvis gör vi en återkoppling till diskussionen om VA-verkens självkostnadsprincip som fördes tidigare. Vi argumenterade där att när hushållen sparar vatten måste VA-verken ändå få täckning för sina kostnader. Om det krävs att brukningsavgifterna, antingen den fasta delen eller VA-avgiften (den rörliga delen) eller en kombination av de två, måste höjas som ett resultat av införandet av individuell mätning för att återgå till självkostnad bör detta tas hänsyn. Det leder i så fall till väsentliga effekter på kalkylresultaten. Värdet av vattenbesparingen, en av de tre intäktsposterna i kalkylen, skulle reduceras och långt fler simuleringar skulle bli olönsamma.

Boverkets slutsats, baserat på resultatet av Monte Carlo-simuleringarna och den traditionella kalkylen, är att sannolikheten för

<sup>84</sup> På orter där två fjärrvärmes taxor har använts förklaras skillnaden i andelarna framförallt av skillnaden i det rörliga energipriset. I exempelvis Sundsvall har Sundsvall Energi ett rörligt energipris som varierar mellan 66,88 öre/kWh som högst och 11,88 öre/kWh som lägst. Öviks Energi har ett rörligt energipris på 53,75 öre/kWh som är detsamma över samtliga av årets månader.

<sup>85</sup> Om den reala kalkylräntan sätts till sex procent i stället för fyra procent minskar andelarna med någon eller några procentenheter.

kostnadseffektivitet är för låg för att kunna ställa ett krav på individuell mätning av tappvarmvatten. Boverket föreslår därför att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av tappvarmvatten vid uppförande eller ombyggnad.

### **Tappvarmvatten i kombination med mätning av värme**

I uppdraget ingår att undersöka om enbart individuell mätning av tappvarmvatten är kostnadseffektivt, och som därmed bör bli ett krav, eller om kravet ska ställas i kombination med krav på mätning av värme. Anledningen till frågeställningen är att man önskar veta om de stordriftsfördelar som kommer till stånd genom att mäta både vatten och värme individuellt, gör att lönsamheten ökar.

Som visats i rapporten är Boverkets bedömning att individuell mätning av värme inte är kostnadseffektivt. Vi har också gjort bedömningen att det är en allt för låg sannolikhet att en investering i individuell mätning av tappvarmvatten blir lönsam för att kunna föreslå ett krav på mätning.

Om både tappvarmvattenmätare och värmemätare installeras, reduceras den sammanlagda installationskostnaden med 12 till 30 procent eftersom de delar på installationskostnaden för fjärravläsning. Detta enligt uppgift från SP.<sup>86</sup> Samtidigt ökar antalet mätpunkter när både värme- och vattenmätare installeras, vilket torde ökar driftkostnaden.

Boverkets bedömning är att ett krav på individuell mätning av tappvarmvatten i kombination med ett krav på mätning av värme, med den minskade installationskostnad detta medför, inte påverkar kalkylen på ett sådant sätt att det förändrar utredningens slutsatser och förslag. Om något försämrars kalkylresultatet eftersom beräkningarna visar att värmemätning i de flesta fall ger ett negativt utfall.

---

<sup>86</sup> Enligt uppgift från SP, se bilaga 6.

# Värme och komfortkyla i lokaler

I detta avsnitt utreds individuell mätning av värme och komfortkyla i lokaler. Först görs tre avgränsningar följt av en beskrivning av intäktssidan av att mäta värme individuellt. Vidare beskrivs kostnaderna för installation och drift. Kalkylmodellen beskrivs efter det och i sista avsnittet redovisas resultatet av kostnadseffektivitetsberäkningarna med Boverkets analys och förslag.

## Avgränsningar

### Endast kontorslokaler

Vilken verksamhet som bedrivs i en lokal är avgörande för om individuell mätning av värme och kyla alls är relevant eller möjligt. I Boverkets energideklarationsregister delas lokaler upp i följande verksamheter

- Hotell, pensionat och elevhem
- Restaurang
- Kontor och förvaltning
- Butiks- och lagerlokaler för livsmedelshandel
- Butiks- och lagerlokaler för övrig handel
- Köpcentrum
- Vård, dygnet runt
- Vård dagtid
- Skolor
- Bad, sport, idrottsanläggningar
- Teater, konsert, biograflokaler och samlingslokaler

I det svenska byggbeståndet används komfortkyla främst i kontorsbyggnader men även i t.ex. köpcentrum och sjukhus. Köpcentrum är uppbyggda på sådant sätt att individuell mätning är svårt och där det ekonomiska incitamentet att sänka temperaturen troligtvis är svagt. Att mäta sjukhusens värmeförbrukning individuellt är inte heller relevant då de förväntas hålla den temperatur som är lämplig ur vårdsynpunkt.

Boverket har valt att avgränsa utredningen till lokaler där man bedriver kontorsverksamhet.

### **Endast installationskostnad för värmemätare i kalkylen**

Som beskrivits i avsnittet *Byggnadstekniska förutsättningar för individuell mätning* har dagens kontorslokaler klimatsystem som sköter uppvärmning, komfortkyla och ventilation där komfortkylans uppgift är att skapa ett termiskt acceptabelt inomhusklimat för människan. Att spara energi genom individuell mätning av värme i kontorslokaler görs genom att sänka temperaturen, på motsvarande sätt som i flerbostadshus. För att spara energi kan man välja att kyla mindre med konsekvensen att temperaturen kan bli oacceptabelt hög.

I avsnittet beskrivs också vilka svårigheter som finns att mäta komfortkyla individuellt i kontor. Det är teoretiskt möjligt att göra detta men eftersom kylan oftast produceras och distribueras från ett gemensamt system kräver det mätutrustning för varje tillförselpunkt för den hyrda kontorsdelen, vilket skulle innebära väldigt höga installationskostnader. Det är dessutom bara i klimatsystem där den kylda tilluften har kompletterats med kylbafflar anslutna till ledningar med kallt vatten som det rent tekniskt går att mäta energianvändningen med sådana individuella mätare som utreds i denna rapport.

Eftersom mätning av kyla är komplicerat och dyrt har Boverket valt att avgränsa kostnadssidan i kalkylen på så sätt att endast installationskostnaden för värmemätare inkluderas. På intäktssidan är kalkylen avgränsad på så sätt att energibesparingen består av minskad energianvändning för uppvärmning. Komfortkyla används fortsatt i modellen för att skapa ett acceptabelt termiskt klimat.

### **Inget tappvarmvatten i kontor**

Tappvarmvatten utreds inte i denna utredning då förbrukningen i kontor är marginell.

## **Intäktssidan värme och kyla**

I detta kapitel redovisas metod, indata och resultat för de energiberäkningar som har gjorts för att visa på energibesparingen när temperaturen sänks i kontorsbyggnader. I korthet visar avsnittet följande:

- Lägsta temperaturen i samtliga kontor i typbyggnaden antas sjunka, från 23 °C till 22 °C och från 22 °C till 21 °C, som en effekt av *individuell mätning av värme*. Även högsta godtagbara temperatur i kontoren antas sjunka, från 26 °C, till 25 °C respektive 24 °C. Detta görs genom ökad kylning.
- Energibesparingen av temperatursänkningen i uppförandefallet beräknas för en typbyggnad med en energiprestanda som motsvarar BBR:s krav på energihushållning samt 10 och 25 procent bättre.
- Energibesparingen av temperatursänkningen i ombyggnadsfallet beräknas för en typbyggnad med en energiprestanda som motsvarar 50 procent sämre än BBR:s krav på energihushållning
- Typbyggnaden är placerad i fyra orter motsvarande tre klimatzoner

- Energiberäkningarna visar en energibesparing för värme på 2,3 – 11,7 kWh/m<sup>2</sup> och år i uppförandefallet och 6,7 – 17,2 kWh/m<sup>2</sup> och år i ombyggnadsfallet. Beräkningarna visar också en ökad användning av energi för kyla på 1 - 4,8 kWh/m<sup>2</sup> och år i uppförandefallet och 1,1 – 5,1 kWh/m<sup>2</sup> och år i ombyggnadsfallet. Energibesparingen för värme och ökningen för kyla varierar beroende på byggnadens energiprestanda, geografiska läge och temperatursänkning.

### **Val av inomhustemperatur i kontorslokaler för kalkylen**

I Arbetsmiljöverkets föreskrifter om arbetsplatsens utformning (AFS 2009:2) står att arbetsplatser inomhus, arbetslokaler och personalutrymmen ska ha ”lämpligt termiskt klimat” (29 §). Det ska vara anpassat till arbetets art. Det finns ingen temperaturgräns angiven i föreskrifterna eftersom den upplevda temperaturen beror av flera faktorer. Kravet på lämpligt termiskt klimat är ett allmänt formulerat funktionskrav, och vilken temperatur som kan godtas måste bedömas från fall till fall. Normalt behöver man räkna med att hålla minst +20 °C lufttemperatur för att klimatet ska kunna bli godtagbart för stillasittande arbete i vanlig klädsel, enligt Arbetsmiljöverkets råd. Om lufttemperaturen avviker från 20-24 °C vintertid (20-26 °C sommartid) finns det anledning att se till att det termiska klimatet undersöks närmare.

Vad som är lämpligt krav för termiskt klimat varierar från människa till människa och det klimat en person upplever som behagligt påverkas av en mängd faktorer, bland annat lufttemperaturen, om det finns kalla fönster eller varma golv men även på individens egen värmeavgivning och val av kläder. Det stora antalet påverkande variabler gör att komfortkylsystemet därför helst bör utformas så att varje användare själv kan ställa in den temperatur som individen upplever som behaglig.

#### *Sänkt temperatur genom individuell mätning*

I energiberäkningen för kontor beräknas kontorsbyggnadens energianvändning för uppvärmning till 23 °C, 22 °C och 21 °C där komfortkylan sätts till tre grader över uppvärmningstemperaturen, dvs. 26 °C, 25 °C respektive 24 °C. Temperaturskillnaden på tre grader är vald för att värmesystemet och kylsystemet inte ska påverka varandra, t.ex. genom att byggnadens värms samtidigt som den kyls.

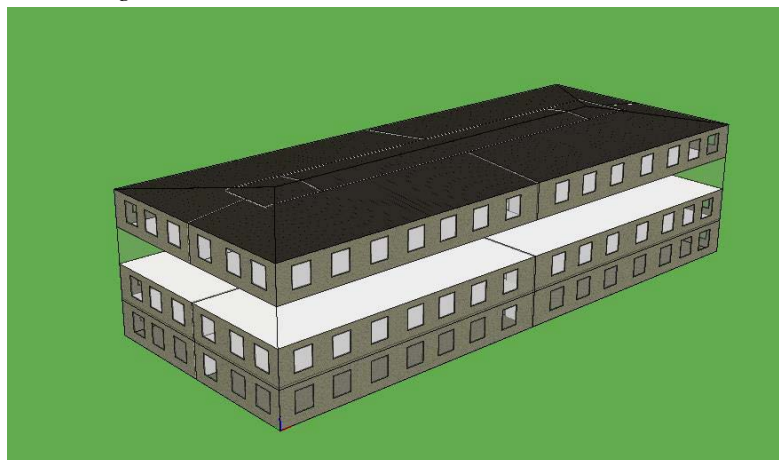
### **Energiberäkningar – metod och resultat**

För att kunna bedöma energianvändningen för värme och kyla när temperaturen sänks har vi låtit Projektengagemang AB ta fram en representativ typbyggnad för en kontorslokal och genomföra energiberäkningar. Arbetet redovisas i sin helhet i bilaga 7. Nedan redovisas metod och beräkningsresultat.

#### *Typbyggnaden – utformning och energiprestanda*

Typbyggnaden är ett kontorshus på 4 000 m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub> med fyra våningar och fyra kontorslägenheter per våning. Valet av byggnadstyp och storlek baseras på medelvärden från statistik ur Boverkets energideklarationsregister Gripen.

*Figur 7 Typbyggnaden med fyra våningar och totalt 16 kontorslägenheter*



Fyra varianter av kontorsbyggnaden har tagits fram där klimatskärmens isolering och värmeåtervinning varierats för att representera olika nivåer av energiprestanda. De fyra typbyggnaderna har följande energiprestanda:

- Energiprestanda och U-medelvärde nära BBR:s krav vid uppförande vid 23 °C (BBR)
- Ungefär 10 procent bättre än BBR-kravet vid 23 °C (BBR -10)
- Ungefär 25 procent bättre än BBR-kravet vid 23 °C (BBR -25)
- Ungefär 50 procent sämre än BBR-kravet vid 23 °C (BBR +50)

Typbyggnaden där energiprestandan uppfyller BBRs nybyggnadskrav eller är bättre, representerar nyproducerade kontorsbyggnader, medan typbyggnaden med sämre energiprestanda än BBRs nybyggnadskrav representerar kontorsbyggnader som har genomfört en ombyggnad.

#### **Energibesparing vid sänkt temperatur**

För de fyra typbyggnaderna har en parameterstudie utförts där den ena parameterändringen är byggnadens placering. Byggnaden placeras i Stockholm, Malmö, Sundsvall och Kiruna för att representera de tre klimatzonerna. Den andra parameterändringen är inomhustemperaturen, där följande värden har simulerats:

- Värme 23 °C, kyla 26 °C
- Värme 22 °C, kyla 25 °C
- Värme 21 °C, kyla 24 °C

Tabell 13 visar resultatet av en temperatursänkning med en eller två grader i de fyra typbyggnadsvarianterna, vilket är den maximala besparing som kan uppnås om alla kontor i byggnaden sänker temperaturen.

Tabell 14 Energibesparing för värme och energiökning för kyla i kWh/m<sup>2</sup> och år (Atemp) till följd av temperatursänkning i samtliga kontor i typbyggnaden

		Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna	
		Temperatursänkning							
		1 °C	2 °C	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C
BBR	Värme	4,6	8,6	4,8	9,2	5,1	9,7	6,1	11,7
	Kyla (ökning)	2,2	4,7	1,7	3,8	1,4	3,3	1	2,3
BBR - 10	Värme	3,8	7,2	4,1	7,9	4,3	8,1	5,1	9,8
	Kyla (ökning)	2,2	4,8	1,8	4	1,5	3,4	1,1	2,4
BBR - 25	Värme	2,3	4,3	2,7	5	2,6	4,8	3,3	6,2
	Kyla (ökning)	2,3	5	2	4,3	1,8	4	1,3	2,8
BBR +50	Värme	6,7	13	7,2	13,8	7,7	14,8	8,8	17,2
	Kyla (ökning)	2,3	5,1	1,7	3,9	1,5	3,4	1,1	2,3

Resultatet visar liknande resultat som för flerbostadshus, typbyggnaden med sämst energiprestanda får störst energibesparing när temperaturen sänks. Resultatet visar också att kylbehovet ökar när högsta accepterade temperatur sjunker.

## Kostnad för värmemätare i kontor

Kostnadssidan av beräkningarna består av installationskostnaden och driftskostnaden för individuella värmemätare. Installationskostnaden för dessa antas vara samma som för flerbostadshus. För uppförande antas en värmemätare installeras per kontor i typbyggnaden, i ombyggnadsfallet tre mätare. I beräkningarna antas installationskostnaden vid uppförande vara 3 050 kr och för ombyggnad 8 800 kr per kontor.

Installationskostnaden är fortsatt 250 kr per kontor och år.

## Kalkylmodellen för värme och kyla

Kalkylmodellen för att beräkna kostnadseffektiviteten för värmemätning är en investeringskalkyl skapad i Excel med följande delar:

- Kalkylperiod, 10 år.
- Förbrukningen av värme och kyla fördelas månadsvis.
- Beräkningarna görs för en ort, Stockholm.
- Två fjärrvärmesaxor för Stockholm används.
- Real kalkylränta, fyra procent i huvudalternativet.
- Vid beräkningar matas uppgifter in om den totala energianvändningen för uppvärmning vid 23 °C, 22 °C respektive 21 °C samt energianvändningen för komfortkyla för att upprätthålla en maximal temperatur om 26 °C, 25 °C respektive 24 °C.
- Installationskostnad och årliga driftskostnader.
- Beräkningarna görs i 2014 års priser.
- Priserna är exklusive moms.

Från modellen får vi:

- NV(intäkt) som är nuvärdesberäkningar av intäkterna (värdet av energibesparingen och värdet av effektb sparingen).
- NV(kostnad) som är nuvärdesberäkningar av kostnaderna (installation och drift).

NV(intäkt) > NV(kostnad) innebär att investeringen är kostnadseffektiv.

## Beräkningsresultat, analys och förslag

Baserat på den beskrivande text som visar på svårigheten att mäta komfortkyla individuellt i lokaler, samt på kalkylmodellens beräkningsresultat, föreslår Boverket att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av värme eller kyla i lokaler vid uppförande eller ombyggnad. Nedan presenteras resultatet i sin helhet med analys och Boverkets förslag.

### Värmemätning vid uppförande

Boverket har avgränsat kostnadseffektivitetsberäkningarna för nya kontorsbyggnader till två typbyggnader och en klimatzon. En av typbyggnaderna uppfyller BBR:s krav vid uppförande, den andra har en energiprestanda som är 10 procent bättre än BBR:s krav. Båda typbyggnaderna är placerade i Stockholm.

Beräkningsresultaten visar att en investering i värmemätare i samband med uppförande i kontorsbyggnader inte är kostnadseffektivt vilket illustreras i tabellerna 15 och 16 nedan som visar samma beräkningar för två olika energibolag.

*Tabell 15 Beräkningsresultat för värmemätning i kontor.*

*Installationskostnad 3050 per kontor, 48 800 totalt för byggnaden.*

*Driftkostnad 250 kr per kontor och år, totalt 4 000 kr per år. Energibolag EON Bro*

STOCKHOLM NYPRODUKTION			
Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
EON Bro	48 683 kr	31 051 kr	79 734 kr
INTÄKTER	33 852 kr	21 443 kr	55 296 kr
Energibesparing	14 831 kr	9 607 kr	24 438 kr
Effektbesparing	81 244 kr	81 244 kr	81 244 kr
KOSTNADER	48 800 kr	48 800 kr	48 800 kr
Investeringskostnad	32 444 kr	32 444 kr	32 444 kr
Drift och underhåll	-32 560 kr	-50 193 kr	-1 510 kr
TOTALT			
Stockholm BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
EON Bro			
INTÄKTER	32 902 kr	16 409 kr	49 311 kr
Energibesparing	23 419 kr	12 136 kr	35 554 kr
Effektbesparing	9 483 kr	4 273 kr	13 757 kr
KOSTNADER	81 244 kr	81 244 kr	81 244 kr
Investeringskostnad	48 800 kr	48 800 kr	48 800 kr
Drift och underhåll	32 444 kr	32 444 kr	32 444 kr
TOTALT	-48 342 kr	-64 835 kr	-31 933 kr



*Tabell 16 Beräkningsresultat för värmemätning i kontor.  
Installationskostnad 3050 per kontor, 48 800 totalt för byggnaden.  
Driftkostnad 250 kr per kontor och år, totalt 4 000 kr per år. Energibolag  
Fortum Trygg*

STOCKHOLM NYPRODUKTION			
Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
Fortum Trygg			
INTÄKTER	49 721 kr	31 392 kr	81 113 kr
Energibesparing	45 412 kr	28 765 kr	74 177 kr
Effektbesparing	4 309 kr	2 627 kr	6 936 kr
KOSTNADER	81 244 kr	81 244 kr	81 244 kr
Investeringskostnad	48 800 kr	48 800 kr	48 800 kr
Drift och underhåll	32 444 kr	32 444 kr	32 444 kr
TOTALT	-31 522 kr	-49 852 kr	-130 kr
Stockholm BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
Fortum Trygg			
INTÄKTER	33 023 kr	18 007 kr	51 029 kr
Energibesparing	31 415 kr	16 279 kr	47 695 kr
Effektbesparing	1 608 kr	1 727 kr	3 335 kr
KOSTNADER	81 244 kr	81 244 kr	81 244 kr
Investeringskostnad	48 800 kr	48 800 kr	48 800 kr
Drift och underhåll	32 444 kr	32 444 kr	32 444 kr
TOTALT	-48 221 kr	-63 237 kr	-30 214 kr

Det kan noteras att om företaget väljer att inte följa med temperatursänkningen med ökad kyla blir intäktssidan högre eftersom man då inte får någon ökad energianvändning för kyla. Samtidigt är installationskostnaden för kylmätare inte med i kalkylen, något som hade gjort kostnadssidan hög.

#### **Värmemätning vid ombyggnad**

Boverket har avgränsat kostnadseffektivitetsberäkningarna för ombyggnad till en typbyggnad där energiprestandan är 50 procent sämre än BBR:s krav vid uppförande. Typbyggnaden är placerad i Stockholm.

Enligt kalkylmodellens beräkningsresultat är en investering i tre värmemätare i samband med ombyggnad av en sådan kontorsbyggnad inte kostnadseffektiv, vilket illustreras i tabell 17

*Tabell 17 Beräkningsresultat för värmemätning i kontor. Installationskostnad 8 800 per kontor, 140 800 totalt för kontorsbyggnaden. Driftkostnad 250 kr per kontor och år, totalt 4 000 kr per år. Energibolag Fortum Trygg och EON Bro.*

STOCKHOLM OMBYGGNAD			
Stockholm BBR +50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
Fortum Trygg			
INTÄKTER	94 288 kr	79 148 kr	173 436 kr
Energibesparing	84 180 kr	67 734 kr	151 914 kr
Effektbesparing	10 108 kr	11 414 kr	21 522 kr
KOSTNADER	173 244 kr	173 244 kr	173 244 kr
Investeringskostnad	140 800 kr	140 800 kr	140 800 kr
Drift och underhåll	32 444 kr	32 444 kr	32 444 kr
TOTALT	-78 956 kr	-94 095 kr	193 kr
Stockholm BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
EON Bro			
INTÄKTER	91 759 kr	76 257 kr	168 016 kr
Energibesparing	62 753 kr	50 493 kr	113 245 kr
Effektbesparing	29 006 kr	25 765 kr	54 771 kr
KOSTNADER	173 244 kr	173 244 kr	173 244 kr
Investeringskostnad	140 800 kr	140 800 kr	140 800 kr
Drift och underhåll	32 444 kr	32 444 kr	32 444 kr
TOTALT	-81 485 kr	-96 986 kr	-5 227 kr

Det kan även här noteras att om företaget väljer att inte följa med temperatursänkningen med ökad kyla blir intäktssidan högre. Samtidigt är installationskostnaden för kylmätare inte med i kalkylen, något som hade gjort kostnadssidan hög.

# Litteraturlista

Boverket (2002). *Hushållning med kallt och varmt vatten. Individuell mätning och temperaturstyrning*. Karlskrona: Boverket. ISBN: 91-7147-698-9

Boverket (2008). *Individuell mätning och debitering i flerbostadshus*. Karlskrona: Boverket ISBN: 978-91-86045-24-1

Boverket (2009). *Enkätundersökning om boendes upplevda inomhusmiljö och ohälsa – resultat från projektet BETSI*. Karlskrona: Boverket. ISBN: 978-91-86342-44-9

Boverket (2010). *Energi i bebyggelsen – tekniska egenskaper och beräkningar – resultat från projektet BETSI*. Karlskrona: Boverket. ISBN: 978-91-86559-83-0

Boverket (2011). *Teknisk status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI*. Karlskrona: Boverket. ISBN: 978-91-86559-71-7

Energimyndigheten (1999). *Utredning angående erfarenheter av individuell mätning av värme och varmvatten i svenska flerbostadshus*, (Utredare Lennart Berndtsson) Energimyndigheten, ER 24:1999, Eskilstuna

Energimyndigheten (2003). *Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – En lägesrapport*. (Utredare Lennart Berndtsson) Energimyndigheten, projektnummer P11835-2, Eskilstuna

Energimyndigheten (2005). *Förbättrad energieffektivitet i bebyggelsen*, Energimyndigheten, ER 2005:27, Eskilstuna

Energimyndigheten (2012). *Vattenanvändningen i hushåll*, rapport 2012:03. Eskilstuna: Energimyndigheten. ISSN 1403-1892

Fastighetsägarna, Hyresgästföreningen & SABO (2011). *Individuell mätning och debitering (IMD), Rekommendation*. Västerås: Edita

Gillingham, K, R.G.Newell och K Palmer (2009). *Energy Efficiency Economics and Policy*, Resources for the Future, RRF DP 09-13

Klemperer, P.D. (1995). Competition when Consumers have Switching Costs: An Overview with Applications to Industrial Organization, Macroeconomics, and International Trade, *Review of Economic Studies*, oktober, vol. 62, s. 515-39

Mangold, M (2013). *The effect of resource sustainability interventions on social sustainable development in the built environment*. Lic. avhandling. Göteborg: Chalmers tekniska högskola

Proposition 2013/14:174. *Genomförande av energieffektiviseringsdirektivet*. Stockholm: Näringsdepartementet

Promemoria N2013/2873/E. *Förslag till genomförande av energieffektiviseringsdirektivet i Sverige*. Stockholm: Näringsdepartementet

Sabo (2013). *Energieffektivisering Ja, ineffektiva mätningar Nej*. Stockholm: Åtta.45 Tryckeri AB

Schellen, L. (2012). *Beyond uniform thermal comfort: on the effects of non-uniformity and individual physiology*. Diss. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven

Siggelsten, Simon & Hansson, Bengt (2010). Incentives for individual metering and charging, *Journal of Facilities Management*, vol. 8, nr. 4, pp. 299-307

Sveby (2009). *Brukarindata för energiberäkningar i bostäder*. Projektrapport 2009-04-14 Svebyprogrammet

Sveby (2012). *Brukarindata bostäder*. Svebyprogrammet, version 1.0 2012-10-10

Värmemätningensutredningen (1983). Ds Bo 1083:4. Bostadsdepartementet

Wahlström, Å. (2000). *Vatten och energibesparing vid byte av tappvarmvattenarmatur*, SP Rapport

#### **Digitala källor**

<http://www.svensktvatten.se/Aktuellt/Nyheter/Svenskt-Vattennyhetslista/Arets-kommunala-VA-taxor-ar-nu-sammanstallda/>

<http://www.nilsholgersson.nu/rapporter/aktuell-rapport/undersokning-2014/fjaerrvaerme/riket/>

<http://energypartner.se/individuell-matning>

# Bilaga 1 – regeringsuppdraget





REGERINGEN

Regeringsbeslut

II 2

2014-03-13

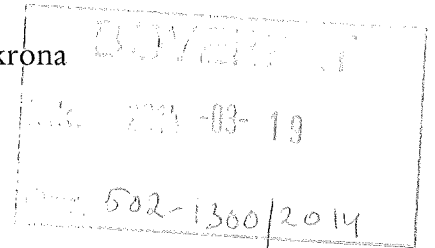
N2014/1317/E

Näringsdepartementet

Boverket

Box 534

371 23 Karlskrona



**Uppdrag att utreda i vilka typer av byggnader det bör installeras mätsystem för värme, kyla och tappvarmvatten**

Wistral ledning  
Staben

U. Frimstam

M. Johansson

U. Johansson

A. C. Larsson

P. Westerlund

**Regeringens beslut**

Regeringen uppdrar följande åt Boverket.

Deluppdrag 1. Boverket ska utreda och ange i vilka fall det vid nybyggnation och ombyggnation ska krävas att den energi som används för att påverka inomhusklimatet (värme eller kyla) kan mätas i varje enskild lägenhet. Boverket ska även utreda för vilka fall det vid nybyggnation och ombyggnation ska krävas att förbrukning av tappvarmvatten kan mätas i varje enskild lägenhet. För nybyggnation ska utredningen baseras på en analys av kostnadseffektivitet. För ombyggnation ska utredningen baseras på en analys av teknisk genomförbarhet och kostnadseffektivitet. Boverket ska vidare utreda och ange om det bör ställas krav på vilka mätmetoder som ska tillämpas för mätning av värme.

Deluppdrag 2. Boverket ska utreda och ange i vilka fall det i befintlig bebyggelse som inte är föremål för ombyggnation ska krävas att den energi som används för en lägenhets inomhusklimat och förbrukning av tappvarmvatten kan mätas i varje enskild lägenhet. Utredningen ska baseras på en analys av teknisk genomförbarhet och kostnadseffektivitet. I denna del av uppdraget ingår att Boverket för mätning av värme ska analysera kostnadseffektivitet respektive teknisk genomförbarhet för i första hand mätmetoden tillflödesmätning. För de fall där kostnadseffektivitet eller teknisk genomförbarhet för tillflödesmätning inte föreligger, ska analysen avse värmekostnadsfördelare. För de fall där inte värmekostnadsfördelare anses vara tekniskt genomförbart eller kostnadseffektivt, ska det analyseras om andra mätmetoder ska tillämpas.

I uppdraget ingår att lämna förslag på de förordningsbestämmelser som behövs för att kunna genomföra Boverkets slutsatser. Förordningsförslagen ska lämnas utifrån de bemyndiganden som finns i 5–8 §§ i den i

propositionen Genomförande av energieffektiviseringsdirektivet (prop. 2013/14:174) föreslagna lagen om energimätning i byggnader. Författningsförslagen ska åtföljas av en konsekvensanalys.

I uppdraget ingår även att inhämta synpunkter från berörda myndigheter, företag och andra berörda aktörer. Uppdragets genomförande ska fortlöpande stämmas av med Regeringskansliet (Näringsdepartementet).

Deluppdrag 1 ska redovisas till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) senast den 1 oktober 2014. Deluppdrag 2 ska redovisas till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) senast den 1 oktober 2015. Uppdraget kan enligt särskild överenskommelse mellan företrädare för Regeringskansliet (Näringsdepartementet) och Boverket rapporteras vid andra tidpunkter än vad som här angivits.

### **Skälen för regeringens beslut**

För att genomföra artikel 9 i Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/27/EU av den 25 oktober 2012 om energieffektivitet, om ändring av direktiven 2009/125/EG och 2010/30/EU och om upphävande av direktiven 2004/8/EG och 2006/32/EG (energieffektiviseringsdirektivet) har regeringen i dag beslutat om propositionen Genomförande av energieffektiviseringsdirektivet. I propositionen föreslår regeringen bl.a. följande.

Regeringen föreslår att det ska införas en ny lag med krav på den som uppför en byggnad eller utför en ombyggnad att se till att varje lägenhets användning av värme, kyla och tappvarmvatten kan mätas om detta är kostnadseffektivt och, vad gäller ombyggnad, om det är tekniskt genomförbart. Dessa bestämmelser föreslås träda i kraft den dag som regeringen bestämmer.

Regeringen föreslår även att det ska införas bestämmelser i den nya lagen med krav på den som äger en byggnad som inte genomgår en ombyggnad att se till att varje lägenhets användning av värme, kyla och tappvarmvatten kan mätas om detta är kostnadseffektivt och tekniskt genomförbart. Dessa bestämmelser föreslås träda i kraft den 1 juni 2016.

Vidare framgår det av propositionen och energieffektiviseringsdirektivet att bedömningen av vad som är tekniskt genomförbart och kostnadseffektivt i vart fall för befintlig bebyggelse ska avse tre olika mätmetoder. Energieffektiviseringsdirektivet räknar upp tre mätmetoder som kan tillämpas vid mätning, se artikel 9.3 i direktivet, dock ska de två sistnämnda mätmetoderna endast tillämpas på värmeenergi. I första hand ska det bedömas för vilka fall som krav ska ställas på installation av mätsystem som mäter tillförd värme- och kylenergi samt tappvarmvatten. I andra hand, förutsatt att det inte är tekniskt möjligt och kostnadseffektivt att installera individuella mätare för värmeenergi,



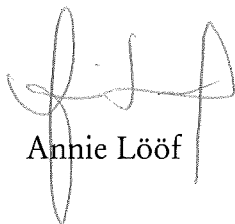
ska det bedömas i vilka fall som krav ska ställas på att installera värmekostnadsfördelare. Om det inte heller kan anses vara tekniskt möjligt och kostnadseffektivt att installera värmekostnadsfördelare bör det övervägas om det finns skäl att i stället ställa krav på temperaturmätning (komfortmätning) eller andra alternativa mätmetoder.

När det gäller mätning av tappvarmvatten bör det även övervägas i vilka fall som kostnadseffektivitet respektive teknisk genomförbarhet ska anses föreligga om kravet kopplas samman med krav på installation av värmemätningssystem, eller om det i något fall i stället bör gälla självständigt för tappvarmvatten.

I propositionen uttalar regeringen att det närmare bör utredas i vilka fall som det kan anses vara kostnadseffektivt respektive tekniskt genomförbart att installera mätsystem på lägenhetsnivå för värme, kyla och tappvarmvatten vid nybyggnation, ombyggnad och i befintlig bebyggelse. Det uttalas också att Boverket bör genomföra utredningen.

Boverket bör därför få i uppdrag enligt ovan att utreda i vilka fall det på lägenhetsnivå bör införas krav på installation av mätare för värme, kyla och tappvarmvatten.

På regeringens vägnar



Annie Lööf



Jan-Olof Lundgren

Kopia till

Statsrådsberedningen  
Justitiedepartementet/KO och L1  
Socialdepartementet/PBB  
Finansdepartementet/BA

## Bilaga 2 – Beräkningsresultat värmemätning flerbostadshus - vid uppförande och ombyggnad



# Beräkningsresultat

## värmemätning flerbostadshus - vid uppförande och ombyggnad

I denna bilaga hittas beräkningsresultaten för individuell mätning av värme. Utgångspunkten för kostnadsberäkningarna är att vid uppförande installeras en värmemätare, vid ombyggnad tre stycken i huvudalternativet. I avsnittet *Byggnadstekniska förutsättningar* förklaras varför vi i utredningen har gjort dessa val.

Kostnaden för individuell mätning av värme har beräknats för typbyggnaden. I varje lägenhet installeras vid uppförande en värmemätare för individuell mätning av värme till en kostnad på 2 250 - 10 400 kr per lägenhet eller 54 000 – 249 600 kr totalt för typbyggnaden. Driften antas kosta 250 kr per lägenhet och år eller 6 000 kr för typbyggnaden per år. Detta är kostnaderna för individuell mätning av värme vid uppförande som är inklusive moms.

Installationskostnaden vid ombyggnad där tre mätare krävs i huvudalternativet antas i modellen vara 8 800 – 16 000 kr per lägenhet. Driftkostnaden är densamma som vid uppförande, 250 kr per lägenhet och år. Vi räknar även på kostnadseffektiviteten för individuell mätning av värme vid ombyggnad för de fall där en värmemätare räcker för att mäta en lägenhets användning av värme. Installationskostnaden antas då vara 3050 – 7 600 kr per lägenhet, dvs. samma som vid uppförande.

För att beräkna intäkterna av individuell mätning av värme har energiberäkningar gjorts för typbyggnader med olika energiprestanda och som är placerade i fyra orter, Stockholm, Malmö, Sundsvall och Kiruna. Energianvändningen för att hålla 23 °C, 22 °C till 21 °C beräknas vilket ger den maximala energibesparingen givet att samtliga boende sänker sin temperatur med en och två grader. Resultatet varierar beroende på typbyggnadens energiprestanda och ortlokalisering.

Kostnaderna och intäkterna matas in i kalkylmodellen som även innehåller följande:

- Kalkylperiod, 10 år
- Energianvändningen för värme fördelas månadsvis
- Två fjärrvärmesaxor för Malmö, Stockholm och Sundsvall samt en taxa för Kiruna
- Real kalkylränta, fyra procent i huvudalternativet
- Beräkningarna görs i 2014 års priser
- Priserna är inklusive moms

Resultatet från kalkylmodellen är nuvärdet av kostnaderna och nuvärdet av intäkterna för kalkylperioden. Om intäkterna överstiger kostnaderna är investeringen kostnadseffektiv. Resultaten, som presenteras nedan i tabell 1-40, visar följande resultat:

**Uppförande – en värmemätare (tabell 1-20)**

- Energibesparingen genom en grads temperatursänkning i samtliga av typbyggnadens lägenheter räcker inte för att en investering i värmemätare för individuell mätning ska bli kostnadseffektiv. Resultatet är detsamma vid låga installationskostnader och oavsett fjärrvärmeförbrukning eller geografisk placering av typbyggnaden.
- Vid två graders temperatursänkning i typbyggnadens samtliga lägenheter blir installation av värmemätare kostnadseffektiv om installationskostnaden är låg (2 250 – 3 050 kr per lägenhet i beräkningsexemplen).
- En installationskostnad på 2 250 kr innebär att byggherren eller fastighetsägaren köper en paketslösning av ett företag som installerar mätare och sköter driften. Kostnaden inkluderar inte utrustning för fjärravläsning eftersom det sker manuellt. Kalkylen visar att en grads temperatursänkning inte räcker för att en sådan installation ska vara kostnadseffektiv. Installationen är kostnadseffektiv om temperaturen sänks två grader i samtliga lägenheter.
- Om den billigaste värmemätaren väljs, 1 000 kr inklusive moms enligt uppgifter från SP, blir kostnaden 3 050 kr med trådlös kommunikation i ett räkneexempel. En sådan installation är kostnadseffektiv om temperaturen sänks två grader i byggnadens samtliga lägenheter.
- Dyrare system med t.ex. trådbunden teknik eller dyrare mätare ger en högre installationskostnad. I kalkylen blir installation av värmemätare aldrig kostnadseffektiv om installation kostar 5 000 kr eller mer per lägenhet.
- I typbyggnaderna med bättre energiprestanda än BBR:s minimikrav blir energibesparingen lägre när temperaturen sjunker.<sup>1</sup> Individuell mätning i en typbyggnad med 10 procent bättre energiprestanda än nuvarande energihushållningskrav, där temperaturen sänks två grader och installationen kostar 3 050 kr, är inte kostnadseffektiv om byggnaden är placerad i Stockholm eller Sundsvall. I Malmö varierar resultatet beroende på fjärrvärmebolag.

**Ombyggnad – tre värmemätare (tabell 21-28)**

- Beräkningsresultatet visar att energibesparingen av en grads temperatursänkning i typbyggnadens samtliga lägenheter inte räcker för att en investering i värmemätare för individuell mätning ska bli kostnadseffektiv i samband med ombyggnad. Resultatet är detsamma oavsett installationskostnad för tre mätare och oavsett geografisk placering av typbyggnaden.
- Energibesparingen som ett resultat av två graders temperatursänkning i byggnaden räcker i de flesta fall inte heller för att installationen ska

---

<sup>1</sup> Energiberäkningarna visar att det finns en korrelation mellan ursprunglig energianvändning och potentiell besparing. Det betyder dock inte att det alltid är så. Det beror på vilka förutsättningar som råder i byggnaden innan temperatursänkningen sker och var värmebehovet uppstår i varje givet tidssteg. Ett exempel på detta ses i resultattabellerna för Malmö där värdet av energibesparingen är högre i typbyggnaden med 25 procent bättre energiprestanda än i typbyggnaden med 10 procent bättre energiprestanda.

bli kostnadseffektiv. Endast i de fall där typbyggnaden efter ombyggnaden har en energiprestanda som är 75 procent sämre än BBR:s nuvarande minimikrav, och där den billigaste mätaren installeras, visar beräkningarna att installation är kostnadseffektivt.

- Dyrare värmemätare med ultraljudsteknik ger en högre installationskostnad, 16 000 kr i kalkylen. Då blir installation av individuella värmemätare aldrig kostnadseffektiva.

#### **Ombyggnad – en värmemätare (tabell 29-40)**

- Om byggnaden har centralt placerade värmestammar kan varje lägenhets värmeanvändning i vissa fall mätas med en värmemätare. Detta innebär lägre installationskostnader. I kalkylen antas installationen kosta 3 050, 5 000 och 7 600 kr per lägenhet.
- Vid en installationskostnad på 5 000 – 7 600 kr blir investeringen enligt beräkningarna kostnadseffektiv om temperaturen sjunker två grader i byggnaden.
- Om installationen kostar 3 050 kronor blir investeringen lönsam om temperaturen sjunker en grad samtidigt som byggnadens energiprestanda är 50-75 sämre än nuvarande krav i BBR efter ombyggnad.

#### **Känslighetsanalys**

För att undersöka hur resultatet påverkas när parametrar som kalkylränta, fjärrvärmeprisutveckling och driftkostnader förändras, har en känslighetsanalys gjorts.

##### *Kalkylräntan*

Kalkylräntan som används i beräkningarna ska avspegla fastighetsägarens avkastningskrav på investeringar. Om man inte lägger resurser på investeringar i individuell mätning kan dessa användas till annat och det är avkastningen för den bästa av de alternativa investeringarna som avgör nivån på kalkylräntan.

I våra beräkningar har kalkylräntan satts till fyra procent i reala termer. Eftersom en investering i individuell mätning kan antas vara ekonomiskt riskfylld, vilket bekräftas av de beräkningsresultat som har redovisats ovan, kan en högre kalkylränta i vissa fall vara lämplig. En högre kalkylränta innebär att nuvärdet av såväl framtida energibesparingar som driftkostnader minskar.

För att undersöka en högre kalkylräntas effekt på resultat har en datatabell tagits fram som visar slutresultatet av beräkningarna med lägre och högre kalkylränta. Denna redovisas i tabell 41 nedan. Tabellen visar att en högre kalkylränta än fyra procent förstärker beräkningsresultaten dvs. det blir än mer olönsamt att investera i individuell mätning när kalkylräntan ökar.

##### *Fjärrvärmepriser*

I beräkningarna antas fjärrvärmepriserna vara reall oförändrade dvs. energipriset ökar med inflationen. Om energipriset istället antas öka mer än inflationen varje år innebär detta att värdet av energibesparingarna ökar. Känslighetsanalysen visar dock att det krävs kraftiga årliga reala

ökningar av energipriset för att värdet av en grads temperatursänkning ska innebära plus i kalkylen. Vid två graders temperatursänkning i en typbyggnad som uppfyller nuvarande BBR-krav vad gäller energiprestanda blir i ett räkneexempel ett negativt resultat positivt då energipriset antas öka reallt med sex procent per år.<sup>2</sup> Boverkets slutsats är att utvecklingen av fjärrvärmepriset påverkar beräkningsresultaten, men inte på så sätt att de centrala resultaten eller slutsatserna ändras.

För Malmö, Stockholm och Sundsvall har beräkningarna gjorts för två olika fjärrvärmebolags energipristaxor. Slutresultatet påverkas av vilket energibolag som väljs. I vissa beräkningsexempel kan resultatet visa på kostnadseffektivitet när ett fjärrvärmebolags taxor används men där resultatet blir negativt när kalkylen görs med det alternativa fjärrvärmebolagets taxor.

#### *Driftkostnaden*

Driftkostnaden har i kalkylen satts till 250 kr per lägenhet och år. En tillsynes modest kostnadsökning till 300 kronor per lägenhet och år påverkar kalkylresultatet, i vissa fall så pass att ett positivt resultat blir negativt. En installationskostnad på 3 050 kr per lägenhet och en driftkostnad på 250 kr per lägenhet och år innebär t.ex. kostnadseffektivitet om temperaturen sänks två grader, detta oavsett geografisk lokalisering och när byggnaden uppfyller BBRs krav på energihushållning. Om driftkostnaden ökar till 300 kr ger detta minusresultat i kalkylen för Stockholm och Malmö. Resultaten är alltså väldigt känsliga där små förändringar i kostnader kan göra en lönsam investering olönsam eller tvärtom.

Ett exempel där driftkostnaden kan bli högre är om man väljer mobil avläsning. För beräkningarna där installationskostnaden är 2 250 kr installeras ingen utrustning för fjärravläsning utan avläsningen sker manuellt. Driftkostnaden för detta är i beräkningarna 250 kr per lägenhet och år. Kostnadsuppgifter från en konsult redovisar högre kostnader för drift när avläsningen sker manuellt, nämligen 190-350 kr per avläsning. Fyra avläsningar per år till dessa kostnader innebär en relativt mycket högre driftkostnad än vad som används i beräkningarna i denna rapport. En driftkostnad på 760 – 1400 kr per år påverkar kalkylresultaten kraftigt och gör samtliga beräkningar olönsamma givet en installationskostnad på 2 250 kr.

---

<sup>2</sup> Detta givet en installationskostnad på 5 000 kr och där byggnaden placeras i Stockholm. Vid fyra procents kalkylränta visar resultatet en förlust på 28 844 kr när energipriset är reallt oförändrat. Vid sex procents energiprisökning per år blir resultatet positivt, 6 226 kr. Detta går att läsa ut ur tabell 41.

*Tabell 1 Stockholm nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 2 250 kr/lgh (54 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

STOCKHOLM NYPRODUKTION				STOCKHOLM NYPRODUKTION			
Fortum Trygg			EON Bro				
Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	71 239 kr	68 583 kr	139 821 kr	INTÅKTER	69 259 kr	66 342 kr	135 601 kr
Energibesparing	61 082 kr	58 398 kr	119 480 kr	Energibesparing	45 122 kr	41 565 kr	86 687 kr
Effektbesparing	10 157 kr	10 184 kr	20 341 kr	Effektbesparing	24 137 kr	24 777 kr	48 914 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-31 426 kr	-34 083 kr	37 156 kr	TOTALT	-33 407 kr	-36 323 kr	32 936 kr
Stockholm BBR - 10				Stockholm BBR - 10			
INTÅKTER	62 537 kr	57 702 kr	120 239 kr	INTÅKTER	58 185 kr	53 968 kr	112 153 kr
Energibesparing	52 831 kr	49 094 kr	101 925 kr	Energibesparing	38 599 kr	34 864 kr	73 463 kr
Effektbesparing	9 705 kr	8 608 kr	18 313 kr	Effektbesparing	19 586 kr	19 104 kr	38 690 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-40 129 kr	-44 963 kr	17 573 kr	TOTALT	-44 480 kr	-48 698 kr	9 487 kr
Stockholm BBR - 25				Stockholm BBR - 25			
INTÅKTER	62 640 kr	53 698 kr	116 338 kr	INTÅKTER	60 955 kr	52 433 kr	113 388 kr
Energibesparing	55 924 kr	48 028 kr	103 952 kr	Energibesparing	40 188 kr	33 878 kr	74 067 kr
Effektbesparing	6 716 kr	5 669 kr	12 386 kr	Effektbesparing	20 766 kr	18 555 kr	39 322 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-40 025 kr	-48 968 kr	13 673 kr	TOTALT	-41 711 kr	-50 232 kr	10 723 kr
Stockholm BBR - 50				Stockholm BBR - 50			
INTÅKTER	37 071 kr	31 732 kr	68 802 kr	INTÅKTER	37 777 kr	33 021 kr	70 799 kr
Energibesparing	32 370 kr	27 579 kr	59 949 kr	Energibesparing	21 737 kr	18 145 kr	39 882 kr
Effektbesparing	4 701 kr	4 153 kr	8 854 kr	Effektbesparing	16 040 kr	14 877 kr	30 917 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-65 595 kr	-70 934 kr	-33 863 kr	TOTALT	-64 888 kr	-69 644 kr	-31 866 kr



*Tabell 2 Malmö nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 2 250 kr/lgh (54 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

MALMÖ NYPRODUKTION							
EON Värme				Kraffringen, Lund			
Malmö BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	72 210 kr	64 784 kr	136 994 kr	INTÅKTER	78 246 kr	74 801 kr	153 048 kr
Energibesparing	52 032 kr	49 169 kr	101 200 kr	Energibesparing	59 242 kr	55 067 kr	114 309 kr
Effektbesparing	20 178 kr	15 616 kr	35 794 kr	Effektbesparing	19 004 kr	19 734 kr	38 738 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-30 456 kr	-37 881 kr	34 329 kr	TOTALT	-24 419 kr	-27 864 kr	50 382 kr
Malmö BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	61 630 kr	55 736 kr	117 366 kr	INTÅKTER	66 501 kr	61 468 kr	127 969 kr
Energibesparing	45 038 kr	41 252 kr	86 290 kr	Energibesparing	50 871 kr	46 008 kr	96 879 kr
Effektbesparing	16 592 kr	14 484 kr	31 076 kr	Effektbesparing	15 630 kr	15 460 kr	31 090 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-41 035 kr	-46 930 kr	14 701 kr	TOTALT	-36 165 kr	-41 197 kr	25 304 kr
Malmö BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	64 677 kr	57 077 kr	121 754 kr	INTÅKTER	73 113 kr	66 067 kr	139 180 kr
Energibesparing	49 207 kr	44 435 kr	93 642 kr	Energibesparing	55 039 kr	49 272 kr	104 312 kr
Effektbesparing	15 470 kr	12 642 kr	28 112 kr	Effektbesparing	18 074 kr	16 795 kr	34 868 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-37 989 kr	-45 589 kr	19 088 kr	TOTALT	-29 552 kr	-36 598 kr	36 515 kr
Malmö BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	40 484 kr	35 220 kr	75 704 kr	INTÅKTER	49 205 kr	44 113 kr	93 318 kr
Energibesparing	31 423 kr	27 194 kr	58 617 kr	Energibesparing	34 568 kr	30 009 kr	64 576 kr
Effektbesparing	9 061 kr	8 026 kr	17 087 kr	Effektbesparing	14 637 kr	14 105 kr	28 742 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-62 181 kr	-67 446 kr	-26 962 kr	TOTALT	-53 461 kr	-58 552 kr	-9 347 kr

*Tabell 3 Sundsvall nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 2 250 kr/lgh (54 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag.*

*Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

SUNDSVALL NYPRODUKTION							
Sundsvall Energi				Öviks Energi			
Sundsvall BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	72 715 kr	69 417 kr	142 132 kr	INTÅKTER	74 275 kr	67 182 kr	141 456 kr
Energibesparing	46 841 kr	45 980 kr	92 822 kr	Energibesparing	49 744 kr	44 961 kr	94 704 kr
Effektbesparing	25 873 kr	23 437 kr	49 310 kr	Effektbesparing	24 531 kr	22 221 kr	46 752 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-29 951 kr	-33 248 kr	39 467 kr	TOTALT	-28 391 kr	-35 484 kr	38 791 kr
Sundsvall BBR -10				Sundsvall BBR -10			
INTÅKTER	61 629 kr	57 703 kr	119 332 kr	INTÅKTER	61 432 kr	54 774 kr	116 206 kr
Energibesparing	40 215 kr	38 622 kr	78 837 kr	Energibesparing	41 128 kr	36 683 kr	77 811 kr
Effektbesparing	21 415 kr	19 081 kr	40 495 kr	Effektbesparing	20 303 kr	18 091 kr	38 394 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-41 036 kr	-44 963 kr	16 666 kr	TOTALT	-41 234 kr	-47 891 kr	13 540 kr
Sundsvall BBR -25				Sundsvall BBR -25			
INTÅKTER	61 855 kr	53 201 kr	115 056 kr	INTÅKTER	60 334 kr	50 084 kr	110 417 kr
Energibesparing	40 822 kr	35 742 kr	76 563 kr	Energibesparing	40 392 kr	33 530 kr	73 921 kr
Effektbesparing	21 033 kr	17 460 kr	38 493 kr	Effektbesparing	19 942 kr	16 554 kr	36 496 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-40 811 kr	-49 464 kr	12 391 kr	TOTALT	-42 332 kr	-52 582 kr	7 752 kr
Sundsvall BBR -50				Sundsvall BBR -50			
INTÅKTER	36 628 kr	33 019 kr	69 647 kr	INTÅKTER	31 859 kr	28 208 kr	60 067 kr
Energibesparing	25 522 kr	23 189 kr	48 711 kr	Energibesparing	21 329 kr	18 888 kr	40 218 kr
Effektbesparing	11 106 kr	9 830 kr	20 936 kr	Effektbesparing	10 529 kr	9 320 kr	19 849 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr	KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000	54 000 kr	54 000	Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-66 038 kr	-69 646 kr	-33 019 kr	TOTALT	-70 807 kr	-74 457 kr	-42 598 kr

*Tabell 4 Kiruna nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 2 250 kr/lgh (54 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

KIRUNA NYPRODUKTION			
Tekniska verken			
Kiruna BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	81 927 kr	78 590 kr	160 517 kr
Energibesparing	59 263 kr	57 353 kr	116 616 kr
Effektbesparing	22 664 kr	21 237 kr	43 901 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-20 739 kr	-24 075 kr	57 851 kr
Kiruna BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	66 991 kr	65 064 kr	132 055 kr
Energibesparing	48 384 kr	47 451 kr	95 835 kr
Effektbesparing	18 607 kr	17 613 kr	36 220 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-35 675 kr	-37 601 kr	29 389 kr
Kiruna BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	60 353 kr	53 934 kr	114 286 kr
Energibesparing	43 098 kr	39 020 kr	82 118 kr
Effektbesparing	17 255 kr	14 914 kr	32 168 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-42 313 kr	-48 732 kr	11 621 kr
Kiruna BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	36 937 kr	30 986 kr	67 923 kr
Energibesparing	28 010 kr	23 473 kr	51 482 kr
Effektbesparing	8 928 kr	7 513 kr	16 441 kr
KOSTNADER	102 665 kr	102 665 kr	102 665 kr
Investeringskostnad	54 000 kr	54 000 kr	54 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-65 728 kr	-71 680 kr	-34 742 kr

*Tabell 5 Stockholm nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 3 050 kr/lgh (73 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag.*

*Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

STOCKHOLM NYPRODUKTION							
Fortum Trygg				EON Bro			
Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	71 239 kr	68 583 kr	139 821 kr	INTÅKTER	69 259 kr	66 342 kr	135 601 kr
Energibesparing	61 082 kr	58 398 kr	119 480 kr	Energibesparing	45 122 kr	41 565 kr	86 687 kr
Effektbesparing	10 157 kr	10 184 kr	20 341 kr	Effektbesparing	24 137 kr	24 777 kr	48 914 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-50 626 kr	-53 283 kr	17 956 kr	TOTALT	-52 607 kr	-55 523 kr	13 736 kr
Stockholm BBR - 10				Stockholm BBR - 10			
INTÅKTER	62 537 kr	57 702 kr	120 239 kr	INTÅKTER	58 185 kr	53 968 kr	112 153 kr
Energibesparing	52 831 kr	49 094 kr	101 925 kr	Energibesparing	38 599 kr	34 864 kr	73 463 kr
Effektbesparing	9 705 kr	8 608 kr	18 313 kr	Effektbesparing	19 586 kr	19 104 kr	38 690 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-59 329 kr	-64 163 kr	-1 627 kr	TOTALT	-63 680 kr	-67 898 kr	-9 713 kr
Stockholm BBR - 25				Stockholm BBR - 25			
INTÅKTER	62 640 kr	53 698 kr	116 338 kr	INTÅKTER	60 955 kr	52 433 kr	113 388 kr
Energibesparing	55 924 kr	48 028 kr	103 952 kr	Energibesparing	40 188 kr	33 878 kr	74 067 kr
Effektbesparing	6 716 kr	5 669 kr	12 386 kr	Effektbesparing	20 766 kr	18 555 kr	39 322 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-59 225 kr	-68 168 kr	-5 527 kr	TOTALT	-60 911 kr	-69 432 kr	-8 477 kr
Stockholm BBR - 50				Stockholm BBR - 50			
INTÅKTER	37 071 kr	31 732 kr	68 802 kr	INTÅKTER	37 777 kr	33 021 kr	70 799 kr
Energibesparing	32 370 kr	27 579 kr	59 949 kr	Energibesparing	21 737 kr	18 145 kr	39 882 kr
Effektbesparing	4 701 kr	4 153 kr	8 854 kr	Effektbesparing	16 040 kr	14 877 kr	30 917 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-84 795 kr	-90 134 kr	-53 063 kr	TOTALT	-84 088 kr	-88 844 kr	-51 066 kr

*Tabell 6 Malmö nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 3 050 kr/lgh (73 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

MALMÖ NYPRODUKTION							
EON Värme				Kraftringen, Lund			
Malmö BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	72 210 kr	64 784 kr	136 994 kr	INTÅKTER	78 246 kr	74 801 kr	153 048 kr
Energibesparing	52 032 kr	49 169 kr	101 200 kr	Energibesparing	59 242 kr	55 067 kr	114 309 kr
Effektbesparing	20 178 kr	15 616 kr	35 794 kr	Effektbesparing	19 004 kr	19 734 kr	38 738 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-49 656 kr	-57 081 kr	15 129 kr	TOTALT	-43 619 kr	-47 064 kr	31 182 kr
Malmö BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	61 630 kr	55 736 kr	117 366 kr	INTÅKTER	66 501 kr	61 468 kr	127 969 kr
Energibesparing	45 038 kr	41 252 kr	86 290 kr	Energibesparing	50 871 kr	46 008 kr	96 879 kr
Effektbesparing	16 592 kr	14 484 kr	31 076 kr	Effektbesparing	15 630 kr	15 460 kr	31 090 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-60 235 kr	-66 130 kr	-4 499 kr	TOTALT	-55 365 kr	-60 397 kr	6 104 kr
Malmö BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	64 677 kr	57 077 kr	121 754 kr	INTÅKTER	73 113 kr	66 067 kr	139 180 kr
Energibesparing	49 207 kr	44 435 kr	93 642 kr	Energibesparing	55 039 kr	49 272 kr	104 312 kr
Effektbesparing	15 470 kr	12 642 kr	28 112 kr	Effektbesparing	18 074 kr	16 795 kr	34 868 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-57 189 kr	-64 789 kr	-112 kr	TOTALT	-48 752 kr	-55 798 kr	17 315 kr
Malmö BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	40 484 kr	35 220 kr	75 704 kr	INTÅKTER	49 205 kr	44 113 kr	93 318 kr
Energibesparing	31 423 kr	27 194 kr	58 617 kr	Energibesparing	34 568 kr	30 009 kr	64 576 kr
Effektbesparing	9 061 kr	8 026 kr	17 087 kr	Effektbesparing	14 637 kr	14 105 kr	28 742 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-81 381 kr	-86 646 kr	-46 162 kr	TOTALT	-72 661 kr	-77 752 kr	-28 547 kr

*Tabell 7 Sundsvall nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 3 050 kr/lgh (73 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag.*

*Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

SUNDSVALL NYPRODUKTION							
Sundsvall Energi				Öviks Energi			
Sundsvall BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	72 715 kr	69 417 kr	142 132 kr	INTÅKTER	74 275 kr	67 182 kr	141 456 kr
Energibesparing	46 841 kr	45 980 kr	92 822 kr	Energibesparing	49 744 kr	44 961 kr	94 704 kr
Effektbesparing	25 873 kr	23 437 kr	49 310 kr	Effektbesparing	24 531 kr	22 221 kr	46 752 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-49 151 kr	-52 448 kr	20 267 kr	TOTALT	-47 591 kr	-54 684 kr	19 591 kr
Sundsvall BBR -10				Sundsvall BBR -10			
INTÅKTER	61 629 kr	57 703 kr	119 332 kr	INTÅKTER	61 432 kr	54 774 kr	116 206 kr
Energibesparing	40 215 kr	38 622 kr	78 837 kr	Energibesparing	41 128 kr	36 683 kr	77 811 kr
Effektbesparing	21 415 kr	19 081 kr	40 495 kr	Effektbesparing	20 303 kr	18 091 kr	38 394 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-60 236 kr	-64 163 kr	-2 534 kr	TOTALT	-60 434 kr	-67 091 kr	-5 660 kr
Sundsvall BBR -25				Sundsvall BBR -25			
INTÅKTER	61 855 kr	53 201 kr	115 056 kr	INTÅKTER	60 334 kr	50 084 kr	110 417 kr
Energibesparing	40 822 kr	35 742 kr	76 563 kr	Energibesparing	40 392 kr	33 530 kr	73 921 kr
Effektbesparing	21 033 kr	17 460 kr	38 493 kr	Effektbesparing	19 942 kr	16 554 kr	36 496 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-60 011 kr	-68 664 kr	-6 809 kr	TOTALT	-61 532 kr	-71 782 kr	-11 448 kr
Sundsvall BBR -50				Sundsvall BBR -50			
INTÅKTER	36 628 kr	33 019 kr	69 647 kr	INTÅKTER	31 859 kr	28 208 kr	60 067 kr
Energibesparing	25 522 kr	23 189 kr	48 711 kr	Energibesparing	21 329 kr	18 888 kr	40 218 kr
Effektbesparing	11 106 kr	9 830 kr	20 936 kr	Effektbesparing	10 529 kr	9 320 kr	19 849 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-85 238 kr	-88 846 kr	-52 219 kr	TOTALT	-90 007 kr	-93 657 kr	-61 798 kr

*Tabell 8 Kiruna nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 3 050 kr/lgh (73 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

KIRUNA NYPRODUKTION			
Tekniska verken			
Kiruna BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	81 927 kr	78 590 kr	160 517 kr
Energibesparing	59 263 kr	57 353 kr	116 616 kr
Effektbesparing	22 664 kr	21 237 kr	43 901 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-39 939 kr	-43 275 kr	38 651 kr
Kiruna BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	66 991 kr	65 064 kr	132 055 kr
Energibesparing	48 384 kr	47 451 kr	95 835 kr
Effektbesparing	18 607 kr	17 613 kr	36 220 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-54 875 kr	-56 801 kr	10 189 kr
Kiruna BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	60 353 kr	53 934 kr	114 286 kr
Energibesparing	43 098 kr	39 020 kr	82 118 kr
Effektbesparing	17 255 kr	14 914 kr	32 168 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-61 513 kr	-67 932 kr	-7 579 kr
Kiruna BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	36 937 kr	30 986 kr	67 923 kr
Energibesparing	28 010 kr	23 473 kr	51 482 kr
Effektbesparing	8 928 kr	7 513 kr	16 441 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-84 928 kr	-90 880 kr	-53 942 kr

*Tabell 9 Stockholm nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 5 000 kr/lgh (120 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

STOCKHOLM NYPRODUKTION							
Fortum Trygg				EON Bro			
Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	71 239 kr	68 583 kr	139 821 kr	INTÅKTER	69 259 kr	66 342 kr	135 601 kr
Energibesparing	61 082 kr	58 398 kr	119 480 kr	Energibesparing	45 122 kr	41 565 kr	86 687 kr
Effektbesparing	10 157 kr	10 184 kr	20 341 kr	Effektbesparing	24 137 kr	24 777 kr	48 914 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-97 426 kr	-100 083 kr	-28 844 kr	TOTALT	-99 407 kr	-102 323 kr	-33 064 kr
Stockholm BBR - 10				Stockholm BBR - 10			
INTÅKTER	62 537 kr	57 702 kr	120 239 kr	INTÅKTER	58 185 kr	53 968 kr	112 153 kr
Energibesparing	52 831 kr	49 094 kr	101 925 kr	Energibesparing	38 599 kr	34 864 kr	73 463 kr
Effektbesparing	9 705 kr	8 608 kr	18 313 kr	Effektbesparing	19 586 kr	19 104 kr	38 690 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-106 129 kr	-110 963 kr	-48 427 kr	TOTALT	-110 480 kr	-114 698 kr	-56 513 kr
Stockholm BBR - 25				Stockholm BBR - 25			
INTÅKTER	62 640 kr	53 698 kr	116 338 kr	INTÅKTER	60 955 kr	52 433 kr	113 388 kr
Energibesparing	55 924 kr	48 028 kr	103 952 kr	Energibesparing	40 188 kr	33 878 kr	74 067 kr
Effektbesparing	6 716 kr	5 669 kr	12 386 kr	Effektbesparing	20 766 kr	18 555 kr	39 322 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-106 025 kr	-114 968 kr	-52 327 kr	TOTALT	-107 711 kr	-116 232 kr	-55 277 kr
Stockholm BBR - 50				Stockholm BBR - 50			
INTÅKTER	37 071 kr	31 732 kr	68 802 kr	INTÅKTER	37 777 kr	33 021 kr	70 799 kr
Energibesparing	32 370 kr	27 579 kr	59 949 kr	Energibesparing	21 737 kr	18 145 kr	39 882 kr
Effektbesparing	4 701 kr	4 153 kr	8 854 kr	Effektbesparing	16 040 kr	14 877 kr	30 917 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-131 595 kr	-136 934 kr	-99 863 kr	TOTALT	-130 888 kr	-135 644 kr	-97 866 kr



*Tabell 10 Malmö nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 5 000 kr/lgh (120 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag.*

*Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

MALMÖ NYPRODUKTION							
EON Värme				Kraffringen, Lund			
Malmö BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	72 210 kr	64 784 kr	136 994 kr	INTÅKTER	78 246 kr	74 801 kr	153 048 kr
Energibesparing	52 032 kr	49 169 kr	101 200 kr	Energibesparing	59 242 kr	55 067 kr	114 309 kr
Effektbesparing	20 178 kr	15 616 kr	35 794 kr	Effektbesparing	19 004 kr	19 734 kr	38 738 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-96 456 kr	-103 881 kr	-31 671 kr	TOTALT	-90 419 kr	-93 864 kr	-15 618 kr
Malmö BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	61 630 kr	55 736 kr	117 366 kr	INTÅKTER	66 501 kr	61 468 kr	127 969 kr
Energibesparing	45 038 kr	41 252 kr	86 290 kr	Energibesparing	50 871 kr	46 008 kr	96 879 kr
Effektbesparing	16 592 kr	14 484 kr	31 076 kr	Effektbesparing	15 630 kr	15 460 kr	31 090 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-107 035 kr	-112 930 kr	-51 299 kr	TOTALT	-102 165 kr	-107 197 kr	-40 696 kr
Malmö BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	64 677 kr	57 077 kr	121 754 kr	INTÅKTER	73 113 kr	66 067 kr	139 180 kr
Energibesparing	49 207 kr	44 435 kr	93 642 kr	Energibesparing	55 039 kr	49 272 kr	104 312 kr
Effektbesparing	15 470 kr	12 642 kr	28 112 kr	Effektbesparing	18 074 kr	16 795 kr	34 868 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-103 989 kr	-111 589 kr	-46 912 kr	TOTALT	-95 552 kr	-102 598 kr	-29 485 kr
Malmö BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	40 484 kr	35 220 kr	75 704 kr	INTÅKTER	49 205 kr	44 113 kr	93 318 kr
Energibesparing	31 423 kr	27 194 kr	58 617 kr	Energibesparing	34 568 kr	30 009 kr	64 576 kr
Effektbesparing	9 061 kr	8 026 kr	17 087 kr	Effektbesparing	14 637 kr	14 105 kr	28 742 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-128 181 kr	-133 446 kr	-92 962 kr	TOTALT	-119 461 kr	-124 552 kr	-75 347 kr

*Tabell 11 Sundsvall nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 5 000 kr/lgh (120 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

SUNDSVALL NYPRODUKTION							
Sundsvall Energi				Öviks Energi			
Sundsvall BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	72 715 kr	69 417 kr	142 132 kr	INTÅKTER	74 275 kr	67 182 kr	141 456 kr
Energibesparing	46 841 kr	45 980 kr	92 822 kr	Energibesparing	49 744 kr	44 961 kr	94 704 kr
Effektbesparing	25 873 kr	23 437 kr	49 310 kr	Effektbesparing	24 531 kr	22 221 kr	46 752 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-95 951 kr	-99 248 kr	-26 533 kr	TOTALT	-94 391 kr	-101 484 kr	-27 209 kr
Sundsvall BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	61 629 kr	57 703 kr	119 332 kr	INTÅKTER	61 432 kr	54 774 kr	116 206 kr
Energibesparing	40 215 kr	38 622 kr	78 837 kr	Energibesparing	41 128 kr	36 683 kr	77 811 kr
Effektbesparing	21 415 kr	19 081 kr	40 495 kr	Effektbesparing	20 303 kr	18 091 kr	38 394 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-107 036 kr	-110 963 kr	-49 334 kr	TOTALT	-107 234 kr	-113 891 kr	-52 460 kr
Sundsvall BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	61 855 kr	53 201 kr	115 056 kr	INTÅKTER	60 334 kr	50 084 kr	110 417 kr
Energibesparing	40 822 kr	35 742 kr	76 563 kr	Energibesparing	40 392 kr	33 530 kr	73 921 kr
Effektbesparing	21 033 kr	17 460 kr	38 493 kr	Effektbesparing	19 942 kr	16 554 kr	36 496 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-106 811 kr	-115 464 kr	-53 609 kr	TOTALT	-108 332 kr	-118 582 kr	-58 248 kr
Sundsvall BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	36 628 kr	33 019 kr	69 647 kr	INTÅKTER	31 859 kr	28 208 kr	60 067 kr
Energibesparing	25 522 kr	23 189 kr	48 711 kr	Energibesparing	21 329 kr	18 888 kr	40 218 kr
Effektbesparing	11 106 kr	9 830 kr	20 936 kr	Effektbesparing	10 529 kr	9 320 kr	19 849 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-132 038 kr	-135 646 kr	-99 019 kr	TOTALT	-136 807 kr	-140 457 kr	-108 598 kr

*Tabell 12 Kiruna nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 5 000 kr/lgh (120 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

KIRUNA NYPRODUKTION			
Tekniska verken			
Kiruna BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	81 927 kr	78 590 kr	160 517 kr
Energibesparing	59 263 kr	57 353 kr	116 616 kr
Effektbesparing	22 664 kr	21 237 kr	43 901 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-86 739 kr	-90 075 kr	-8 149 kr
Kiruna BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	66 991 kr	65 064 kr	132 055 kr
Energibesparing	48 384 kr	47 451 kr	95 835 kr
Effektbesparing	18 607 kr	17 613 kr	36 220 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-101 675 kr	-103 601 kr	-36 611 kr
Kiruna BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	60 353 kr	53 934 kr	114 286 kr
Energibesparing	43 098 kr	39 020 kr	82 118 kr
Effektbesparing	17 255 kr	14 914 kr	32 168 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-108 313 kr	-114 732 kr	-54 379 kr
Kiruna BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	36 937 kr	30 986 kr	67 923 kr
Energibesparing	28 010 kr	23 473 kr	51 482 kr
Effektbesparing	8 928 kr	7 513 kr	16 441 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-131 728 kr	-137 680 kr	-100 742 kr

*Tabell 13 Stockholm nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 7 600 kr/lgh (182 400 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

STOCKHOLM NYPRODUKTION							
Fortum Trygg				EON Bro			
Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	71 239 kr	68 583 kr	139 821 kr	INTÅKTER	69 259 kr	66 342 kr	135 601 kr
Energibesparing	61 082 kr	58 398 kr	119 480 kr	Energibesparing	45 122 kr	41 565 kr	86 687 kr
Effektbesparing	10 157 kr	10 184 kr	20 341 kr	Effektbesparing	24 137 kr	24 777 kr	48 914 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-159 826 kr	-162 483 kr	-91 244 kr	TOTALT	-161 807 kr	-164 723 kr	-95 464 kr
Stockholm BBR - 10				Stockholm BBR - 10			
INTÅKTER	62 537 kr	57 702 kr	120 239 kr	INTÅKTER	58 185 kr	53 968 kr	112 153 kr
Energibesparing	52 831 kr	49 094 kr	101 925 kr	Energibesparing	38 599 kr	34 864 kr	73 463 kr
Effektbesparing	9 705 kr	8 608 kr	18 313 kr	Effektbesparing	19 586 kr	19 104 kr	38 690 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-168 529 kr	-173 363 kr	-110 827 kr	TOTALT	-172 880 kr	-177 098 kr	-118 913 kr
Stockholm BBR - 25				Stockholm BBR - 25			
INTÅKTER	62 640 kr	53 698 kr	116 338 kr	INTÅKTER	60 955 kr	52 433 kr	113 388 kr
Energibesparing	55 924 kr	48 028 kr	103 952 kr	Energibesparing	40 188 kr	33 878 kr	74 067 kr
Effektbesparing	6 716 kr	5 669 kr	12 386 kr	Effektbesparing	20 766 kr	18 555 kr	39 322 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-168 425 kr	-177 368 kr	-114 727 kr	TOTALT	-170 111 kr	-178 632 kr	-117 677 kr
Stockholm BBR - 50				Stockholm BBR - 50			
INTÅKTER	37 071 kr	31 732 kr	68 802 kr	INTÅKTER	37 777 kr	33 021 kr	70 799 kr
Energibesparing	32 370 kr	27 579 kr	59 949 kr	Energibesparing	21 737 kr	18 145 kr	39 882 kr
Effektbesparing	4 701 kr	4 153 kr	8 854 kr	Effektbesparing	16 040 kr	14 877 kr	30 917 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-193 995 kr	-199 334 kr	-162 263 kr	TOTALT	-193 288 kr	-198 044 kr	-160 266 kr

*Tabell 14 Malmö nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 7 600 kr/lgh (182 400 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

MALMÖ NYPRODUKTION							
EON Värme				Kraffringen, Lund			
Malmö BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	72 210 kr	64 784 kr	136 994 kr	INTÅKTER	78 246 kr	74 801 kr	153 048 kr
Energibesparing	52 032 kr	49 169 kr	101 200 kr	Energibesparing	59 242 kr	55 067 kr	114 309 kr
Effektbesparing	20 178 kr	15 616 kr	35 794 kr	Effektbesparing	19 004 kr	19 734 kr	38 738 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-158 856 kr	-166 281 kr	-94 071 kr	TOTALT	-152 819 kr	-156 264 kr	-78 018 kr
Malmö BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	61 630 kr	55 736 kr	117 366 kr	INTÅKTER	66 501 kr	61 468 kr	127 969 kr
Energibesparing	45 038 kr	41 252 kr	86 290 kr	Energibesparing	50 871 kr	46 008 kr	96 879 kr
Effektbesparing	16 592 kr	14 484 kr	31 076 kr	Effektbesparing	15 630 kr	15 460 kr	31 090 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-169 435 kr	-175 330 kr	-113 699 kr	TOTALT	-164 565 kr	-169 597 kr	-103 096 kr
Malmö BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	64 677 kr	57 077 kr	121 754 kr	INTÅKTER	73 113 kr	66 067 kr	139 180 kr
Energibesparing	49 207 kr	44 435 kr	93 642 kr	Energibesparing	55 039 kr	49 272 kr	104 312 kr
Effektbesparing	15 470 kr	12 642 kr	28 112 kr	Effektbesparing	18 074 kr	16 795 kr	34 868 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-166 389 kr	-173 989 kr	-109 312 kr	TOTALT	-157 952 kr	-164 998 kr	-91 885 kr
Malmö BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	40 484 kr	35 220 kr	75 704 kr	INTÅKTER	49 205 kr	44 113 kr	93 318 kr
Energibesparing	31 423 kr	27 194 kr	58 617 kr	Energibesparing	34 568 kr	30 009 kr	64 576 kr
Effektbesparing	9 061 kr	8 026 kr	17 087 kr	Effektbesparing	14 637 kr	14 105 kr	28 742 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-190 581 kr	-195 846 kr	-155 362 kr	TOTALT	-181 861 kr	-186 952 kr	-137 747 kr

*Tabell 15 Sundsvall nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 7 600 kr/lgh (182 400 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag.*

*Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

SUNDSVALL NYPRODUKTION							
Sundsvall Energi				Öviks Energi			
Sundsvall BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	72 715 kr	69 417 kr	142 132 kr	INTÅKTER	74 275 kr	67 182 kr	141 456 kr
Energibesparing	46 841 kr	45 980 kr	92 822 kr	Energibesparing	49 744 kr	44 961 kr	94 704 kr
Effektbesparing	25 873 kr	23 437 kr	49 310 kr	Effektbesparing	24 531 kr	22 221 kr	46 752 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-158 351 kr	-161 648 kr	-88 933 kr	TOTALT	-156 791 kr	-163 884 kr	-89 609 kr
Sundsvall BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	61 629 kr	57 703 kr	119 332 kr	INTÅKTER	61 432 kr	54 774 kr	116 206 kr
Energibesparing	40 215 kr	38 622 kr	78 837 kr	Energibesparing	41 128 kr	36 683 kr	77 811 kr
Effektbesparing	21 415 kr	19 081 kr	40 495 kr	Effektbesparing	20 303 kr	18 091 kr	38 394 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-169 436 kr	-173 363 kr	-111 734 kr	TOTALT	-169 634 kr	-176 291 kr	-114 860 kr
Sundsvall BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	61 855 kr	53 201 kr	115 056 kr	INTÅKTER	60 334 kr	50 084 kr	110 417 kr
Energibesparing	40 822 kr	35 742 kr	76 563 kr	Energibesparing	40 392 kr	33 530 kr	73 921 kr
Effektbesparing	21 033 kr	17 460 kr	38 493 kr	Effektbesparing	19 942 kr	16 554 kr	36 496 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-169 211 kr	-177 864 kr	-116 009 kr	TOTALT	-170 732 kr	-180 982 kr	-120 648 kr
Sundsvall BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	36 628 kr	33 019 kr	69 647 kr	INTÅKTER	31 859 kr	28 208 kr	60 067 kr
Energibesparing	25 522 kr	23 189 kr	48 711 kr	Energibesparing	21 329 kr	18 888 kr	40 218 kr
Effektbesparing	11 106 kr	9 830 kr	20 936 kr	Effektbesparing	10 529 kr	9 320 kr	19 849 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-194 438 kr	-198 046 kr	-161 419 kr	TOTALT	-199 207 kr	-202 857 kr	-170 998 kr

*Tabell 16 Kiruna nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 7 600 kr/lgh (182 400 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

KIRUNA NYPRODUKTION			
Tekniska verken			
Kiruna BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	81 927 kr	78 590 kr	160 517 kr
Energibesparing	59 263 kr	57 353 kr	116 616 kr
Effektbesparing	22 664 kr	21 237 kr	43 901 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-149 139 kr	-152 475 kr	-70 549 kr
Kiruna BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	66 991 kr	65 064 kr	132 055 kr
Energibesparing	48 384 kr	47 451 kr	95 835 kr
Effektbesparing	18 607 kr	17 613 kr	36 220 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-164 075 kr	-166 001 kr	-99 011 kr
Kiruna BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	60 353 kr	53 934 kr	114 286 kr
Energibesparing	43 098 kr	39 020 kr	82 118 kr
Effektbesparing	17 255 kr	14 914 kr	32 168 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-170 713 kr	-177 132 kr	-116 779 kr
Kiruna BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	36 937 kr	30 986 kr	67 923 kr
Energibesparing	28 010 kr	23 473 kr	51 482 kr
Effektbesparing	8 928 kr	7 513 kr	16 441 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-194 128 kr	-200 080 kr	-163 142 kr

*Tabell 17 Stockholm nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 10 400 kr/lgh (249 600 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt är 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

STOCKHOLM NYPRODUKTION							
Fortum Trygg				EON Bro			
Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Stockholm BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	71 239 kr	68 583 kr	139 821 kr	INTÅKTER	69 259 kr	66 342 kr	135 601 kr
Energibesparing	61 082 kr	58 398 kr	119 480 kr	Energibesparing	45 122 kr	41 565 kr	86 687 kr
Effektbesparing	10 157 kr	10 184 kr	20 341 kr	Effektbesparing	24 137 kr	24 777 kr	48 914 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-227 026 kr	-229 683 kr	-158 444 kr	TOTALT	-229 007 kr	-231 923 kr	-162 664 kr
Stockholm BBR - 10				Stockholm BBR - 10			
INTÅKTER	62 537 kr	57 702 kr	120 239 kr	INTÅKTER	58 185 kr	53 968 kr	112 153 kr
Energibesparing	52 831 kr	49 094 kr	101 925 kr	Energibesparing	38 599 kr	34 864 kr	73 463 kr
Effektbesparing	9 705 kr	8 608 kr	18 313 kr	Effektbesparing	19 586 kr	19 104 kr	38 690 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-235 729 kr	-240 563 kr	-178 027 kr	TOTALT	-240 080 kr	-244 298 kr	-186 113 kr
Stockholm BBR - 25				Stockholm BBR - 25			
INTÅKTER	62 640 kr	53 698 kr	116 338 kr	INTÅKTER	60 955 kr	52 433 kr	113 388 kr
Energibesparing	55 924 kr	48 028 kr	103 952 kr	Energibesparing	40 188 kr	33 878 kr	74 067 kr
Effektbesparing	6 716 kr	5 669 kr	12 386 kr	Effektbesparing	20 766 kr	18 555 kr	39 322 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-235 625 kr	-244 568 kr	-181 927 kr	TOTALT	-237 311 kr	-245 832 kr	-184 877 kr
Stockholm BBR - 50				Stockholm BBR - 50			
INTÅKTER	37 071 kr	31 732 kr	68 802 kr	INTÅKTER	37 777 kr	33 021 kr	70 799 kr
Energibesparing	32 370 kr	27 579 kr	59 949 kr	Energibesparing	21 737 kr	18 145 kr	39 882 kr
Effektbesparing	4 701 kr	4 153 kr	8 854 kr	Effektbesparing	16 040 kr	14 877 kr	30 917 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-261 195 kr	-266 534 kr	-229 463 kr	TOTALT	-260 488 kr	-265 244 kr	-227 466 kr



*Tabell 18 Malmö nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 10 400 kr/lgh (249 600 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt är 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

MALMÖ NYPRODUKTION							
EON Värme				Kraftringen, Lund			
Malmö BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	72 210 kr	64 784 kr	136 994 kr	INTÅKTER	78 246 kr	74 801 kr	153 048 kr
Energibesparing	52 032 kr	49 169 kr	101 200 kr	Energibesparing	59 242 kr	55 067 kr	114 309 kr
Effektbesparing	20 178 kr	15 616 kr	35 794 kr	Effektbesparing	19 004 kr	19 734 kr	38 738 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-226 056 kr	-233 481 kr	-161 271 kr	TOTALT	-220 019 kr	-223 464 kr	-145 218 kr
Malmö BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	61 630 kr	55 736 kr	117 366 kr	INTÅKTER	66 501 kr	61 468 kr	127 969 kr
Energibesparing	45 038 kr	41 252 kr	86 290 kr	Energibesparing	50 871 kr	46 008 kr	96 879 kr
Effektbesparing	16 592 kr	14 484 kr	31 076 kr	Effektbesparing	15 630 kr	15 460 kr	31 090 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-236 635 kr	-242 530 kr	-180 899 kr	TOTALT	-231 765 kr	-236 797 kr	-170 296 kr
Malmö BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	64 677 kr	57 077 kr	121 754 kr	INTÅKTER	73 113 kr	66 067 kr	139 180 kr
Energibesparing	49 207 kr	44 435 kr	93 642 kr	Energibesparing	55 039 kr	49 272 kr	104 312 kr
Effektbesparing	15 470 kr	12 642 kr	28 112 kr	Effektbesparing	18 074 kr	16 795 kr	34 868 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-233 589 kr	-241 189 kr	-176 512 kr	TOTALT	-225 152 kr	-232 198 kr	-159 085 kr
Malmö BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	40 484 kr	35 220 kr	75 704 kr	INTÅKTER	49 205 kr	44 113 kr	93 318 kr
Energibesparing	31 423 kr	27 194 kr	58 617 kr	Energibesparing	34 568 kr	30 009 kr	64 576 kr
Effektbesparing	9 061 kr	8 026 kr	17 087 kr	Effektbesparing	14 637 kr	14 105 kr	28 742 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-257 781 kr	-263 046 kr	-222 562 kr	TOTALT	-249 061 kr	-254 152 kr	-204 947 kr

*Tabell 19 Sundsvall nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 10 400 kr/lgh (249 600 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt är 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

SUNDSVALL NYPRODUKTION							
Sundsvall Energi				Öviks Energi			
Sundsvall BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	72 715 kr	69 417 kr	142 132 kr	INTÅKTER	74 275 kr	67 182 kr	141 456 kr
Energibesparing	46 841 kr	45 980 kr	92 822 kr	Energibesparing	49 744 kr	44 961 kr	94 704 kr
Effektbesparing	25 873 kr	23 437 kr	49 310 kr	Effektbesparing	24 531 kr	22 221 kr	46 752 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-225 551 kr	-228 848 kr	-156 133 kr	TOTALT	-223 991 kr	-231 084 kr	-156 809 kr
Sundsvall BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	61 629 kr	57 703 kr	119 332 kr	INTÅKTER	61 432 kr	54 774 kr	116 206 kr
Energibesparing	40 215 kr	38 622 kr	78 837 kr	Energibesparing	41 128 kr	36 683 kr	77 811 kr
Effektbesparing	21 415 kr	19 081 kr	40 495 kr	Effektbesparing	20 303 kr	18 091 kr	38 394 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-236 636 kr	-240 563 kr	-178 934 kr	TOTALT	-236 834 kr	-243 491 kr	-182 060 kr
Sundsvall BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	61 855 kr	53 201 kr	115 056 kr	INTÅKTER	60 334 kr	50 084 kr	110 417 kr
Energibesparing	40 822 kr	35 742 kr	76 563 kr	Energibesparing	40 392 kr	33 530 kr	73 921 kr
Effektbesparing	21 033 kr	17 460 kr	38 493 kr	Effektbesparing	19 942 kr	16 554 kr	36 496 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-236 411 kr	-245 064 kr	-183 209 kr	TOTALT	-237 932 kr	-248 182 kr	-187 848 kr
Sundsvall BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	36 628 kr	33 019 kr	69 647 kr	INTÅKTER	31 859 kr	28 208 kr	60 067 kr
Energibesparing	25 522 kr	23 189 kr	48 711 kr	Energibesparing	21 329 kr	18 888 kr	40 218 kr
Effektbesparing	11 106 kr	9 830 kr	20 936 kr	Effektbesparing	10 529 kr	9 320 kr	19 849 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr	KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr	Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-261 638 kr	-265 246 kr	-228 619 kr	TOTALT	-266 407 kr	-270 057 kr	-238 198 kr

*Tabell 20 Kiruna nyproduktion, en värmemätare, installationskostnad 10 400 kr/lgh (249 600 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnaden uppfyller BBRs minimikrav vad gäller energiprestanda samt är 10, 25 respektive 50 procent bättre.*

KIRUNA NYPRODUKTION			
Tekniska verken			
Kiruna BBR	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	81 927 kr	78 590 kr	160 517 kr
Energibesparing	59 263 kr	57 353 kr	116 616 kr
Effektbesparing	22 664 kr	21 237 kr	43 901 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-216 339 kr	-219 675 kr	-137 749 kr
Kiruna BBR -10	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	66 991 kr	65 064 kr	132 055 kr
Energibesparing	48 384 kr	47 451 kr	95 835 kr
Effektbesparing	18 607 kr	17 613 kr	36 220 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-231 275 kr	-233 201 kr	-166 211 kr
Kiruna BBR -25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	60 353 kr	53 934 kr	114 286 kr
Energibesparing	43 098 kr	39 020 kr	82 118 kr
Effektbesparing	17 255 kr	14 914 kr	32 168 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-237 913 kr	-244 332 kr	-183 979 kr
Kiruna BBR -50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	36 937 kr	30 986 kr	67 923 kr
Energibesparing	28 010 kr	23 473 kr	51 482 kr
Effektbesparing	8 928 kr	7 513 kr	16 441 kr
KOSTNADER	298 265 kr	298 265 kr	298 265 kr
Investeringskostnad	249 600 kr	249 600 kr	249 600 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-261 328 kr	-267 280 kr	-230 342 kr

*Tabell 21 Stockholm ombyggnad, tre värmemätare, installationskostnad 8 800 kr/lgh (211 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

STOCKHOLM OMBYGGNAD				STOCKHOLM OMBYGGNAD			
Fortum Trygg				EON Bro			
Stockholm BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Stockholm BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	99 006 kr	96 892 kr	195 898 kr	INTÅKTER	99 799 kr	96 957 kr	196 756 kr
Energibesparing	86 681 kr	84 475 kr	171 157 kr	Energibesparing	70 237 kr	66 514 kr	136 751 kr
Effektbesparing	12 325 kr	12 416 kr	24 741 kr	Effektbesparing	29 562 kr	30 443 kr	60 005 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr	KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr	Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-160 859 kr	-162 974 kr	-63 968 kr	TOTALT	-160 066 kr	-162 908 kr	-63 109 kr
Stockholm BBR + 50				Stockholm BBR + 50			
INTÅKTER	113 242 kr	110 728 kr	223 970 kr	INTÅKTER	114 752 kr	111 177 kr	225 928 kr
Energibesparing	99 312 kr	96 712 kr	196 025 kr	Energibesparing	81 696 kr	77 478 kr	159 174 kr
Effektbesparing	13 929 kr	14 016 kr	27 945 kr	Effektbesparing	33 056 kr	33 698 kr	66 754 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr	KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr	Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-146 624 kr	-149 137 kr	-35 895 kr	TOTALT	-145 114 kr	-148 689 kr	-33 937 kr
Stockholm BBR + 75				Stockholm BBR + 75			
INTÅKTER	141 334 kr	135 603 kr	276 937 kr	INTÅKTER	144 499 kr	137 968 kr	282 466 kr
Energibesparing	124 514 kr	118 704 kr	243 218 kr	Energibesparing	104 740 kr	97 601 kr	202 342 kr
Effektbesparing	16 820 kr	16 898 kr	33 718 kr	Effektbesparing	39 758 kr	40 366 kr	80 124 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr	KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr	Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-118 531 kr	-124 263 kr	17 071 kr	TOTALT	-115 367 kr	-121 898 kr	22 601 kr

*Tabell 22 Malmö ombyggnad, tre värmemätare, installationskostnad 8 800 kr/lgh (211 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

MALMÖ OMBYGGNAD				MALMÖ OMBYGGNAD			
EON Värme				Kraftringen, Lund			
Malmö BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	99 808 kr	91 397 kr	191 205 kr	INTÅKTER	107 703 kr	102 896 kr	210 599 kr
Energibesparing	72 512 kr	69 378 kr	141 890 kr	Energibesparing	84 838 kr	79 729 kr	164 567 kr
Effektbesparing	27 296 kr	22 018 kr	49 315 kr	Effektbesparing	22 865 kr	23 167 kr	46 032 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr	KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr	Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-160 057 kr	-168 469 kr	-68 661 kr	TOTALT	-152 163 kr	-156 969 kr	-49 266 kr
Malmö BBR + 50				Malmö BBR + 50			
INTÅKTER	116 776 kr	109 061 kr	225 837 kr	INTÅKTER	124 684 kr	119 236 kr	243 920 kr
Energibesparing	83 506 kr	80 316 kr	163 822 kr	Energibesparing	98 945 kr	93 310 kr	192 255 kr
Effektbesparing	33 270 kr	28 745 kr	62 015 kr	Effektbesparing	25 740 kr	25 926 kr	51 665 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr	KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr	Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-143 089 kr	-150 804 kr	-34 028 kr	TOTALT	-135 181 kr	-140 629 kr	-15 945 kr
Malmö BBR + 75				Malmö BBR + 75			
INTÅKTER	141 609 kr	139 127 kr	280 736 kr	INTÅKTER	155 776 kr	149 351 kr	305 126 kr
Energibesparing	103 406 kr	99 599 kr	203 005 kr	Energibesparing	124 479 kr	118 064 kr	242 543 kr
Effektbesparing	38 202 kr	39 529 kr	77 731 kr	Effektbesparing	31 296 kr	31 287 kr	62 583 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr	KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr	Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-118 257 kr	-120 738 kr	20 871 kr	TOTALT	-104 090 kr	-110 514 kr	45 261 kr

*Tabell 23 Sundsvall ombyggnad, tre värmemätare, installationskostnad 8 800 kr/lgh (211 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

SUNDSVALL OMBYGGNAD				SUNDSVALL OMBYGGNAD			
Sundsvall Energi				Öviks Energi			
Sundsvall BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	100 736 kr	99 312 kr	200 048 kr	INTÅKTER	108 581 kr	105 478 kr	214 059 kr
Energibesparing	62 883 kr	62 572 kr	125 454 kr	Energibesparing	72 692 kr	70 643 kr	143 336 kr
Effektbesparing	37 853 kr	36 740 kr	74 593 kr	Effektbesparing	35 889 kr	34 834 kr	70 723 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr	KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr	Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-159 130 kr	-160 553 kr	-59 818 kr	TOTALT	-151 284 kr	-154 388 kr	-45 807 kr
Sundsvall BBR + 50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR + 50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	134 476 kr	128 167 kr	262 643 kr	INTÅKTER	127 016 kr	121 058 kr	248 074 kr
Energibesparing	90 196 kr	85 965 kr	176 161 kr	Energibesparing	85 034 kr	81 045 kr	166 079 kr
Effektbesparing	44 280 kr	42 202 kr	86 482 kr	Effektbesparing	41 982 kr	40 013 kr	81 995 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr	KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr	Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-125 390 kr	-131 698 kr	2 778 kr	TOTALT	-132 849 kr	-138 807 kr	-11 791 kr
Sundsvall BBR + 75	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR + 75	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	145 811 kr	140 572 kr	286 383 kr	INTÅKTER	165 085 kr	154 074 kr	319 159 kr
Energibesparing	88 260 kr	86 860 kr	175 119 kr	Energibesparing	110 520 kr	103 148 kr	213 669 kr
Effektbesparing	57 551 kr	53 712 kr	111 263 kr	Effektbesparing	54 565 kr	50 925 kr	105 491 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr	KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr	Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-114 055 kr	-119 293 kr	26 517 kr	TOTALT	-94 780 kr	-105 792 kr	59 294 kr

*Tabell 24 Kiruna ombyggnad, tre värmemätare, installationskostnad 8 800 kr/lgh (211 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

KIRUNA OMBYGGNAD			
Tekniska verken			
Kiruna BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	115 504 kr	111 660 kr	227 163 kr
Energibesparing	81 545 kr	79 354 kr	160 899 kr
Effektbesparing	33 959 kr	32 305 kr	66 264 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-144 361 kr	-148 206 kr	-32 702 kr
Kiruna BBR + 50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	131 783 kr	128 006 kr	259 789 kr
Energibesparing	92 369 kr	90 080 kr	182 449 kr
Effektbesparing	39 413 kr	37 926 kr	77 340 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-128 083 kr	-131 859 kr	-76 kr
Kiruna BBR + 75	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	164 231 kr	161 712 kr	325 943 kr
Energibesparing	114 883 kr	113 677 kr	228 560 kr
Effektbesparing	49 349 kr	48 035 kr	97 383 kr
KOSTNADER	259 865 kr	259 865 kr	259 865 kr
Investeringskostnad	211 200 kr	211 200 kr	211 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-95 634 kr	-98 153 kr	66 078 kr

## Bilaga 2 – Beräkningsresultat värmemätning flerbostadshus - vid uppförande och ombyggnad

*Tabell 25 Stockholm ombyggnad, tre värmemätare, installationskostnad 16 000 kr/lgh (384 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

STOCKHOLM OMBYGGNAD				STOCKHOLM OMBYGGNAD			
Fortum Trygg				EON Bro			
Stockholm BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Stockholm BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	99 006 kr	96 892 kr	195 898 kr	INTÅKTER	99 799 kr	96 957 kr	196 756 kr
Energibesparing	86 681 kr	84 475 kr	171 157 kr	Energibesparing	70 237 kr	66 514 kr	136 751 kr
Effektbesparing	12 325 kr	12 416 kr	24 741 kr	Effektbesparing	29 562 kr	30 443 kr	60 005 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr	KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr	Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-333 659 kr	-335 774 kr	-236 768 kr	TOTALT	-332 866 kr	-335 708 kr	-235 909 kr
Stockholm BBR + 50				Stockholm BBR + 50			
INTÅKTER	113 242 kr	110 728 kr	223 970 kr	INTÅKTER	114 752 kr	111 177 kr	225 928 kr
Energibesparing	99 312 kr	96 712 kr	196 025 kr	Energibesparing	81 696 kr	77 478 kr	159 174 kr
Effektbesparing	13 929 kr	14 016 kr	27 945 kr	Effektbesparing	33 056 kr	33 698 kr	66 754 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr	KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr	Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-319 424 kr	-321 937 kr	-208 695 kr	TOTALT	-317 914 kr	-321 489 kr	-206 737 kr
Stockholm BBR + 75				Stockholm BBR + 75			
INTÅKTER	141 334 kr	135 603 kr	276 937 kr	INTÅKTER	144 499 kr	137 968 kr	282 466 kr
Energibesparing	124 514 kr	118 704 kr	243 218 kr	Energibesparing	104 740 kr	97 601 kr	202 342 kr
Effektbesparing	16 820 kr	16 898 kr	33 718 kr	Effektbesparing	39 758 kr	40 366 kr	80 124 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr	KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr	Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-291 331 kr	-297 063 kr	-155 729 kr	TOTALT	-288 167 kr	-294 698 kr	-150 199 kr

*Tabell 26 Malmö ombyggnad, tre värmemätare, installationskostnad 16 000 kr/lgh (384 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

MALMÖ OMBYGGNAD				MALMÖ OMBYGGNAD			
EON Värme				Kraftringen, Lund			
Malmö BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	99 808 kr	91 397 kr	191 205 kr	INTÅKTER	107 703 kr	102 896 kr	210 599 kr
Energibesparing	72 512 kr	69 378 kr	141 890 kr	Energibesparing	84 838 kr	79 729 kr	164 567 kr
Effektbesparing	27 296 kr	22 018 kr	49 315 kr	Effektbesparing	22 865 kr	23 167 kr	46 032 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr	KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr	Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-332 857 kr	-341 269 kr	-241 461 kr	TOTALT	-324 963 kr	-329 769 kr	-222 066 kr
Malmö BBR + 50				Malmö BBR + 50			
INTÅKTER	116 776 kr	109 061 kr	225 837 kr	INTÅKTER	124 684 kr	119 236 kr	243 920 kr
Energibesparing	83 506 kr	80 316 kr	163 822 kr	Energibesparing	98 945 kr	93 310 kr	192 255 kr
Effektbesparing	33 270 kr	28 745 kr	62 015 kr	Effektbesparing	25 740 kr	25 926 kr	51 665 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr	KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr	Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-315 889 kr	-323 604 kr	-206 828 kr	TOTALT	-307 981 kr	-313 429 kr	-188 745 kr
Malmö BBR + 75				Malmö BBR + 75			
INTÅKTER	141 609 kr	139 127 kr	280 736 kr	INTÅKTER	155 776 kr	149 351 kr	305 126 kr
Energibesparing	103 406 kr	99 599 kr	203 005 kr	Energibesparing	124 479 kr	118 064 kr	242 543 kr
Effektbesparing	38 202 kr	39 529 kr	77 731 kr	Effektbesparing	31 296 kr	31 287 kr	62 583 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr	KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr	Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-291 057 kr	-293 538 kr	-151 929 kr	TOTALT	-276 890 kr	-283 314 kr	-127 539 kr

*Tabell 27 Sundsvall ombyggnad, tre värmemätare, installationskostnad 16 000 kr/lgh (384 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

SUNDSVALL OMBYGGNAD				SUNDSVALL OMBYGGNAD			
Sundsvall Energi				Öviks Energi			
Sundsvall BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	100 736 kr	99 312 kr	200 048 kr	INTÅKTER	108 581 kr	105 478 kr	214 059 kr
Energibesparing	62 883 kr	62 572 kr	125 454 kr	Energibesparing	72 692 kr	70 643 kr	143 336 kr
Effektbesparing	37 853 kr	36 740 kr	74 593 kr	Effektbesparing	35 889 kr	34 834 kr	70 723 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr	KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr	Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-331 930 kr	-333 353 kr	-232 618 kr	TOTALT	-324 084 kr	-327 188 kr	-218 607 kr
Sundsvall BBR + 50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR + 50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	134 476 kr	128 167 kr	262 643 kr	INTÅKTER	127 016 kr	121 058 kr	248 074 kr
Energibesparing	90 196 kr	85 965 kr	176 161 kr	Energibesparing	85 034 kr	81 045 kr	166 079 kr
Effektbesparing	44 280 kr	42 202 kr	86 482 kr	Effektbesparing	41 982 kr	40 013 kr	81 995 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr	KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr	Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-298 190 kr	-304 498 kr	-170 022 kr	TOTALT	-305 649 kr	-311 607 kr	-184 591 kr
Sundsvall BBR + 75	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR + 75	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	145 811 kr	140 572 kr	286 383 kr	INTÅKTER	165 085 kr	154 074 kr	319 159 kr
Energibesparing	88 260 kr	86 860 kr	175 119 kr	Energibesparing	110 520 kr	103 148 kr	213 669 kr
Effektbesparing	57 551 kr	53 712 kr	111 263 kr	Effektbesparing	54 565 kr	50 925 kr	105 491 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr	KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr	Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-286 855 kr	-292 093 kr	-146 283 kr	TOTALT	-267 580 kr	-278 592 kr	-113 506 kr

*Tabell 28 Kiruna ombyggnad, tre värmemätare, installationskostnad 16 000 kr/lgh (384 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

KIRUNA OMBYGGNAD			
Tekniska verken			
Kiruna BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	115 504 kr	111 660 kr	227 163 kr
Energibesparing	81 545 kr	79 354 kr	160 899 kr
Effektbesparing	33 959 kr	32 305 kr	66 264 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-317 161 kr	-321 006 kr	-205 502 kr
Kiruna BBR + 50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	131 783 kr	128 006 kr	259 789 kr
Energibesparing	92 369 kr	90 080 kr	182 449 kr
Effektbesparing	39 413 kr	37 926 kr	77 340 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-300 883 kr	-304 659 kr	-172 876 kr
Kiruna BBR + 75	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	164 231 kr	161 712 kr	325 943 kr
Energibesparing	114 883 kr	113 677 kr	228 560 kr
Effektbesparing	49 349 kr	48 035 kr	97 383 kr
KOSTNADER	432 665 kr	432 665 kr	432 665 kr
Investeringskostnad	384 000 kr	384 000 kr	384 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-268 434 kr	-270 953 kr	-106 722 kr

## Bilaga 2 – Beräkningsresultat värmemätning flerbostadshus - vid uppförande och ombyggnad

*Tabell 29 Stockholm ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 7 600 kr/lgh (182 400 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

STOCKHOLM OMBYGGNAD				STOCKHOLM OMBYGGNAD			
Fortum Trygg				EON Bro			
Stockholm BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Stockholm BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	99 006 kr	96 892 kr	195 898 kr	INTÅKTER	99 799 kr	96 957 kr	196 756 kr
Energibesparing	86 681 kr	84 475 kr	171 157 kr	Energibesparing	70 237 kr	66 514 kr	136 751 kr
Effektbesparing	12 325 kr	12 416 kr	24 741 kr	Effektbesparing	29 562 kr	30 443 kr	60 005 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-132 059 kr	-134 174 kr	-35 168 kr	TOTALT	-131 266 kr	-134 108 kr	-34 309 kr
Stockholm BBR + 50				Stockholm BBR + 50			
INTÅKTER	113 242 kr	110 728 kr	223 970 kr	INTÅKTER	114 752 kr	111 177 kr	225 928 kr
Energibesparing	99 312 kr	96 712 kr	196 025 kr	Energibesparing	81 696 kr	77 478 kr	159 174 kr
Effektbesparing	13 929 kr	14 016 kr	27 945 kr	Effektbesparing	33 056 kr	33 698 kr	66 754 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-117 824 kr	-120 337 kr	-7 095 kr	TOTALT	-116 314 kr	-119 889 kr	-5 137 kr
Stockholm BBR + 75				Stockholm BBR + 75			
INTÅKTER	141 334 kr	135 603 kr	276 937 kr	INTÅKTER	144 499 kr	137 968 kr	282 466 kr
Energibesparing	124 514 kr	118 704 kr	243 218 kr	Energibesparing	104 740 kr	97 601 kr	202 342 kr
Effektbesparing	16 820 kr	16 898 kr	33 718 kr	Effektbesparing	39 758 kr	40 366 kr	80 124 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-89 731 kr	-95 463 kr	45 871 kr	TOTALT	-86 567 kr	-93 098 kr	51 401 kr

*Tabell 30 Malmö ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 7 600 kr/lgh (182 400 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

MALMÖ OMBYGGNAD				MALMÖ OMBYGGNAD			
EON Värme				Kraftringen, Lund			
Malmö BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	99 808 kr	91 397 kr	191 205 kr	INTÅKTER	107 703 kr	102 896 kr	210 599 kr
Energibesparing	72 512 kr	69 378 kr	141 890 kr	Energibesparing	84 838 kr	79 729 kr	164 567 kr
Effektbesparing	27 296 kr	22 018 kr	49 315 kr	Effektbesparing	22 865 kr	23 167 kr	46 032 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-131 257 kr	-139 669 kr	-39 861 kr	TOTALT	-123 363 kr	-128 169 kr	-20 466 kr
Malmö BBR + 50				Malmö BBR + 50			
INTÅKTER	116 776 kr	109 061 kr	225 837 kr	INTÅKTER	124 684 kr	119 236 kr	243 920 kr
Energibesparing	83 506 kr	80 316 kr	163 822 kr	Energibesparing	98 945 kr	93 310 kr	192 255 kr
Effektbesparing	33 270 kr	28 745 kr	62 015 kr	Effektbesparing	25 740 kr	25 926 kr	51 665 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-114 289 kr	-122 004 kr	-5 228 kr	TOTALT	-106 381 kr	-111 829 kr	12 855 kr
Malmö BBR + 75				Malmö BBR + 75			
INTÅKTER	141 609 kr	139 127 kr	280 736 kr	INTÅKTER	155 776 kr	149 351 kr	305 126 kr
Energibesparing	103 406 kr	99 599 kr	203 005 kr	Energibesparing	124 479 kr	118 064 kr	242 543 kr
Effektbesparing	38 202 kr	39 529 kr	77 731 kr	Effektbesparing	31 296 kr	31 287 kr	62 583 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-89 457 kr	-91 938 kr	49 671 kr	TOTALT	-75 290 kr	-81 714 kr	74 061 kr



*Tabell 31 Sundsvall ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 7 600 kr/lgh (182 400 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

SUNDSVALL OMBYGGNAD				SUNDSVALL OMBYGGNAD			
Sundsvall Energi				Öviks Energi			
Sundsvall BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	100 736 kr	99 312 kr	200 048 kr	INTÅKTER	108 581 kr	105 478 kr	214 059 kr
Energibesparing	62 883 kr	62 572 kr	125 454 kr	Energibesparing	72 692 kr	70 643 kr	143 336 kr
Effektbesparing	37 853 kr	36 740 kr	74 593 kr	Effektbesparing	35 889 kr	34 834 kr	70 723 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-130 330 kr	-131 753 kr	-31 018 kr	TOTALT	-122 484 kr	-125 588 kr	-17 007 kr
Sundsvall BBR + 50				Sundsvall BBR + 50			
INTÅKTER	134 476 kr	128 167 kr	262 643 kr	INTÅKTER	127 016 kr	121 058 kr	248 074 kr
Energibesparing	90 196 kr	85 965 kr	176 161 kr	Energibesparing	85 034 kr	81 045 kr	166 079 kr
Effektbesparing	44 280 kr	42 202 kr	86 482 kr	Effektbesparing	41 982 kr	40 013 kr	81 995 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-96 590 kr	-102 898 kr	31 578 kr	TOTALT	-104 049 kr	-110 007 kr	17 009 kr
Sundsvall BBR + 75				Sundsvall BBR + 75			
INTÅKTER	145 811 kr	140 572 kr	286 383 kr	INTÅKTER	165 085 kr	154 074 kr	319 159 kr
Energibesparing	88 260 kr	86 860 kr	175 119 kr	Energibesparing	110 520 kr	103 148 kr	213 669 kr
Effektbesparing	57 551 kr	53 712 kr	111 263 kr	Effektbesparing	54 565 kr	50 925 kr	105 491 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr	KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr	Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-85 255 kr	-90 493 kr	55 317 kr	TOTALT	-65 980 kr	-76 992 kr	88 094 kr

*Tabell 32 Kiruna ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 7 600 kr/lgh (182 400 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

KIRUNA OMBYGGNAD			
Tekniska verken			
Kiruna BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	115 504 kr	111 660 kr	227 163 kr
Energibesparing	81 545 kr	79 354 kr	160 899 kr
Effektbesparing	33 959 kr	32 305 kr	66 264 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-115 561 kr	-119 406 kr	-3 902 kr
Kiruna BBR + 50			
INTÅKTER	131 783 kr	128 006 kr	259 789 kr
Energibesparing	92 369 kr	90 080 kr	182 449 kr
Effektbesparing	39 413 kr	37 926 kr	77 340 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-99 283 kr	-103 059 kr	28 724 kr
Kiruna BBR + 75			
INTÅKTER	164 231 kr	161 712 kr	325 943 kr
Energibesparing	114 883 kr	113 677 kr	228 560 kr
Effektbesparing	49 349 kr	48 035 kr	97 383 kr
KOSTNADER	231 065 kr	231 065 kr	231 065 kr
Investeringskostnad	182 400 kr	182 400 kr	182 400 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-66 834 kr	-69 353 kr	94 878 kr

*Tabell 33 Stockholm ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 5 000 kr/lgh (120 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

STOCKHOLM OMBYGGNAD							
Fortum Trygg				EON Bro			
Stockholm BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Stockholm BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	99 006 kr	96 892 kr	195 898 kr	INTÅKTER	99 799 kr	96 957 kr	196 756 kr
Energibesparing	86 681 kr	84 475 kr	171 157 kr	Energibesparing	70 237 kr	66 514 kr	136 751 kr
Effektbesparing	12 325 kr	12 416 kr	24 741 kr	Effektbesparing	29 562 kr	30 443 kr	60 005 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-69 659 kr	-71 774 kr	27 232 kr	TOTALT	-68 866 kr	-71 708 kr	28 091 kr
Stockholm BBR + 50				Stockholm BBR + 50			
INTÅKTER	113 242 kr	110 728 kr	223 970 kr	INTÅKTER	114 752 kr	111 177 kr	225 928 kr
Energibesparing	99 312 kr	96 712 kr	196 025 kr	Energibesparing	81 696 kr	77 478 kr	159 174 kr
Effektbesparing	13 929 kr	14 016 kr	27 945 kr	Effektbesparing	33 056 kr	33 698 kr	66 754 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-55 424 kr	-57 937 kr	55 305 kr	TOTALT	-53 914 kr	-57 489 kr	57 263 kr
Stockholm BBR + 75				Stockholm BBR + 75			
INTÅKTER	141 334 kr	135 603 kr	276 937 kr	INTÅKTER	144 499 kr	137 968 kr	282 466 kr
Energibesparing	124 514 kr	118 704 kr	243 218 kr	Energibesparing	104 740 kr	97 601 kr	202 342 kr
Effektbesparing	16 820 kr	16 898 kr	33 718 kr	Effektbesparing	39 758 kr	40 366 kr	80 124 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-27 331 kr	-33 063 kr	108 271 kr	TOTALT	-24 167 kr	-30 698 kr	113 801 kr

*Tabell 34 Malmö ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 5 000 kr/lgh (120 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

MALMÖ OMBYGGNAD							
EON Värme				Kraftringen, Lund			
Malmö BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	99 808 kr	91 397 kr	191 205 kr	INTÅKTER	107 703 kr	102 896 kr	210 599 kr
Energibesparing	72 512 kr	69 378 kr	141 890 kr	Energibesparing	84 838 kr	79 729 kr	164 567 kr
Effektbesparing	27 296 kr	22 018 kr	49 315 kr	Effektbesparing	22 865 kr	23 167 kr	46 032 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-68 857 kr	-77 269 kr	22 539 kr	TOTALT	-60 963 kr	-65 769 kr	41 934 kr
Malmö BBR + 50				Malmö BBR + 50			
INTÅKTER	116 776 kr	109 061 kr	225 837 kr	INTÅKTER	124 684 kr	119 236 kr	243 920 kr
Energibesparing	83 506 kr	80 316 kr	163 822 kr	Energibesparing	98 945 kr	93 310 kr	192 255 kr
Effektbesparing	33 270 kr	28 745 kr	62 015 kr	Effektbesparing	25 740 kr	25 926 kr	51 665 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-51 889 kr	-59 604 kr	57 172 kr	TOTALT	-43 981 kr	-49 429 kr	75 255 kr
Malmö BBR + 75				Malmö BBR + 75			
INTÅKTER	141 609 kr	139 127 kr	280 736 kr	INTÅKTER	155 776 kr	149 351 kr	305 126 kr
Energibesparing	103 406 kr	99 599 kr	203 005 kr	Energibesparing	124 479 kr	118 064 kr	242 543 kr
Effektbesparing	38 202 kr	39 529 kr	77 731 kr	Effektbesparing	31 296 kr	31 287 kr	62 583 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-27 057 kr	-29 538 kr	112 071 kr	TOTALT	-12 890 kr	-19 314 kr	136 461 kr

*Tabell 35 Sundsvall ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 5 000 kr/lgh (120 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

SUNDSVALL OMBYGGNAD				SUNDSVALL OMBYGGNAD			
Sundsvall Energi				Öviks Energi			
Sundsvall BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	100 736 kr	99 312 kr	200 048 kr	INTÅKTER	108 581 kr	105 478 kr	214 059 kr
Energibesparing	62 883 kr	62 572 kr	125 454 kr	Energibesparing	72 692 kr	70 643 kr	143 336 kr
Effektbesparing	37 853 kr	36 740 kr	74 593 kr	Effektbesparing	35 889 kr	34 834 kr	70 723 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-67 930 kr	-69 353 kr	31 382 kr	TOTALT	-60 084 kr	-63 188 kr	45 393 kr
Sundsvall BBR + 50				Sundsvall BBR + 50			
INTÅKTER	134 476 kr	128 167 kr	262 643 kr	INTÅKTER	127 016 kr	121 058 kr	248 074 kr
Energibesparing	90 196 kr	85 965 kr	176 161 kr	Energibesparing	85 034 kr	81 045 kr	166 079 kr
Effektbesparing	44 280 kr	42 202 kr	86 482 kr	Effektbesparing	41 982 kr	40 013 kr	81 995 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-34 190 kr	-40 498 kr	93 978 kr	TOTALT	-41 649 kr	-47 607 kr	79 409 kr
Sundsvall BBR + 75				Sundsvall BBR + 75			
INTÅKTER	145 811 kr	140 572 kr	286 383 kr	INTÅKTER	165 085 kr	154 074 kr	319 159 kr
Energibesparing	88 260 kr	86 860 kr	175 119 kr	Energibesparing	110 520 kr	103 148 kr	213 669 kr
Effektbesparing	57 551 kr	53 712 kr	111 263 kr	Effektbesparing	54 565 kr	50 925 kr	105 491 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr	KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr	Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-22 855 kr	-28 093 kr	117 717 kr	TOTALT	-3 580 kr	-14 592 kr	150 494 kr

*Tabell 36 Kiruna ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 5 000 kr/lgh (120 000 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

SUNDSVALL OMBYGGNAD			
Tekniska verken			
Kiruna BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	115 504 kr	111 660 kr	227 163 kr
Energibesparing	81 545 kr	79 354 kr	160 899 kr
Effektbesparing	33 959 kr	32 305 kr	66 264 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-53 161 kr	-57 006 kr	58 498 kr
Kiruna BBR + 50			
INTÅKTER	131 783 kr	128 006 kr	259 789 kr
Energibesparing	92 369 kr	90 080 kr	182 449 kr
Effektbesparing	39 413 kr	37 926 kr	77 340 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-36 883 kr	-40 659 kr	91 124 kr
Kiruna BBR + 75			
INTÅKTER	164 231 kr	161 712 kr	325 943 kr
Energibesparing	114 883 kr	113 677 kr	228 560 kr
Effektbesparing	49 349 kr	48 035 kr	97 383 kr
KOSTNADER	168 665 kr	168 665 kr	168 665 kr
Investeringskostnad	120 000 kr	120 000 kr	120 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-4 434 kr	-6 953 kr	157 278 kr

*Tabell 37 Stockholm ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 3 050 kr/lgh (73 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

STOCKHOLM OMBYGGNAD				STOCKHOLM OMBYGGNAD			
Fortum Trygg				EON Bro			
Stockholm BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Stockholm BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	99 006 kr	96 892 kr	195 898 kr	INTÅKTER	99 799 kr	96 957 kr	196 756 kr
Energibesparing	86 681 kr	84 475 kr	171 157 kr	Energibesparing	70 237 kr	66 514 kr	136 751 kr
Effektbesparing	12 325 kr	12 416 kr	24 741 kr	Effektbesparing	29 562 kr	30 443 kr	60 005 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-22 859 kr	-24 974 kr	74 032 kr	TOTALT	-22 066 kr	-24 908 kr	74 891 kr
Stockholm BBR + 50				Stockholm BBR + 50			
INTÅKTER	113 242 kr	110 728 kr	223 970 kr	INTÅKTER	114 752 kr	111 177 kr	225 928 kr
Energibesparing	99 312 kr	96 712 kr	196 025 kr	Energibesparing	81 696 kr	77 478 kr	159 174 kr
Effektbesparing	13 929 kr	14 016 kr	27 945 kr	Effektbesparing	33 056 kr	33 698 kr	66 754 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-8 624 kr	-11 137 kr	102 105 kr	TOTALT	-7 114 kr	-10 689 kr	104 063 kr
Stockholm BBR + 75				Stockholm BBR + 75			
INTÅKTER	141 334 kr	135 603 kr	276 937 kr	INTÅKTER	144 499 kr	137 968 kr	282 466 kr
Energibesparing	124 514 kr	118 704 kr	243 218 kr	Energibesparing	104 740 kr	97 601 kr	202 342 kr
Effektbesparing	16 820 kr	16 898 kr	33 718 kr	Effektbesparing	39 758 kr	40 366 kr	80 124 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	19 469 kr	13 737 kr	155 071 kr	TOTALT	22 633 kr	16 102 kr	160 601 kr

*Tabell 38 Malmö ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 3 050 kr/lgh (73 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

MALMÖ OMBYGGNAD				MALMÖ OMBYGGNAD			
EON Värme				Kraftringen, Lund			
Malmö BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Malmö BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	99 808 kr	91 397 kr	191 205 kr	INTÅKTER	107 703 kr	102 896 kr	210 599 kr
Energibesparing	72 512 kr	69 378 kr	141 890 kr	Energibesparing	84 838 kr	79 729 kr	164 567 kr
Effektbesparing	27 296 kr	22 018 kr	49 315 kr	Effektbesparing	22 865 kr	23 167 kr	46 032 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-22 057 kr	-30 469 kr	69 339 kr	TOTALT	-14 163 kr	-18 969 kr	88 734 kr
Malmö BBR + 50				Malmö BBR + 50			
INTÅKTER	116 776 kr	109 061 kr	225 837 kr	INTÅKTER	124 684 kr	119 236 kr	243 920 kr
Energibesparing	83 506 kr	80 316 kr	163 822 kr	Energibesparing	98 945 kr	93 310 kr	192 255 kr
Effektbesparing	33 270 kr	28 745 kr	62 015 kr	Effektbesparing	25 740 kr	25 926 kr	51 665 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-5 089 kr	-12 804 kr	103 972 kr	TOTALT	2 819 kr	-2 629 kr	122 055 kr
Malmö BBR + 75				Malmö BBR + 75			
INTÅKTER	141 609 kr	139 127 kr	280 736 kr	INTÅKTER	155 776 kr	149 351 kr	305 126 kr
Energibesparing	103 406 kr	99 599 kr	203 005 kr	Energibesparing	124 479 kr	118 064 kr	242 543 kr
Effektbesparing	38 202 kr	39 529 kr	77 731 kr	Effektbesparing	31 296 kr	31 287 kr	62 583 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	19 743 kr	17 262 kr	158 871 kr	TOTALT	33 910 kr	27 486 kr	183 261 kr

*Tabell 39 Sundsvall ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 3 050 kr/lgh (73 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

SUNDSVALL OMBYGGNAD				SUNDSVALL OMBYGGNAD			
Sundsvall Energi				Öviks Energi			
Sundsvall BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	100 736 kr	99 312 kr	200 048 kr	INTÅKTER	108 581 kr	105 478 kr	214 059 kr
Energibesparing	62 883 kr	62 572 kr	125 454 kr	Energibesparing	72 692 kr	70 643 kr	143 336 kr
Effektbesparing	37 853 kr	36 740 kr	74 593 kr	Effektbesparing	35 889 kr	34 834 kr	70 723 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-21 130 kr	-22 553 kr	78 182 kr	TOTALT	-13 284 kr	-16 388 kr	92 193 kr
Sundsvall BBR + 50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR + 50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	134 476 kr	128 167 kr	262 643 kr	INTÅKTER	127 016 kr	121 058 kr	248 074 kr
Energibesparing	90 196 kr	85 965 kr	176 161 kr	Energibesparing	85 034 kr	81 045 kr	166 079 kr
Effektbesparing	44 280 kr	42 202 kr	86 482 kr	Effektbesparing	41 982 kr	40 013 kr	81 995 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	12 610 kr	6 302 kr	140 778 kr	TOTALT	5 151 kr	-807 kr	126 209 kr
Sundsvall BBR + 75	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C	Sundsvall BBR + 75	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	145 811 kr	140 572 kr	286 383 kr	INTÅKTER	165 085 kr	154 074 kr	319 159 kr
Energibesparing	88 260 kr	86 860 kr	175 119 kr	Energibesparing	110 520 kr	103 148 kr	213 669 kr
Effektbesparing	57 551 kr	53 712 kr	111 263 kr	Effektbesparing	54 565 kr	50 925 kr	105 491 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr	KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr	Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	23 945 kr	18 707 kr	164 517 kr	TOTALT	43 220 kr	32 208 kr	197 294 kr

*Tabell 40 Kiruna ombyggnad, en värmemätare, installationskostnad 3 050 kr/lgh (73 200 kr för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag. Typbyggnadens energiprestanda är 25, 50 respektive 75 procent sämre än BBRs minimikrav.*

KIRUNA OMBYGGNAD			
Tekniska verken			
Kiruna BBR + 25	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	115 504 kr	111 660 kr	227 163 kr
Energibesparing	81 545 kr	79 354 kr	160 899 kr
Effektbesparing	33 959 kr	32 305 kr	66 264 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-6 361 kr	-10 206 kr	105 298 kr
Kiruna BBR + 50	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	131 783 kr	128 006 kr	259 789 kr
Energibesparing	92 369 kr	90 080 kr	182 449 kr
Effektbesparing	39 413 kr	37 926 kr	77 340 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	9 917 kr	6 141 kr	137 924 kr
Kiruna BBR + 75	23-22 °C	22-21 °C	23-21 °C
INTÅKTER	164 231 kr	161 712 kr	325 943 kr
Energibesparing	114 883 kr	113 677 kr	228 560 kr
Effektbesparing	49 349 kr	48 035 kr	97 383 kr
KOSTNADER	121 865 kr	121 865 kr	121 865 kr
Investeringskostnad	73 200 kr	73 200 kr	73 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	42 366 kr	39 847 kr	204 078 kr

Bilaga 2 – Beräkningsresultat värmemätning flerbostadshus - vid uppförande och ombyggnad

*Tabell 41 Tabell 42 Känslighetsanalys, kalkylränta och energipriser. Exempel Stockholm, BBR-hus, Fortum trygg*

Känslighetsanalys, 23-22 grader		STOCKHOLM		BBR HUS		Fortum		Trygg				
% energiprisökning (101% = 1% real årlig ökning under 10 år, 102%=2% real ökning under 10 år, osv)												
-97 426 kr	1	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,1	
0	-92 169 kr	-88 688 kr	-85 017 kr	-81 145 kr	-77 061 kr	-72 755 kr	-68 215 kr	-63 428 kr	-58 381 kr	-53 061 kr	-47 455 kr	
0,01	-93 640 kr	-90 404 kr	-86 993 kr	-83 397 kr	-79 606 kr	-75 610 kr	-71 399 kr	-66 961 kr	-62 284 kr	-57 357 kr	-52 165 kr	
0,02	-95 000 kr	-91 989 kr	-88 815 kr	-85 471 kr	-81 948 kr	-78 236 kr	-74 325 kr	-70 206 kr	-65 867 kr	-61 296 kr	-56 483 kr	
0,03	-96 259 kr	-93 453 kr	-90 497 kr	-87 384 kr	-84 106 kr	-80 653 kr	-77 017 kr	-73 189 kr	-69 158 kr	-64 915 kr	-60 448 kr	
0,04	-97 426 kr	-94 808 kr	-92 052 kr	-89 151 kr	-86 096 kr	-82 881 kr	-79 497 kr	-75 936 kr	-72 187 kr	-68 243 kr	-64 092 kr	
0,05	-98 510 kr	-96 064 kr	-93 491 kr	-90 784 kr	-87 935 kr	-84 938 kr	-81 785 kr	-78 468 kr	-74 978 kr	-71 307 kr	-67 445 kr	
0,06	-99 516 kr	-97 230 kr	-94 825 kr	-92 296 kr	-89 636 kr	-86 839 kr	-83 898 kr	-80 805 kr	-77 552 kr	-74 132 kr	-70 536 kr	
0,07	-100 453 kr	-98 312 kr	-96 063 kr	-93 698 kr	-91 212 kr	-88 599 kr	-85 852 kr	-82 964 kr	-79 929 kr	-76 739 kr	-73 387 kr	
Känslighetsanalys, 22-21 grader		STOCKHOLM		BBR HUS		Fortum		Trygg				
% energiprisökning (101% = 1% real årlig ökning under 10 år, 102%=2% real ökning under 10 år, osv)												
-100 083 kr	1	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,1	
0	-95 444 kr	-92 116 kr	-88 606 kr	-84 904 kr	-81 000 kr	-76 883 kr	-72 542 kr	-67 966 kr	-63 141 kr	-58 055 kr	-52 695 kr	
0,01	-96 742 kr	-93 649 kr	-90 387 kr	-86 949 kr	-83 325 kr	-79 505 kr	-75 478 kr	-71 235 kr	-66 764 kr	-62 053 kr	-57 089 kr	
0,02	-97 942 kr	-95 063 kr	-92 029 kr	-88 832 kr	-85 463 kr	-81 914 kr	-78 176 kr	-74 237 kr	-70 089 kr	-65 719 kr	-61 118 kr	
0,03	-99 053 kr	-96 370 kr	-93 544 kr	-90 568 kr	-87 433 kr	-84 133 kr	-80 657 kr	-76 997 kr	-73 143 kr	-69 086 kr	-64 815 kr	
0,04	-100 083 kr	-97 580 kr	-94 945 kr	-92 171 kr	-89 251 kr	-86 177 kr	-82 942 kr	-79 537 kr	-75 953 kr	-72 181 kr	-68 213 kr	
0,05	-101 038 kr	-98 701 kr	-96 241 kr	-93 652 kr	-90 929 kr	-88 064 kr	-85 049 kr	-81 877 kr	-78 541 kr	-75 031 kr	-71 339 kr	
0,06	-101 927 kr	-99 741 kr	-97 442 kr	-95 024 kr	-92 481 kr	-89 807 kr	-86 995 kr	-84 037 kr	-80 928 kr	-77 658 kr	-74 219 kr	
0,07	-102 753 kr	-100 707 kr	-98 556 kr	-96 295 kr	-93 918 kr	-91 420 kr	-88 794 kr	-86 033 kr	-83 131 kr	-80 082 kr	-76 876 kr	
Känslighetsanalys, 23-21 grader		STOCKHOLM		BBR HUS		Fortum		Trygg				
% energiprisökning (101% = 1% real årlig ökning under 10 år, 102%=2% real ökning under 10 år, osv)												
-28 844 kr	1	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,1	
0	-7 613 kr	-804 kr	6 377 kr	13 951 kr	21 939 kr	30 362 kr	39 243 kr	48 607 kr	58 478 kr	68 883 kr	79 851 kr	
0,01	-13 555 kr	-7 225 kr	-552 kr	6 482 kr	13 897 kr	21 713 kr	29 950 kr	38 631 kr	47 779 kr	57 418 kr	67 574 kr	
0,02	-19 047 kr	-13 156 kr	-6 948 kr	-407 kr	6 484 kr	13 745 kr	21 395 kr	29 453 kr	37 940 kr	46 880 kr	56 295 kr	
0,03	-24 131 kr	-18 642 kr	-12 860 kr	-6 771 kr	-358 kr	6 396 kr	13 507 kr	20 995 kr	28 880 kr	37 181 kr	45 919 kr	
0,04	-28 844 kr	-23 723 kr	-18 331 kr	-12 656 kr	-6 682 kr	-393 kr	6 226 kr	13 193 kr	20 525 kr	28 241 kr	36 361 kr	
0,05	-33 218 kr	-28 434 kr	-23 401 kr	-18 106 kr	-12 534 kr	-6 672 kr	-504 kr	5 985 kr	12 812 kr	19 993 kr	27 546 kr	
0,06	-37 282 kr	-32 810 kr	-28 106 kr	-23 159 kr	-17 957 kr	-12 486 kr	-6 732 kr	-682 kr	5 681 kr	12 371 kr	19 405 kr	
0,07	-41 064 kr	-36 878 kr	-32 477 kr	-27 851 kr	-22 988 kr	-17 877 kr	-12 504 kr	-6 856 kr	-919 kr	5 321 kr	11 879 kr	

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten





# Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

I denna bilaga hittas beräkningsresultaten från den traditionella kalkylen för individuell mätning av tappvarmvatten. Kalkylmodellen som konstruerats för uppdraget består av typbyggnader som placeras i Malmö, Stockholm, Sundsvall och Kiruna. I varje lägenhet installeras, vid uppförande eller ombyggnad, 1-2 mätare för individuell mätning av tappvarmvatten. Detta antas kosta 1 050 – 8 500 kr per lägenhet eller 25 200 – 204 000 kr för typbyggnaden. Driften antas kosta 250 kr per lägenhet och år eller 6 000 kr för typbyggnaden per år. Detta är kostnaderna för individuell mätning av tappvarmvatten för typbyggnaden, inklusive moms. För att beräkna intäkterna innehåller modellen bl.a. följande centrala parametrar:

- Kallvattentemperaturen på respektive ort.
- Varmvattenförbrukningen före införandet av individuell mätning.
- Minskningen i förbrukningen efter införandet av individuell mätning
- Två fjärrvärmesaxor för Malmö, Stockholm och Sundsvall samt en taxa för Kiruna.
- Taxor för vatten och avlopp i de län som respektive ort är geografiskt placerad i.

I beräkningarna är tappvarmvattenförbrukningen före installation av individuella mätare satt till 1 000 m<sup>3</sup> per år totalt för typbyggnaden. Förbrukningen antas minska med 10, 20 samt 30 procent när förbrukningen mäts individuellt.<sup>1</sup>

Kostnadseffektivitetsberäkningarna gjorda i kalkylmodellen, och som presenteras nedan i tabell 1-32, visar följande resultat:

- En minskad förbrukning av tappvarmvatten med 10 procent räcker inte för att installationen av en vattenmätare för individuell mätning ska bli kostnadseffektiv. Resultatet är detsamma vid låga installationskostnader och oavsett VA-avgift.
- En minskad förbrukning av tappvarmvatten med 20 procent och en installationskostnad på 1050 kr gör investeringen kostnadseffektiv i samtliga fall. En installationskostnad på 1050 kr innebär ett slutet system där fastighetsägaren köper en paketslösning av ett företag som installerar mätare och sköter driften. Kostnaden inkluderar inte utrustning för fjärravläsning eftersom det sker manuellt.
- En minskad förbrukning på 20 procent i kombination med en installationskostnad för en mätare på 1 375 kr gör investeringen kostnadseffektiv i vissa fall. I kommuner med låga VA-avgifter som

<sup>1</sup> Se avsnitt *Intäktsidan tappvarmvatten* om antagandena gjorda kring förbrukning av tappvarmvatten före och efter installation av mätare.

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

Stockholm stad eller Malmö räcker inte 20 procents minskad förbrukning för att installationen ska vara kostnadseffektiv.

- Lägsta installationskostnaden för två mätare är 1 875 kr vilket gör investeringen lönsam vid 20 procents besparing i de fall där VA-avgiften är hög. Samma resultat fås vid installation av en mätare där installationskostnaden är 2 300 kr per lägenhet.
- En minskad förbrukning av tappvarmvatten med 30 procent gör investeringen kostnadseffektiv i samtliga fall vid en låg investeringskostnad (1 050 – 1 875 kr per lägenhet).
- Antas en installationskostnad på 3 500 kr i kalkylen är installationen inte kostnadseffektiv i något fall när förbrukningen minskar med 20 procent. I Malmö och Stockholm med låga VA-avgifter räcker inte 30 procent minskad förbrukningen för att göra investeringen kostnadseffektiv.
- Vid en installationskostnad på 4 700 kr per lägenhet är investeringen endast kostnadseffektiv vid 30 procents minskad besparing då VA-avgiften är hög. Investeringen blir aldrig kostnadseffektiv i Malmö där VA-avgiften ligger i intervallet 9,54 – 27,3 kr/m<sup>3</sup>.
- Högre installationskostnader (6 800 – 8 500 kr i kalkylen) är en investering i individuell mätning av tappvarmvatten aldrig kostnadseffektiv enligt beräkningsresultatet.

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 1 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Stockholm.  
Installationskostnad 1 050 per lägenhet (25 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Stockholm							
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	37 853 kr	48 867 kr	58 990 kr	INTÅKTER	36 044 kr	47 059 kr	57 181 kr
Energibesparing	24 957 kr	24 957 kr	24 957 kr	Energibesparing	27 746 kr	27 746 kr	27 746 kr
Effektbesparing	8 257 kr	8 257 kr	8 257 kr	Effektbesparing	3 658 kr	3 658 kr	3 658 kr
Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr	Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr	KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr	Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-36 013 kr	-24 998 kr	-14 876 kr	TOTALT	-37 821 kr	-26 807 kr	-16 684 kr
Eon Bro	Fortum trygg			Fortum trygg			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	75 706 kr	97 735 kr	117 980 kr	INTÅKTER	72 088 kr	94 117 kr	114 362 kr
Energibesparing	49 913 kr	49 913 kr	49 913 kr	Energibesparing	55 493 kr	55 493 kr	55 493 kr
Effektbesparing	16 514 kr	16 514 kr	16 514 kr	Effektbesparing	7 317 kr	7 317 kr	7 317 kr
Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr	Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr	KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr	Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	1 840 kr	23 869 kr	44 114 kr	TOTALT	-1 777 kr	20 252 kr	40 497 kr
Eon Bro	Fortum trygg			Fortum trygg			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	113 558 kr	146 602 kr	176 969 kr	INTÅKTER	108 132 kr	141 176 kr	171 543 kr
Energibesparing	74 870 kr	74 870 kr	74 870 kr	Energibesparing	83 239 kr	83 239 kr	83 239 kr
Effektbesparing	24 770 kr	24 770 kr	24 770 kr	Effektbesparing	10 975 kr	10 975 kr	10 975 kr
Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr	Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr	KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr	Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	39 693 kr	72 737 kr	103 104 kr	TOTALT	34 267 kr	67 311 kr	97 678 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 2 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Malmö.  
Installationskostnad 1 050 per lägenhet (25 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före IMD för typbyggnaden*

Malmö							
Eon Värme	VA-avgift			Krafringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	35 277 kr	43 258 kr	49 682 kr	INTÅKTER	39 395 kr	47 376 kr	53 800 kr
Energibesparing	20 830 kr	20 830 kr	20 830 kr	Energibesparing	25 880 kr	25 880 kr	25 880 kr
Effektbesparing	6 709 kr	6 709 kr	6 709 kr	Effektbesparing	5 777 kr	5 777 kr	5 777 kr
Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr	Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr	KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr	Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-38 589 kr	-30 607 kr	-24 184 kr	TOTALT	-34 470 kr	-26 489 kr	-20 065 kr
Eon Värme				Krafringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	70 554 kr	86 516 kr	99 364 kr	INTÅKTER	78 791 kr	94 753 kr	107 600 kr
Energibesparing	41 661 kr	41 661 kr	41 661 kr	Energibesparing	51 760 kr	51 760 kr	51 760 kr
Effektbesparing	13 417 kr	13 417 kr	13 417 kr	Effektbesparing	11 555 kr	11 555 kr	11 555 kr
Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr	Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr	KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr	Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-3 312 kr	12 651 kr	25 498 kr	TOTALT	4 925 kr	20 887 kr	33 735 kr
Eon Värme				Krafringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	105 831 kr	129 774 kr	149 045 kr	INTÅKTER	118 186 kr	142 129 kr	161 401 kr
Energibesparing	62 491 kr	62 491 kr	62 491 kr	Energibesparing	77 641 kr	77 641 kr	77 641 kr
Effektbesparing	20 126 kr	20 126 kr	20 126 kr	Effektbesparing	17 332 kr	17 332 kr	17 332 kr
Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr	Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr	KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr	Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	31 965 kr	55 908 kr	75 180 kr	TOTALT	44 320 kr	68 264 kr	87 535 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 3 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Sundsvall.  
Installationskostnad 1 050 per lägenhet (25 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Sundsvall							
Sundsvall energi	VA-avgift			Öviks energi	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	46 858 kr	52 105 kr	54 993 kr	INTÅKTER	52 888 kr	58 136 kr	61 023 kr
Energibesparing	18 445 kr	18 445 kr	18 445 kr	Energibesparing	25 155 kr	25 155 kr	25 155 kr
Effektbesparing	13 099 kr	13 099 kr	13 099 kr	Effektbesparing	12 419 kr	12 419 kr	12 419 kr
Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr	Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr	KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr	Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-27 008 kr	-21 760 kr	-18 873 kr	TOTALT	-20 977 kr	-15 730 kr	-12 842 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	93 715 kr	104 211 kr	109 986 kr	INTÅKTER	105 776 kr	116 272 kr	122 047 kr
Energibesparing	36 890 kr	36 890 kr	36 890 kr	Energibesparing	50 311 kr	50 311 kr	50 311 kr
Effektbesparing	26 198 kr	26 198 kr	26 198 kr	Effektbesparing	24 839 kr	24 839 kr	24 839 kr
Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr	Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr	KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr	Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	19 850 kr	30 345 kr	36 120 kr	TOTALT	31 911 kr	42 406 kr	48 181 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	140 573 kr	156 316 kr	164 978 kr	INTÅKTER	158 664 kr	174 408 kr	183 070 kr
Energibesparing	55 335 kr	55 335 kr	55 335 kr	Energibesparing	75 466 kr	75 466 kr	75 466 kr
Effektbesparing	39 297 kr	39 297 kr	39 297 kr	Effektbesparing	37 258 kr	37 258 kr	37 258 kr
Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr	Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr	KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr	Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	66 707 kr	82 451 kr	91 113 kr	TOTALT	84 799 kr	100 542 kr	109 205 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 4 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Kiruna. Installationskostnad 1 050 per lägenhet (25 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före IMD för typbyggnaden*

Kiruna			
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
10%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	51 067 kr	54 035 kr	59 275 kr
Energibesparing	26 114 kr	26 114 kr	26 114 kr
Effektbesparing	11 164 kr	11 164 kr	11 164 kr
Vattenbesparing	13 789 kr	16 757 kr	21 997 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-22 799 kr	-19 830 kr	-14 590 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
20%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	102 134 kr	108 071 kr	118 550 kr
Energibesparing	52 229 kr	52 229 kr	52 229 kr
Effektbesparing	22 328 kr	22 328 kr	22 328 kr
Vattenbesparing	27 577 kr	33 514 kr	43 993 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	28 268 kr	34 206 kr	44 685 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
30%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	153 201 kr	162 106 kr	177 825 kr
Energibesparing	78 343 kr	78 343 kr	78 343 kr
Effektbesparing	33 492 kr	33 492 kr	33 492 kr
Vattenbesparing	41 366 kr	50 271 kr	65 990 kr
KOSTNADER	73 865 kr	73 865 kr	73 865 kr
Investeringskostnad	25 200 kr	25 200 kr	25 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	79 335 kr	88 241 kr	103 960 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 5 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Stockholm.  
Installationskostnad 1 375 per lägenhet (33 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Stockholm							
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	37 853 kr	48 867 kr	58 990 kr	INTÅKTER	36 044 kr	47 059 kr	57 181 kr
Energibesparing	24 957 kr	24 957 kr	24 957 kr	Energibesparing	27 746 kr	27 746 kr	27 746 kr
Effektbesparing	8 257 kr	8 257 kr	8 257 kr	Effektbesparing	3 658 kr	3 658 kr	3 658 kr
Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr	Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr	KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr	Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-43 813 kr	-32 798 kr	-22 676 kr	TOTALT	-45 621 kr	-34 607 kr	-24 484 kr
Eon Bro				Fortum trygg			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	75 706 kr	97 735 kr	117 980 kr	INTÅKTER	72 088 kr	94 117 kr	114 362 kr
Energibesparing	49 913 kr	49 913 kr	49 913 kr	Energibesparing	55 493 kr	55 493 kr	55 493 kr
Effektbesparing	16 514 kr	16 514 kr	16 514 kr	Effektbesparing	7 317 kr	7 317 kr	7 317 kr
Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr	Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr	KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr	Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-5 960 kr	16 069 kr	36 314 kr	TOTALT	-9 577 kr	12 452 kr	32 697 kr
Eon Bro				Fortum trygg			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	113 558 kr	146 602 kr	176 969 kr	INTÅKTER	108 132 kr	141 176 kr	171 543 kr
Energibesparing	74 870 kr	74 870 kr	74 870 kr	Energibesparing	83 239 kr	83 239 kr	83 239 kr
Effektbesparing	24 770 kr	24 770 kr	24 770 kr	Effektbesparing	10 975 kr	10 975 kr	10 975 kr
Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr	Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr	KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr	Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	31 893 kr	64 937 kr	95 304 kr	TOTALT	26 467 kr	59 511 kr	89 878 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 6 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Malmö.  
Installationskostnad 1 375 per lägenhet (33 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Malmö							
Eon Värme	VA-avgift			Kraftringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	35 277 kr	43 258 kr	49 682 kr	INTÅKTER	39 395 kr	47 376 kr	53 800 kr
Energibesparing	20 830 kr	20 830 kr	20 830 kr	Energibesparing	25 880 kr	25 880 kr	25 880 kr
Effektbesparing	6 709 kr	6 709 kr	6 709 kr	Effektbesparing	5 777 kr	5 777 kr	5 777 kr
Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr	Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr	KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr	Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-46 389 kr	-38 407 kr	-31 984 kr	TOTALT	-42 270 kr	-34 289 kr	-27 865 kr
Eon Värme				Kraftringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	70 554 kr	86 516 kr	99 364 kr	INTÅKTER	78 791 kr	94 753 kr	107 600 kr
Energibesparing	41 661 kr	41 661 kr	41 661 kr	Energibesparing	51 760 kr	51 760 kr	51 760 kr
Effektbesparing	13 417 kr	13 417 kr	13 417 kr	Effektbesparing	11 555 kr	11 555 kr	11 555 kr
Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr	Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr	KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr	Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-11 112 kr	4 851 kr	17 698 kr	TOTALT	-2 875 kr	13 087 kr	25 935 kr
Eon Värme				Kraftringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	105 831 kr	129 774 kr	149 045 kr	INTÅKTER	118 186 kr	142 129 kr	161 401 kr
Energibesparing	62 491 kr	62 491 kr	62 491 kr	Energibesparing	77 641 kr	77 641 kr	77 641 kr
Effektbesparing	20 126 kr	20 126 kr	20 126 kr	Effektbesparing	17 332 kr	17 332 kr	17 332 kr
Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr	Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr	KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr	Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	24 165 kr	48 108 kr	67 380 kr	TOTALT	36 520 kr	60 464 kr	79 735 kr



## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 7 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Sundsvall.  
Installationskostnad 1 375 per lägenhet (33 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Sundsvall							
Sundsvall energi	VA-avgift			Öviks energi	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	46 858 kr	52 105 kr	54 993 kr	INTÅKTER	52 888 kr	58 136 kr	61 023 kr
Energibesparing	18 445 kr	18 445 kr	18 445 kr	Energibesparing	25 155 kr	25 155 kr	25 155 kr
Effektbesparing	13 099 kr	13 099 kr	13 099 kr	Effektbesparing	12 419 kr	12 419 kr	12 419 kr
Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr	Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr	KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr	Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-34 808 kr	-29 560 kr	-26 673 kr	TOTALT	-28 777 kr	-23 530 kr	-20 642 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	93 715 kr	104 211 kr	109 986 kr	INTÅKTER	105 776 kr	116 272 kr	122 047 kr
Energibesparing	36 890 kr	36 890 kr	36 890 kr	Energibesparing	50 311 kr	50 311 kr	50 311 kr
Effektbesparing	26 198 kr	26 198 kr	26 198 kr	Effektbesparing	24 839 kr	24 839 kr	24 839 kr
Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr	Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr	KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr	Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	12 050 kr	22 545 kr	28 320 kr	TOTALT	24 111 kr	34 606 kr	40 381 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	140 573 kr	156 316 kr	164 978 kr	INTÅKTER	158 664 kr	174 408 kr	183 070 kr
Energibesparing	55 335 kr	55 335 kr	55 335 kr	Energibesparing	75 466 kr	75 466 kr	75 466 kr
Effektbesparing	39 297 kr	39 297 kr	39 297 kr	Effektbesparing	37 258 kr	37 258 kr	37 258 kr
Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr	Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr	KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr	Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	58 907 kr	74 651 kr	83 313 kr	TOTALT	76 999 kr	92 742 kr	101 405 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 8 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Kiruna. Installationskostnad 1 375 per lägenhet (33 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före IMD för typbyggnaden*

Kiruna			
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
10%	17kr/m3	20,66 kr/m3	27,12 kr/m3
INTÅKTER	51 067 kr	54 035 kr	59 275 kr
Energibesparing	26 114 kr	26 114 kr	26 114 kr
Effektbesparing	11 164 kr	11 164 kr	11 164 kr
Vattenbesparing	13 789 kr	16 757 kr	21 997 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-30 599 kr	-27 630 kr	-22 390 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
20%	17kr/m3	20,66 kr/m3	27,12 kr/m3
INTÅKTER	102 134 kr	108 071 kr	118 550 kr
Energibesparing	52 229 kr	52 229 kr	52 229 kr
Effektbesparing	22 328 kr	22 328 kr	22 328 kr
Vattenbesparing	27 577 kr	33 514 kr	43 993 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	20 468 kr	26 406 kr	36 885 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
30%	17kr/m3	20,66 kr/m3	27,12 kr/m3
INTÅKTER	153 201 kr	162 106 kr	177 825 kr
Energibesparing	78 343 kr	78 343 kr	78 343 kr
Effektbesparing	33 492 kr	33 492 kr	33 492 kr
Vattenbesparing	41 366 kr	50 271 kr	65 990 kr
KOSTNADER	81 665 kr	81 665 kr	81 665 kr
Investeringskostnad	33 000 kr	33 000 kr	33 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	71 535 kr	80 441 kr	96 160 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 9 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Stockholm.  
Installationskostnad 1 875 per lägenhet (45 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Stockholm							
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	37 853 kr	48 867 kr	58 990 kr	INTÅKTER	36 044 kr	47 059 kr	57 181 kr
Energibesparing	24 957 kr	24 957 kr	24 957 kr	Energibesparing	27 746 kr	27 746 kr	27 746 kr
Effektbesparing	8 257 kr	8 257 kr	8 257 kr	Effektbesparing	3 658 kr	3 658 kr	3 658 kr
Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr	Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr	KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr	Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-55 813 kr	-44 798 kr	-34 676 kr	TOTALT	-57 621 kr	-46 607 kr	-36 484 kr
Eon Bro				Fortum trygg			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	75 706 kr	97 735 kr	117 980 kr	INTÅKTER	72 088 kr	94 117 kr	114 362 kr
Energibesparing	49 913 kr	49 913 kr	49 913 kr	Energibesparing	55 493 kr	55 493 kr	55 493 kr
Effektbesparing	16 514 kr	16 514 kr	16 514 kr	Effektbesparing	7 317 kr	7 317 kr	7 317 kr
Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr	Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr	KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr	Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-17 960 kr	4 069 kr	24 314 kr	TOTALT	-21 577 kr	452 kr	20 697 kr
Eon Bro				Fortum trygg			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	113 558 kr	146 602 kr	176 969 kr	INTÅKTER	108 132 kr	141 176 kr	171 543 kr
Energibesparing	74 870 kr	74 870 kr	74 870 kr	Energibesparing	83 239 kr	83 239 kr	83 239 kr
Effektbesparing	24 770 kr	24 770 kr	24 770 kr	Effektbesparing	10 975 kr	10 975 kr	10 975 kr
Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr	Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr	KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr	Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	19 893 kr	52 937 kr	83 304 kr	TOTALT	14 467 kr	47 511 kr	77 878 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 10 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Malmö.  
Installationskostnad 1 875 per lägenhet (45 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Malmö							
Eon Värme	VA-avgift			Krafringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	35 277 kr	43 258 kr	49 682 kr	INTÅKTER	39 395 kr	47 376 kr	53 800 kr
Energibesparing	20 830 kr	20 830 kr	20 830 kr	Energibesparing	25 880 kr	25 880 kr	25 880 kr
Effektbesparing	6 709 kr	6 709 kr	6 709 kr	Effektbesparing	5 777 kr	5 777 kr	5 777 kr
Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr	Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr	KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr	Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-58 389 kr	-50 407 kr	-43 984 kr	TOTALT	-54 270 kr	-46 289 kr	-39 865 kr
Eon Värme				Krafringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	70 554 kr	86 516 kr	99 364 kr	INTÅKTER	78 791 kr	94 753 kr	107 600 kr
Energibesparing	41 661 kr	41 661 kr	41 661 kr	Energibesparing	51 760 kr	51 760 kr	51 760 kr
Effektbesparing	13 417 kr	13 417 kr	13 417 kr	Effektbesparing	11 555 kr	11 555 kr	11 555 kr
Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr	Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr	KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr	Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-23 112 kr	-7 149 kr	5 698 kr	TOTALT	-14 875 kr	1 087 kr	13 935 kr
Eon Värme				Krafringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	105 831 kr	129 774 kr	149 045 kr	INTÅKTER	118 186 kr	142 129 kr	161 401 kr
Energibesparing	62 491 kr	62 491 kr	62 491 kr	Energibesparing	77 641 kr	77 641 kr	77 641 kr
Effektbesparing	20 126 kr	20 126 kr	20 126 kr	Effektbesparing	17 332 kr	17 332 kr	17 332 kr
Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr	Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr	KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr	Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	12 165 kr	36 108 kr	55 380 kr	TOTALT	24 520 kr	48 464 kr	67 735 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 11 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Sundsvall.  
Installationskostnad 1 875 per lägenhet (45 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Sundsvall							
Sundsvall energi	VA-avgift			Öviks energi	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	46 858 kr	52 105 kr	54 993 kr	INTÅKTER	52 888 kr	58 136 kr	61 023 kr
Energibesparing	18 445 kr	18 445 kr	18 445 kr	Energibesparing	25 155 kr	25 155 kr	25 155 kr
Effektbesparing	13 099 kr	13 099 kr	13 099 kr	Effektbesparing	12 419 kr	12 419 kr	12 419 kr
Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr	Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr	KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr	Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-46 808 kr	-41 560 kr	-38 673 kr	TOTALT	-40 777 kr	-35 530 kr	-32 642 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	93 715 kr	104 211 kr	109 986 kr	INTÅKTER	105 776 kr	116 272 kr	122 047 kr
Energibesparing	36 890 kr	36 890 kr	36 890 kr	Energibesparing	50 311 kr	50 311 kr	50 311 kr
Effektbesparing	26 198 kr	26 198 kr	26 198 kr	Effektbesparing	24 839 kr	24 839 kr	24 839 kr
Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr	Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr	KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr	Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	50 kr	10 545 kr	16 320 kr	TOTALT	12 111 kr	22 606 kr	28 381 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	140 573 kr	156 316 kr	164 978 kr	INTÅKTER	158 664 kr	174 408 kr	183 070 kr
Energibesparing	55 335 kr	55 335 kr	55 335 kr	Energibesparing	75 466 kr	75 466 kr	75 466 kr
Effektbesparing	39 297 kr	39 297 kr	39 297 kr	Effektbesparing	37 258 kr	37 258 kr	37 258 kr
Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr	Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr	KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr	Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	46 907 kr	62 651 kr	71 313 kr	TOTALT	64 999 kr	80 742 kr	89 405 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 12 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Kiruna. Installationskostnad 1 875 per lägenhet (45 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före IMD för typbyggnaden*

Kiruna			
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
10%	17kr/m3	20,66 kr/m3	27,12 kr/m3
INTÅKTER	51 067 kr	54 035 kr	59 275 kr
Energibesparing	26 114 kr	26 114 kr	26 114 kr
Effektbesparing	11 164 kr	11 164 kr	11 164 kr
Vattenbesparing	13 789 kr	16 757 kr	21 997 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-42 599 kr	-39 630 kr	-34 390 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
20%	17kr/m3	20,66 kr/m3	27,12 kr/m3
INTÅKTER	102 134 kr	108 071 kr	118 550 kr
Energibesparing	52 229 kr	52 229 kr	52 229 kr
Effektbesparing	22 328 kr	22 328 kr	22 328 kr
Vattenbesparing	27 577 kr	33 514 kr	43 993 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	8 468 kr	14 406 kr	24 885 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
30%	17kr/m3	20,66 kr/m3	27,12 kr/m3
INTÅKTER	153 201 kr	162 106 kr	177 825 kr
Energibesparing	78 343 kr	78 343 kr	78 343 kr
Effektbesparing	33 492 kr	33 492 kr	33 492 kr
Vattenbesparing	41 366 kr	50 271 kr	65 990 kr
KOSTNADER	93 665 kr	93 665 kr	93 665 kr
Investeringskostnad	45 000 kr	45 000 kr	45 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	59 535 kr	68 441 kr	84 160 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 13 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Stockholm.  
Installationskostnad 2 300 per lägenhet (55 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Stockholm							
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	37 853 kr	48 867 kr	58 990 kr	INTÅKTER	36 044 kr	47 059 kr	57 181 kr
Energibesparing	24 957 kr	24 957 kr	24 957 kr	Energibesparing	27 746 kr	27 746 kr	27 746 kr
Effektbesparing	8 257 kr	8 257 kr	8 257 kr	Effektbesparing	3 658 kr	3 658 kr	3 658 kr
Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr	Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr	KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr	Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-66 013 kr	-54 998 kr	-44 876 kr	TOTALT	-67 821 kr	-56 807 kr	-46 684 kr
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	75 706 kr	97 735 kr	117 980 kr	INTÅKTER	72 088 kr	94 117 kr	114 362 kr
Energibesparing	49 913 kr	49 913 kr	49 913 kr	Energibesparing	55 493 kr	55 493 kr	55 493 kr
Effektbesparing	16 514 kr	16 514 kr	16 514 kr	Effektbesparing	7 317 kr	7 317 kr	7 317 kr
Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr	Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr	KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr	Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-28 160 kr	-6 131 kr	14 114 kr	TOTALT	-31 777 kr	-9 748 kr	10 497 kr
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	113 558 kr	146 602 kr	176 969 kr	INTÅKTER	108 132 kr	141 176 kr	171 543 kr
Energibesparing	74 870 kr	74 870 kr	74 870 kr	Energibesparing	83 239 kr	83 239 kr	83 239 kr
Effektbesparing	24 770 kr	24 770 kr	24 770 kr	Effektbesparing	10 975 kr	10 975 kr	10 975 kr
Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr	Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr	KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr	Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	9 693 kr	42 737 kr	73 104 kr	TOTALT	4 267 kr	37 311 kr	67 678 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 14 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Malmö.  
Installationskostnad 2 300 per lägenhet (55 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Malmö							
Eon Värme	VA-avgift			Kraftringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	35 277 kr	43 258 kr	49 682 kr	INTÅKTER	39 395 kr	47 376 kr	53 800 kr
Energibesparing	20 830 kr	20 830 kr	20 830 kr	Energibesparing	25 880 kr	25 880 kr	25 880 kr
Effektbesparing	6 709 kr	6 709 kr	6 709 kr	Effektbesparing	5 777 kr	5 777 kr	5 777 kr
Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr	Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr	KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr	Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-68 589 kr	-60 607 kr	-54 184 kr	TOTALT	-64 470 kr	-56 489 kr	-50 065 kr
Kraftringen Lund							
Eon Värme	VA-avgift			Kraftringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	70 554 kr	86 516 kr	99 364 kr	INTÅKTER	78 791 kr	94 753 kr	107 600 kr
Energibesparing	41 661 kr	41 661 kr	41 661 kr	Energibesparing	51 760 kr	51 760 kr	51 760 kr
Effektbesparing	13 417 kr	13 417 kr	13 417 kr	Effektbesparing	11 555 kr	11 555 kr	11 555 kr
Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr	Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr	KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr	Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-33 312 kr	-17 349 kr	-4 502 kr	TOTALT	-25 075 kr	-9 113 kr	3 735 kr
Kraftringen Lund							
Eon Värme	VA-avgift			Kraftringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	105 831 kr	129 774 kr	149 045 kr	INTÅKTER	118 186 kr	142 129 kr	161 401 kr
Energibesparing	62 491 kr	62 491 kr	62 491 kr	Energibesparing	77 641 kr	77 641 kr	77 641 kr
Effektbesparing	20 126 kr	20 126 kr	20 126 kr	Effektbesparing	17 332 kr	17 332 kr	17 332 kr
Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr	Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr	KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr	Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	1 965 kr	25 908 kr	45 180 kr	TOTALT	14 320 kr	38 264 kr	57 535 kr



## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 15 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Sundsvall.  
Installationskostnad 2 300 per lägenhet (55 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Sundsvall							
Sundsvall energi	VA-avgift			Öviks energi	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	46 858 kr	52 105 kr	54 993 kr	INTÅKTER	52 888 kr	58 136 kr	61 023 kr
Energibesparing	18 445 kr	18 445 kr	18 445 kr	Energibesparing	25 155 kr	25 155 kr	25 155 kr
Effektbesparing	13 099 kr	13 099 kr	13 099 kr	Effektbesparing	12 419 kr	12 419 kr	12 419 kr
Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr	Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr	KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr	Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-57 008 kr	-51 760 kr	-48 873 kr	TOTALT	-50 977 kr	-45 730 kr	-42 842 kr
Sundsvall energi	VA-avgift			Öviks energi	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	93 715 kr	104 211 kr	109 986 kr	INTÅKTER	105 776 kr	116 272 kr	122 047 kr
Energibesparing	36 890 kr	36 890 kr	36 890 kr	Energibesparing	50 311 kr	50 311 kr	50 311 kr
Effektbesparing	26 198 kr	26 198 kr	26 198 kr	Effektbesparing	24 839 kr	24 839 kr	24 839 kr
Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr	Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr	KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr	Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-10 150 kr	345 kr	6 120 kr	TOTALT	1 911 kr	12 406 kr	18 181 kr
Sundsvall energi	VA-avgift			Öviks energi	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	140 573 kr	156 316 kr	164 978 kr	INTÅKTER	158 664 kr	174 408 kr	183 070 kr
Energibesparing	55 335 kr	55 335 kr	55 335 kr	Energibesparing	75 466 kr	75 466 kr	75 466 kr
Effektbesparing	39 297 kr	39 297 kr	39 297 kr	Effektbesparing	37 258 kr	37 258 kr	37 258 kr
Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr	Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr	KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr	Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	36 707 kr	52 451 kr	61 113 kr	TOTALT	54 799 kr	70 542 kr	79 205 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 16 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Kiruna. Installationskostnad 2 300 per lägenhet (55 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före IMD för typbyggnaden*

Kiruna			
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
10%	17kr/m3	20,66 kr/m3	27,12 kr/m3
INTÅKTER	51 067 kr	54 035 kr	59 275 kr
Energibesparing	26 114 kr	26 114 kr	26 114 kr
Effektbesparing	11 164 kr	11 164 kr	11 164 kr
Vattenbesparing	13 789 kr	16 757 kr	21 997 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-52 799	-49 830 kr	-44 590 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
20%	17 kr/m3	20,66 kr/m3	27,12 kr/m3
INTÅKTER	102 134 kr	108 071 kr	118 550 kr
Energibesparing	52 229 kr	52 229 kr	52 229 kr
Effektbesparing	22 328 kr	22 328 kr	22 328 kr
Vattenbesparing	27 577 kr	33 514 kr	43 993 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-1 732 kr	4 206 kr	14 685 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
30%	17 kr/m3	20,66 kr/m3	27,12 kr/m3
INTÅKTER	153 201 kr	162 106 kr	177 825 kr
Energibesparing	78 343 kr	78 343 kr	78 343 kr
Effektbesparing	33 492 kr	33 492 kr	33 492 kr
Vattenbesparing	41 366 kr	50 271 kr	65 990 kr
KOSTNADER	103 865 kr	103 865 kr	103 865 kr
Investeringskostnad	55 200 kr	55 200 kr	55 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	49 335 kr	58 241 kr	73 960 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 17 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Stockholm.  
Installationskostnad 3 500 per lägenhet (84 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Stockholm							
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	37 853 kr	48 867 kr	58 990 kr	INTÅKTER	36 044 kr	47 059 kr	57 181 kr
Energibesparing	24 957 kr	24 957 kr	24 957 kr	Energibesparing	27 746 kr	27 746 kr	27 746 kr
Effektbesparing	8 257 kr	8 257 kr	8 257 kr	Effektbesparing	3 658 kr	3 658 kr	3 658 kr
Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr	Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr	KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr	Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-94 813 kr	-83 798 kr	-73 676 kr	TOTALT	-96 621 kr	-85 607 kr	-75 484 kr
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	75 706 kr	97 735 kr	117 980 kr	INTÅKTER	72 088 kr	94 117 kr	114 362 kr
Energibesparing	49 913 kr	49 913 kr	49 913 kr	Energibesparing	55 493 kr	55 493 kr	55 493 kr
Effektbesparing	16 514 kr	16 514 kr	16 514 kr	Effektbesparing	7 317 kr	7 317 kr	7 317 kr
Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr	Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr	KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr	Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-56 960 kr	-34 931 kr	-14 686 kr	TOTALT	-60 577 kr	-38 548 kr	-18 303 kr
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	113 558 kr	146 602 kr	176 969 kr	INTÅKTER	108 132 kr	141 176 kr	171 543 kr
Energibesparing	74 870 kr	74 870 kr	74 870 kr	Energibesparing	83 239 kr	83 239 kr	83 239 kr
Effektbesparing	24 770 kr	24 770 kr	24 770 kr	Effektbesparing	10 975 kr	10 975 kr	10 975 kr
Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr	Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr	KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr	Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-19 107 kr	13 937 kr	44 304 kr	TOTALT	-24 533 kr	8 511 kr	38 878 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 18 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Malmö.  
Installationskostnad 3 500 per lägenhet (84 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Malmö							
Eon Värme	VA-avgift			Krafringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	35 277 kr	43 258 kr	49 682 kr	INTÅKTER	39 395 kr	47 376 kr	53 800 kr
Energibesparing	20 830 kr	20 830 kr	20 830 kr	Energibesparing	25 880 kr	25 880 kr	25 880 kr
Effektbesparing	6 709 kr	6 709 kr	6 709 kr	Effektbesparing	5 777 kr	5 777 kr	5 777 kr
Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr	Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr	KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr	Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-97 389 kr	-89 407 kr	-82 984 kr	TOTALT	-93 270 kr	-85 289 kr	-78 865 kr
Eon Värme				Krafringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	70 554 kr	86 516 kr	99 364 kr	INTÅKTER	78 791 kr	94 753 kr	107 600 kr
Energibesparing	41 661 kr	41 661 kr	41 661 kr	Energibesparing	51 760 kr	51 760 kr	51 760 kr
Effektbesparing	13 417 kr	13 417 kr	13 417 kr	Effektbesparing	11 555 kr	11 555 kr	11 555 kr
Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr	Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr	KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr	Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-62 112 kr	-46 149 kr	-33 302 kr	TOTALT	-53 875 kr	-37 913 kr	-25 065 kr
Eon Värme				Krafringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	105 831 kr	129 774 kr	149 045 kr	INTÅKTER	118 186 kr	142 129 kr	161 401 kr
Energibesparing	62 491 kr	62 491 kr	62 491 kr	Energibesparing	77 641 kr	77 641 kr	77 641 kr
Effektbesparing	20 126 kr	20 126 kr	20 126 kr	Effektbesparing	17 332 kr	17 332 kr	17 332 kr
Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr	Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr	KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr	Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-26 835 kr	-2 892 kr	16 380 kr	TOTALT	-14 480 kr	9 464 kr	28 735 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 19 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Sundsvall.  
Installationskostnad 3 500 per lägenhet (84 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Sundsvall							
Sundsvall energi	VA-avgift			Öviks energi	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	46 858 kr	52 105 kr	54 993 kr	INTÅKTER	52 888 kr	58 136 kr	61 023 kr
Energibesparing	18 445 kr	18 445 kr	18 445 kr	Energibesparing	25 155 kr	25 155 kr	25 155 kr
Effektbesparing	13 099 kr	13 099 kr	13 099 kr	Effektbesparing	12 419 kr	12 419 kr	12 419 kr
Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr	Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr	KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr	Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-85 808 kr	-80 560 kr	-77 673 kr	TOTALT	-79 777 kr	-74 530 kr	-71 642 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	93 715 kr	104 211 kr	109 986 kr	INTÅKTER	105 776 kr	116 272 kr	122 047 kr
Energibesparing	36 890 kr	36 890 kr	36 890 kr	Energibesparing	50 311 kr	50 311 kr	50 311 kr
Effektbesparing	26 198 kr	26 198 kr	26 198 kr	Effektbesparing	24 839 kr	24 839 kr	24 839 kr
Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr	Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr	KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr	Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-38 950 kr	-28 455 kr	-22 680 kr	TOTALT	-26 889 kr	-16 394 kr	-10 619 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	140 573 kr	156 316 kr	164 978 kr	INTÅKTER	158 664 kr	174 408 kr	183 070 kr
Energibesparing	55 335 kr	55 335 kr	55 335 kr	Energibesparing	75 466 kr	75 466 kr	75 466 kr
Effektbesparing	39 297 kr	39 297 kr	39 297 kr	Effektbesparing	37 258 kr	37 258 kr	37 258 kr
Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr	Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr	KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr	Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	7 907 kr	23 651 kr	32 313 kr	TOTALT	25 999 kr	41 742 kr	50 405 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 20 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Kiruna. Installationskostnad 3 500 per lägenhet (84 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före IMD för typbyggnaden*

Kiruna			
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
10%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	51 067 kr	54 035 kr	59 275 kr
Energibesparing	26 114 kr	26 114 kr	26 114 kr
Effektbesparing	11 164 kr	11 164 kr	11 164 kr
Vattenbesparing	13 789 kr	16 757 kr	21 997 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-81 599 kr	-78 630 kr	-73 390 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
20%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	102 134 kr	108 071 kr	118 550 kr
Energibesparing	52 229 kr	52 229 kr	52 229 kr
Effektbesparing	22 328 kr	22 328 kr	22 328 kr
Vattenbesparing	27 577 kr	33 514 kr	43 993 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-30 532 kr	-24 594 kr	-14 115 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
30%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	153 201 kr	162 106 kr	177 825 kr
Energibesparing	78 343 kr	78 343 kr	78 343 kr
Effektbesparing	33 492 kr	33 492 kr	33 492 kr
Vattenbesparing	41 366 kr	50 271 kr	65 990 kr
KOSTNADER	132 665 kr	132 665 kr	132 665 kr
Investeringskostnad	84 000 kr	84 000 kr	84 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	20 535 kr	29 441 kr	45 160 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 21 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Stockholm.  
Installationskostnad 4 700 per lägenhet (112 800 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Stockholm				Fortum trygg			
Eon Bro	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	37 853 kr	48 867 kr	58 990 kr	INTÅKTER	36 044 kr	47 059 kr	57 181 kr
Energibesparing	24 957 kr	24 957 kr	24 957 kr	Energibesparing	27 746 kr	27 746 kr	27 746 kr
Effektbesparing	8 257 kr	8 257 kr	8 257 kr	Effektbesparing	3 658 kr	3 658 kr	3 658 kr
Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr	Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr	KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr	Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-123 613 kr	-112 598 kr	-102 476 kr	TOTALT	-125 421 kr	-114 407 kr	-104 284 kr
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	75 706 kr	97 735 kr	117 980 kr	INTÅKTER	72 088 kr	94 117 kr	114 362 kr
Energibesparing	49 913 kr	49 913 kr	49 913 kr	Energibesparing	55 493 kr	55 493 kr	55 493 kr
Effektbesparing	16 514 kr	16 514 kr	16 514 kr	Effektbesparing	7 317 kr	7 317 kr	7 317 kr
Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr	Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr	KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr	Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-85 760 kr	-63 731 kr	-43 486 kr	TOTALT	-89 377 kr	-67 348 kr	-47 103 kr
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	113 558 kr	146 602 kr	176 969 kr	INTÅKTER	108 132 kr	141 176 kr	171 543 kr
Energibesparing	74 870 kr	74 870 kr	74 870 kr	Energibesparing	83 239 kr	83 239 kr	83 239 kr
Effektbesparing	24 770 kr	24 770 kr	24 770 kr	Effektbesparing	10 975 kr	10 975 kr	10 975 kr
Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr	Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr	KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr	Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-47 907 kr	-14 863 kr	15 504 kr	TOTALT	-53 333 kr	-20 289 kr	10 078 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 22 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Malmö.  
Installationskostnad 4 700 per lägenhet (112 800 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Malmö							
Eon Värme	VA-avgift			Krafringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	35 277 kr	43 258 kr	49 682 kr	INTÅKTER	39 395 kr	47 376 kr	53 800 kr
Energibesparing	20 830 kr	20 830 kr	20 830 kr	Energibesparing	25 880 kr	25 880 kr	25 880 kr
Effektbesparing	6 709 kr	6 709 kr	6 709 kr	Effektbesparing	5 777 kr	5 777 kr	5 777 kr
Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr	Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr	KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr	Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-126 189 kr	-118 207 kr	-111 784 kr	TOTALT	-122 070 kr	-114 089 kr	-107 665 kr
Eon Värme	VA-avgift			Krafringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	70 554 kr	86 516 kr	99 364 kr	INTÅKTER	78 791 kr	94 753 kr	107 600 kr
Energibesparing	41 661 kr	41 661 kr	41 661 kr	Energibesparing	51 760 kr	51 760 kr	51 760 kr
Effektbesparing	13 417 kr	13 417 kr	13 417 kr	Effektbesparing	11 555 kr	11 555 kr	11 555 kr
Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr	Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr	KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr	Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-90 912 kr	-74 949 kr	-62 102 kr	TOTALT	-82 675 kr	-66 713 kr	-53 865 kr
Eon Värme	VA-avgift			Krafringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	105 831 kr	129 774 kr	149 045 kr	INTÅKTER	118 186 kr	142 129 kr	161 401 kr
Energibesparing	62 491 kr	62 491 kr	62 491 kr	Energibesparing	77 641 kr	77 641 kr	77 641 kr
Effektbesparing	20 126 kr	20 126 kr	20 126 kr	Effektbesparing	17 332 kr	17 332 kr	17 332 kr
Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr	Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr	KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr	Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-55 635 kr	-31 692 kr	-12 420 kr	TOTALT	-43 280 kr	-19 336 kr	-65 kr



## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 23 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Sundsvall.  
Installationskostnad 4 700 per lägenhet (112 800 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Sundsvall				Öviks energi			
Sundsvall energi	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	46 858 kr	52 105 kr	54 993 kr	INTÅKTER	52 888 kr	58 136 kr	61 023 kr
Energibesparing	18 445 kr	18 445 kr	18 445 kr	Energibesparing	25 155 kr	25 155 kr	25 155 kr
Effektbesparing	13 099 kr	13 099 kr	13 099 kr	Effektbesparing	12 419 kr	12 419 kr	12 419 kr
Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr	Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr	KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr	Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-114 608 kr	-109 360 kr	-106 473 kr	TOTALT	-108 577 kr	-103 330 kr	-100 442 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	93 715 kr	104 211 kr	109 986 kr	INTÅKTER	105 776 kr	116 272 kr	122 047 kr
Energibesparing	36 890 kr	36 890 kr	36 890 kr	Energibesparing	50 311 kr	50 311 kr	50 311 kr
Effektbesparing	26 198 kr	26 198 kr	26 198 kr	Effektbesparing	24 839 kr	24 839 kr	24 839 kr
Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr	Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr	KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr	Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-67 750 kr	-57 255 kr	-51 480 kr	TOTALT	-55 689 kr	-45 194 kr	-39 419 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	140 573 kr	156 316 kr	164 978 kr	INTÅKTER	158 664 kr	174 408 kr	183 070 kr
Energibesparing	55 335 kr	55 335 kr	55 335 kr	Energibesparing	75 466 kr	75 466 kr	75 466 kr
Effektbesparing	39 297 kr	39 297 kr	39 297 kr	Effektbesparing	37 258 kr	37 258 kr	37 258 kr
Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr	Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr	KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr	Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-20 893 kr	-5 149 kr	3 513 kr	TOTALT	-2 801 kr	12 942 kr	21 605 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 24 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Kiruna. Installationskostnad 4 700 per lägenhet (112 800 för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före IMD för typbyggnaden*

Kiruna			
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
10%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	51 067 kr	54 035 kr	59 275 kr
Energibesparing	26 114 kr	26 114 kr	26 114 kr
Effektbesparing	11 164 kr	11 164 kr	11 164 kr
Vattenbesparing	13 789 kr	16 757 kr	21 997 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-110 399 kr	-107 430 kr	-102 190 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
20%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	102 134 kr	108 071 kr	118 550 kr
Energibesparing	52 229 kr	52 229 kr	52 229 kr
Effektbesparing	22 328 kr	22 328 kr	22 328 kr
Vattenbesparing	27 577 kr	33 514 kr	43 993 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-59 332 kr	-53 394 kr	-42 915 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
30%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	153 201 kr	162 106 kr	177 825 kr
Energibesparing	78 343 kr	78 343 kr	78 343 kr
Effektbesparing	33 492 kr	33 492 kr	33 492 kr
Vattenbesparing	41 366 kr	50 271 kr	65 990 kr
KOSTNADER	161 465 kr	161 465 kr	161 465 kr
Investeringskostnad	112 800 kr	112 800 kr	112 800 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-8 265 kr	641 kr	16 360 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 25 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Stockholm.  
Installationskostnad 6 800 per lägenhet (163 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Stockholm							
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	37 853 kr	48 867 kr	58 990 kr	INTÅKTER	36 044 kr	47 059 kr	57 181 kr
Energibesparing	24 957 kr	24 957 kr	24 957 kr	Energibesparing	27 746 kr	27 746 kr	27 746 kr
Effektbesparing	8 257 kr	8 257 kr	8 257 kr	Effektbesparing	3 658 kr	3 658 kr	3 658 kr
Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr	Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr	KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr	Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-174 013 kr	-162 998 kr	-152 876 kr	TOTALT	-175 821 kr	-164 807 kr	-154 684 kr
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	75 706 kr	97 735 kr	117 980 kr	INTÅKTER	72 088 kr	94 117 kr	114 362 kr
Energibesparing	49 913 kr	49 913 kr	49 913 kr	Energibesparing	55 493 kr	55 493 kr	55 493 kr
Effektbesparing	16 514 kr	16 514 kr	16 514 kr	Effektbesparing	7 317 kr	7 317 kr	7 317 kr
Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr	Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr	KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr	Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-136 160 kr	-114 131 kr	-93 886 kr	TOTALT	-139 777 kr	-117 748 kr	-97 503 kr
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	113 558 kr	146 602 kr	176 969 kr	INTÅKTER	108 132 kr	141 176 kr	171 543 kr
Energibesparing	74 870 kr	74 870 kr	74 870 kr	Energibesparing	83 239 kr	83 239 kr	83 239 kr
Effektbesparing	24 770 kr	24 770 kr	24 770 kr	Effektbesparing	10 975 kr	10 975 kr	10 975 kr
Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr	Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr	KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr	Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-98 307 kr	-65 263 kr	-34 896 kr	TOTALT	-103 733 kr	-70 689 kr	-40 322 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 26 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Malmö.  
Installationskostnad 6 800 per lägenhet (163 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Malmö							
Eon Värme	VA-avgift			Krafringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	35 277 kr	43 258 kr	49 682 kr	INTÅKTER	39 395 kr	47 376 kr	53 800 kr
Energibesparing	20 830 kr	20 830 kr	20 830 kr	Energibesparing	25 880 kr	25 880 kr	25 880 kr
Effektbesparing	6 709 kr	6 709 kr	6 709 kr	Effektbesparing	5 777 kr	5 777 kr	5 777 kr
Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr	Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr	KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr	Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-176 589 kr	-168 607 kr	-162 184 kr	TOTALT	-172 470 kr	-164 489 kr	-158 065 kr
Eon Värme				Krafringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	70 554 kr	86 516 kr	99 364 kr	INTÅKTER	78 791 kr	94 753 kr	107 600 kr
Energibesparing	41 661 kr	41 661 kr	41 661 kr	Energibesparing	51 760 kr	51 760 kr	51 760 kr
Effektbesparing	13 417 kr	13 417 kr	13 417 kr	Effektbesparing	11 555 kr	11 555 kr	11 555 kr
Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr	Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr	KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr	Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-141 312 kr	-125 349 kr	-112 502 kr	TOTALT	-133 075 kr	-117 113 kr	-104 265 kr
Eon Värme				Krafringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	105 831 kr	129 774 kr	149 045 kr	INTÅKTER	118 186 kr	142 129 kr	161 401 kr
Energibesparing	62 491 kr	62 491 kr	62 491 kr	Energibesparing	77 641 kr	77 641 kr	77 641 kr
Effektbesparing	20 126 kr	20 126 kr	20 126 kr	Effektbesparing	17 332 kr	17 332 kr	17 332 kr
Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr	Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr	KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr	Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-106 035 kr	-82 092 kr	-62 820 kr	TOTALT	-93 680 kr	-69 736 kr	-50 465 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 27 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Sundsvall.  
Installationskostnad 6 800 per lägenhet (163 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Sundsvall							
Sundsvall energi	VA-avgift			Öviks energi	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	46 858 kr	52 105 kr	54 993 kr	INTÅKTER	52 888 kr	58 136 kr	61 023 kr
Energibesparing	18 445 kr	18 445 kr	18 445 kr	Energibesparing	25 155 kr	25 155 kr	25 155 kr
Effektbesparing	13 099 kr	13 099 kr	13 099 kr	Effektbesparing	12 419 kr	12 419 kr	12 419 kr
Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr	Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr	KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr	Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-165 008 kr	-159 760 kr	-156 873 kr	TOTALT	-158 977 kr	-153 730 kr	-150 842 kr
Sundsvall energi	VA-avgift			Öviks energi	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	93 715 kr	104 211 kr	109 986 kr	INTÅKTER	105 776 kr	116 272 kr	122 047 kr
Energibesparing	36 890 kr	36 890 kr	36 890 kr	Energibesparing	50 311 kr	50 311 kr	50 311 kr
Effektbesparing	26 198 kr	26 198 kr	26 198 kr	Effektbesparing	24 839 kr	24 839 kr	24 839 kr
Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr	Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr	KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr	Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-118 150 kr	-107 655 kr	-101 880 kr	TOTALT	-106 089 kr	-95 594 kr	-89 819 kr
Sundsvall energi	VA-avgift			Öviks energi	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	140 573 kr	156 316 kr	164 978 kr	INTÅKTER	158 664 kr	174 408 kr	183 070 kr
Energibesparing	55 335 kr	55 335 kr	55 335 kr	Energibesparing	75 466 kr	75 466 kr	75 466 kr
Effektbesparing	39 297 kr	39 297 kr	39 297 kr	Effektbesparing	37 258 kr	37 258 kr	37 258 kr
Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr	Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr	KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr	Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-71 293 kr	-55 549 kr	-46 887 kr	TOTALT	-53 201 kr	-37 458 kr	-28 795 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 28 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Kiruna. Installationskostnad 6 800 per lägenhet (163 200 för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före IMD för typbyggnaden*

Kiruna			
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
10%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	51 067 kr	54 035 kr	59 275 kr
Energibesparing	26 114 kr	26 114 kr	26 114 kr
Effektbesparing	11 164 kr	11 164 kr	11 164 kr
Vattenbesparing	13 789 kr	16 757 kr	21 997 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-160 799 kr	-157 830 kr	-152 590 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
20%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	102 134 kr	108 071 kr	118 550 kr
Energibesparing	52 229 kr	52 229 kr	52 229 kr
Effektbesparing	22 328 kr	22 328 kr	22 328 kr
Vattenbesparing	27 577 kr	33 514 kr	43 993 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-109 732 kr	-103 794 kr	-93 315 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
30%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	153 201 kr	162 106 kr	177 825 kr
Energibesparing	78 343 kr	78 343 kr	78 343 kr
Effektbesparing	33 492 kr	33 492 kr	33 492 kr
Vattenbesparing	41 366 kr	50 271 kr	65 990 kr
KOSTNADER	211 865 kr	211 865 kr	211 865 kr
Investeringskostnad	163 200 kr	163 200 kr	163 200 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-58 665 kr	-49 759 kr	-34 040 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 2910, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Stockholm.  
Installationskostnad 8 500 per lägenhet (204 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Stockholm							
Eon Bro	VA-avgift			Fortum trygg	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	10%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	37 853 kr	48 867 kr	58 990 kr	INTÅKTER	36 044 kr	47 059 kr	57 181 kr
Energibesparing	24 957 kr	24 957 kr	24 957 kr	Energibesparing	27 746 kr	27 746 kr	27 746 kr
Effektbesparing	8 257 kr	8 257 kr	8 257 kr	Effektbesparing	3 658 kr	3 658 kr	3 658 kr
Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr	Vattenbesparing	4 639 kr	15 654 kr	25 776 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr	KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr	Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-214 813 kr	-203 798 kr	-193 676 kr	TOTALT	-216 621 kr	-205 607 kr	-195 484 kr
Eon Bro				Fortum trygg			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	20%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	75 706 kr	97 735 kr	117 980 kr	INTÅKTER	72 088 kr	94 117 kr	114 362 kr
Energibesparing	49 913 kr	49 913 kr	49 913 kr	Energibesparing	55 493 kr	55 493 kr	55 493 kr
Effektbesparing	16 514 kr	16 514 kr	16 514 kr	Effektbesparing	7 317 kr	7 317 kr	7 317 kr
Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr	Vattenbesparing	9 279 kr	31 308 kr	51 553 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr	KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr	Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-176 960 kr	-154 931 kr	-134 686 kr	TOTALT	-180 577 kr	-158 548 kr	-138 303 kr
Eon Bro				Fortum trygg			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>	30%	5,72 kr/m <sup>3</sup>	19,30 kr/m <sup>3</sup>	31,78 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	113 558 kr	146 602 kr	176 969 kr	INTÅKTER	108 132 kr	141 176 kr	171 543 kr
Energibesparing	74 870 kr	74 870 kr	74 870 kr	Energibesparing	83 239 kr	83 239 kr	83 239 kr
Effektbesparing	24 770 kr	24 770 kr	24 770 kr	Effektbesparing	10 975 kr	10 975 kr	10 975 kr
Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr	Vattenbesparing	13 918 kr	46 962 kr	77 329 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr	KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr	Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-139 107 kr	-106 063 kr	-75 696 kr	TOTALT	-144 533 kr	-111 489 kr	-81 122 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 3010, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Malmö.  
Installationskostnad 8 500 per lägenhet (204 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Malmö							
Eon Värme	VA-avgift			Krafringen Lund	VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	10%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	35 277 kr	43 258 kr	49 682 kr	INTÅKTER	39 395 kr	47 376 kr	53 800 kr
Energibesparing	20 830 kr	20 830 kr	20 830 kr	Energibesparing	25 880 kr	25 880 kr	25 880 kr
Effektbesparing	6 709 kr	6 709 kr	6 709 kr	Effektbesparing	5 777 kr	5 777 kr	5 777 kr
Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr	Vattenbesparing	7 738 kr	15 719 kr	22 143 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr	KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr	Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-217 389 kr	-209 407 kr	-202 984 kr	TOTALT	-213 270 kr	-205 289 kr	-198 865 kr
Eon Värme				Krafringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	20%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	70 554 kr	86 516 kr	99 364 kr	INTÅKTER	78 791 kr	94 753 kr	107 600 kr
Energibesparing	41 661 kr	41 661 kr	41 661 kr	Energibesparing	51 760 kr	51 760 kr	51 760 kr
Effektbesparing	13 417 kr	13 417 kr	13 417 kr	Effektbesparing	11 555 kr	11 555 kr	11 555 kr
Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr	Vattenbesparing	15 476 kr	31 438 kr	44 285 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr	KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr	Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-182 112 kr	-166 149 kr	-153 302 kr	TOTALT	-173 875 kr	-157 913 kr	-145 065 kr
Eon Värme				Krafringen Lund			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>	30%	9,54 kr/m <sup>3</sup>	19,38kr/m <sup>3</sup>	27,3 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	105 831 kr	129 774 kr	149 045 kr	INTÅKTER	118 186 kr	142 129 kr	161 401 kr
Energibesparing	62 491 kr	62 491 kr	62 491 kr	Energibesparing	77 641 kr	77 641 kr	77 641 kr
Effektbesparing	20 126 kr	20 126 kr	20 126 kr	Effektbesparing	17 332 kr	17 332 kr	17 332 kr
Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr	Vattenbesparing	23 213 kr	47 157 kr	66 428 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr	KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr	Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-146 835 kr	-122 892 kr	-103 620 kr	TOTALT	-134 480 kr	-110 536 kr	-91 265 kr



## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 31 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Sundsvall.  
Installationskostnad 8 500 per lägenhet (204 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250  
kr/lgh/år, två energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före  
IMD för typbyggnaden*

Sundsvall				Öviks energi			
Sundsvall energi	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	10%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	46 858 kr	52 105 kr	54 993 kr	INTÅKTER	52 888 kr	58 136 kr	61 023 kr
Energibesparing	18 445 kr	18 445 kr	18 445 kr	Energibesparing	25 155 kr	25 155 kr	25 155 kr
Effektbesparing	13 099 kr	13 099 kr	13 099 kr	Effektbesparing	12 419 kr	12 419 kr	12 419 kr
Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr	Vattenbesparing	15 313 kr	20 561 kr	23 449 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr	KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr	Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-205 808 kr	-200 560 kr	-197 673 kr	TOTALT	-199 777 kr	-194 530 kr	-191 642 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	20%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	93 715 kr	104 211 kr	109 986 kr	INTÅKTER	105 776 kr	116 272 kr	122 047 kr
Energibesparing	36 890 kr	36 890 kr	36 890 kr	Energibesparing	50 311 kr	50 311 kr	50 311 kr
Effektbesparing	26 198 kr	26 198 kr	26 198 kr	Effektbesparing	24 839 kr	24 839 kr	24 839 kr
Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr	Vattenbesparing	30 627 kr	41 122 kr	46 897 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr	KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr	Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-158 950 kr	-148 455 kr	-142 680 kr	TOTALT	-146 889 kr	-136 394 kr	-130 619 kr
Sundsvall energi				Öviks energi			
	VA-avgift				VA-avgift		
	Min	Medel	Max		Min	Medel	Max
30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>	30%	18,88 kr/m <sup>3</sup>	25,35 kr/m <sup>3</sup>	28,91 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	140 573 kr	156 316 kr	164 978 kr	INTÅKTER	158 664 kr	174 408 kr	183 070 kr
Energibesparing	55 335 kr	55 335 kr	55 335 kr	Energibesparing	75 466 kr	75 466 kr	75 466 kr
Effektbesparing	39 297 kr	39 297 kr	39 297 kr	Effektbesparing	37 258 kr	37 258 kr	37 258 kr
Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr	Vattenbesparing	45 940 kr	61 683 kr	70 346 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr	KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr	Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr	Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-112 093 kr	-96 349 kr	-87 687 kr	TOTALT	-94 001 kr	-78 258 kr	-69 595 kr

## Bilaga 3 - Beräkningsresultat traditionell kalkyl för individuell mätning av tappvarmvatten

*Tabell 32 10, 20 och 30 procents minskad vattenförbrukning Kiruna. Installationskostnad 8 500 per lägenhet (204 000 för typbyggnaden), driftkostnad 250 kr/lgh/år, ett energibolag, tre VA-avgifter, 1000 m<sup>3</sup> tappvarmvattenförbrukning före IMD för typbyggnaden*

Kiruna			
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
10%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	51 067 kr	54 035 kr	59 275 kr
Energibesparing	26 114 kr	26 114 kr	26 114 kr
Effektbesparing	11 164 kr	11 164 kr	11 164 kr
Vattenbesparing	13 789 kr	16 757 kr	21 997 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-201 599 kr	-198 630 kr	-193 390 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
20%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	102 134 kr	108 071 kr	118 550 kr
Energibesparing	52 229 kr	52 229 kr	52 229 kr
Effektbesparing	22 328 kr	22 328 kr	22 328 kr
Vattenbesparing	27 577 kr	33 514 kr	43 993 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-150 532 kr	-144 594 kr	-134 115 kr
Tekniska verken	VA-avgift		
	Min	Medel	Max
30%	17 kr/m <sup>3</sup>	20,66 kr/m <sup>3</sup>	27,12 kr/m <sup>3</sup>
INTÅKTER	153 201 kr	162 106 kr	177 825 kr
Energibesparing	78 343 kr	78 343 kr	78 343 kr
Effektbesparing	33 492 kr	33 492 kr	33 492 kr
Vattenbesparing	41 366 kr	50 271 kr	65 990 kr
KOSTNADER	252 665 kr	252 665 kr	252 665 kr
Investeringskostnad	204 000 kr	204 000 kr	204 000 kr
Driftkostnad	48 665 kr	48 665 kr	48 665 kr
TOTALT	-99 465 kr	-90 559 kr	-74 840 kr

## Bilaga 4. Metod och beräkningsresultat Monte Carlo- simuleringar



# Metod och beräkningsresultat

## Monte Carlo-simuleringar



# Innehåll

Inledning .....	5
Kalkylmodell för investeringar i individuell vattenmätning .....	5
Investeringskalkylens beståndsdelar .....	6
Den grundläggande kalkylmodellen .....	6
Monte Carlo-simulering .....	9
<i>Den totala varmvattenförbrukningen före införandet av IMD .....</i>	<i>10</i>
<i>Minskningen i varmvattenförbrukning efter införandet av IMD .....</i>	<i>11</i>
<i>Avgiften för vatten och avlopp .....</i>	<i>12</i>
<i>VA-verksamhet är ett naturligt monopol som följer självkostnadsprincipen</i> <sup>14</sup>	
<i>Kostnader för installation och drift .....</i>	<i>15</i>
Utfallet av Monte Carlo- simuleringarna .....	17
<i>Resultat vid en högre installationskostnad .....</i>	<i>18</i>
Lönsamhet vid en total varmvattenförbrukning på 800 – 1 500 m <sup>3</sup> före IMD .....	19
<i>Realt oförändrade priser, fyra procent real kalkylränta .....</i>	<i>20</i>
<i>Två procent real prisökning i rörligt energipris och VA-avgift, fyra     procent real kalkylränta .....</i>	<i>21</i>
Lönsamhet vid ombyggnad med en total varmvattenförbrukning på 1 000 – 1 900 m <sup>3</sup> före IMD .....	22
<i>Realt oförändrade priser, fyra procent real kalkylränta .....</i>	<i>24</i>
<i>Två procent real prisökning i rörligt energipris och VA-avgift, fyra     procent real kalkylränta .....</i>	<i>25</i>
Kalkylräntans roll .....	25
<i>Två procent real prisökning i rörligt energipris och VA-avgift, sex     procent real kalkylränta .....</i>	<i>26</i>
En diskussion kring resultaten .....	26
<i>Installationskostnaderna beror på valet av teknik .....</i>	<i>26</i>
<i>Vad skulle krävas för att nå en 90 procentig lönsamhetsandel? .....</i>	<i>28</i>
<i>Hur mycket pengar kan man tjäna? .....</i>	<i>29</i>
<i>Fördelningspolitiska konsekvenser .....</i>	<i>29</i>
<i>Minskningen med IMD oberoende av initial varmvattenförbrukning .....</i>	<i>30</i>
Slutsatser .....	30





## Inledning

Boverket har utrett om det vid nybyggnad och ombyggnad ska införas bestämmelser om att förbrukning av tappvarmvatten ska kunna mätas i varje enskild lägenhet. För nybyggnation ska utredningen baseras på en analys av kostnadseffektivitet. För ombyggnation ska utredningen baseras på en analys av teknisk genomförbarhet och kostnadseffektivitet.

Kostnadseffektivitet likställs i analysen med lönsamhet<sup>1</sup>. För att kunna besvara frågan om en investering är lönsam måste intäkterna ställas mot kostnaderna. Är intäkterna, sett över investeringens livslängd, större än kostnaderna är den lönsam, i annat fall olönsam.

När det gäller att, på en central nivå, beräkna lönsamheten (kostnadseffektiviteten) vid installation av individuell mätning och debitering (IMD) av tappvarmvatten föreligger väsentliga informationsbrister. Skälet är att det är svårt att, på ett korrekt sätt, kunna beakta de unika förutsättningar som varje enskild fastighetsägare befinner sig i. I den kalkylmodell vi har konstruerat för uppdraget har vi definierat referenshus som placeras i Malmö, Stockholm, Sundsvall och Kiruna. Modellen innehåller bl.a. följande centrala faktorer:

- Kallvattentemperaturen på respektive ort.
- Varmvattenförbrukningen före införandet av individuell mätning.
- Minskningen i förbrukningen efter införandet av individuell mätning.
- Två fjärrvärmesaxor för Malmö, Stockholm och Sundsvall samt en taxa för Kiruna.
- Taxor för vatten och avlopp i de län som respektive ort är geografiskt placerad i.

Tanken är att kalkylmodellen ska fånga in en realistisk beslutssituation för fastighetsägare inför beslutet att investera i individuell mätning och debitering av tappvarmvatten. Fokus har varit att undersöka vilka betalningsströmmar, positiva (intäkter) och negativa (kostnader), som investeringen ger på byggnadsnivå<sup>2</sup>.

## Kalkylmodell för investeringar i individuell vattenmätning

Referenshuset är ett lamellhus bestående av sex lägenheter per våning (24 lägenheter totalt), tre trappuppgångar och fyra våningar. Uppvärmd area,  $A_{temp}$ , uppgår till 2 310 m<sup>2</sup>. Valet av antalet våningar, trappuppgångar och boyta baseras på medelvärden från Boverkets energideklarationsregister. 53 personer bor i referenshuset som placeras på fyra orter i landet. Malmö, Stockholm, Sundsvall och Kiruna.

---

<sup>1</sup> Det är enbart kostnadseffektivitet som analysen fokuseras på. Vid ombyggnad ska också teknisk genomförbarhet beaktas. Boverket anser dock att det är svårt att föreställa sig en investering som är kostnadseffektiv (lönsam), samtidigt som den är tekniskt ogenomförbar.

<sup>2</sup> Det är först när man har visat att betalningsströmmarna av investeringen på byggnadsnivå är sådana att intäkterna överstiger kostnaderna, som frågan uppkommer hur intäkter och kostnader ska fördelas mellan fastighetsägare och hyresgäster.

Kalkylmodellen byggs upp som en investeringskalkyl i Excel med olika antaganden. Vi beskriver här hur investeringskalkylen är uppbyggd och visar sedan hur en sådan kalkylmodell kan utökas genom s.k. Monte Carlo-simulering som kan beräkna lönsamheten för tusentals kombinationer av olika parametrar. I varje simulering dras slumpmässigt värden på centrala parametrar från fördefinierade sannolikhetsfördelningar. Resultatet visar hur stor sannolikhet det är att investeringen blir lönsam under olika förhållanden.

## Investeringskalkylens beståndsdelar

Vid investeringskalkylering följer man ett antal steg vid analysen:

- definiera ett referensalternativ
- bestämma intäktsposter och kostnadsposter vid införandet av IMD, (förändringsalternativet)
- kvantifiera och värdera dessa poster
- genomföra s.k. känslighetsanalyser (hur påverkas slutresultatet om olika parametervärden ändras?)

Referensalternativet beskriver utvecklingen om man inte gör investeringen. Det är här viktigt att skatta den totala varmvattenförbrukningen och hur denna kommer att utvecklas. Det jämförs sedan med utvecklingen om man inför IMD, vilket blir förändringsalternativet. De olika intäkts- och kostnadsposterna ska kvantifieras och värderas. På intäktssidan leder IMD i de flesta fall till en minskning av varmvattenförbrukningen som ger intäkter i form av minskade utlägg för energi, effekt och vatten.

Men dessa intäkter är inte gratis, det blir kostnader för exempelvis mätare samt drift av systemet. Om nuvärdet av intäkterna under kalkylperioden är större än nuvärdet av kostnaderna är investeringen i IMD lönsam. Det är således den beslutsregel som används.

I känslighetsanalysen undersöker vi hur slutresultatet påverkas om värdet på någon parameter ändras i kalkylen. Om exempelvis investeringen är lönsam vid en minskning av varmvattenförbrukningen på 15 procent. Är den fortfarande lönsam vid en minskning på 10 procent? Om den totala varmvattenförbrukningen före IMD är 1 000 m<sup>3</sup> per år i byggnaden och kalkylresultatet pekar på att en investering i IMD är olönsam. Är den fortfarande olönsam vid en total varmvattenförbrukning före IMD på 1 500 m<sup>3</sup> per år? Vad händer vid olika antaganden på energipriset? O.s.v. Vanligtvis ändras värdet på en parameter i taget i känslighetsanalysen.

## Den grundläggande kalkylmodellen

Kalkylmodellen är en investeringskalkyl skapad i Excel med följande delar:

- Kalkylperiod, 10 år.
- Den totala varmvattenförbrukningen före IMD antas i modellen vara jämt fördelad över årets samtliga dygn och adderas till månadsvisa värden.

- Minskningen i förbrukningen efter IMD antas till olika värden och fördelas jämt över årets månader.
- Fyra orter är inkluderade, Malmö, Stockholm, Sundsvall och Kiruna
- Två fjärrvärmesaxor för Malmö, Stockholm och Sundsvall samt en taxa för Kiruna.<sup>3</sup>
- Taxor för vatten och avlopp i de län som respektive ort är geografiskt placerad i.
- Kallvattentemperatur på respektive ort.
- Vattnet värms upp till 58 grader.<sup>4</sup>
- Real kalkylränta, fyra procent i huvudalternativet.
- Installationskostnad och årliga driftskostnader.
- Beräkningarna görs i 2014 års priser.
- Priserna är inklusive moms.

Analysen görs på byggnadsnivå. Vid tappvarmvattenberäkningar matas uppgifter in om total förbrukning före införandet av individuell mätning, minskningen efter installation av mätare samt avgiften för vatten och avlopp.

Från modellen får vi:

- nuvärdesberäkningar av intäkterna (värdena av energibesparing, effektbesparing och vattenbesparing)
- nuvärdesberäkningar av kostnaderna (installation och drift)

Tabell 1 visar en av de många beräkningar som utförts med kalkylmodellen för tappvarmvatten.

---

<sup>3</sup> Vi förutsätter att den prisstruktur som finns i fjärrvärmesaxorna idag kvarstår i framtiden.

<sup>4</sup> Motivet till valet av 58 grader är för att få ett rimligt värde med hänsyn till kravet på 55 grader vid tappställena och en lägsta temperatur på minst 50 grader. Erfarenheter har visat att värmeförlusterna från VVC-kretsar kan vara mycket stora, speciellt om slingorna dras ut i lägenheter, vilket ger långa rörlängder och dessutom ofta tunnare rörisolering.

Tabell 1 Ny- och ombyggnad i Stockholm. Förbrukning före IMD: 1 200 m<sup>3</sup>. Minskning efter IMD: 20 procent. Installationskostnad: 33 000 kr (1 375 kr/lgh). Driftkostnad: 6 000 kr (250 kr/lgh). VA-avgift: Medelavgift för länet, 19,30 kr/m<sup>3</sup>. Fortum Tryggs fjärrvärmesaxa. 2014 års priser, reall oförändrade. fyra procent real kalkylränta.

År	Investering	Drift	Besparing på energi, effekt och vatten	Överskott	Diskonteringsfaktor (1/(1+r) <sup>t</sup> )	Summa nuvärden
0	-33 000 kr					64 279 kr
1		-6 000 kr	13 925 kr	7 925 kr	0,962	7 620 kr
2		-6 000 kr	13 925 kr	7 925 kr	0,925	7 327 kr
3		-6 000 kr	13 925 kr	7 925 kr	0,889	7 045 kr
4		-6 000 kr	13 925 kr	7 925 kr	0,855	6 774 kr
5		-6 000 kr	13 925 kr	7 925 kr	0,822	6 514 kr
6		-6 000 kr	13 925 kr	7 925 kr	0,790	6 263 kr
7		-6 000 kr	13 925 kr	7 925 kr	0,760	6 022 kr
8		-6 000 kr	13 925 kr	7 925 kr	0,731	5 791 kr
9		-6 000 kr	13 925 kr	7 925 kr	0,703	5 568 kr
10		-6 000 kr	13 925 kr	7 925 kr	0,676	5 354 kr
			Resultat	31 279 kr		

Kalkylperioden i modellen är satt till tio år och sammanfaller med den ekonomiska livslängden av vattenmätarna.<sup>5</sup> Vid införandet av IMD krävs investeringar för 33 000 kronor (1 375 kronor per lägenhet i vårt referenshus med 24 lägenheter och med 53 personer boende i huset). Denna investering görs år 0. Att administrera systemet kostar 6 000 kronor per år (250 kronor per lägenhet). Intäkterna består av besparingar i energi, effekt samt vattenförbrukning. Varmvattenförbrukningen före IMD är 1 200 m<sup>3</sup> per år<sup>6</sup> (22,6 m<sup>3</sup> per person och år) och minskningen 20 procent efter införandet av IMD. Och VA-avgiften har värdet 19,30 kronor per m<sup>3</sup>, vilket är medelavgiften för kommunerna i Stockholms län. Totalt värderas intäkterna till 13 925 kronor per år och det årliga överskottet blir 7 925 kronor.

För att kunna jämföra intäkter och kostnader som infaller olika år gör vi en nuvärdesberäkning, den justerar för det faktum att en krona i handen om ett år är värd mindre än en krona i handen idag. Med ett avkastningskrav på fyra procent per år, vilket utgör huvudalternativet, är en krona om ett år värd 96,2 öre idag. Och en krona i handen år tio är värd 67,6 öre idag.

Multiplieras varje års överskott med respektive års diskonteringsfaktor får vi nuvärdet. Dessa summeras, vilket i tabellen ger

<sup>5</sup> Den årliga varmvattenförbrukningen har fördelats månadsvis i kalkylmodellen för att bättre avspegla "verkligheten". Den har utelämnats i tabellen för överskådliggighets skull.

<sup>6</sup> Den initiala varmvattenförbrukningen antas i modellen vara jämt fördelad över årets samtliga dygn. Vattnet värms upp till 58 grader.

64 279 kronor. Detta kan nu jämföras med investeringskostnaden. Utfallet (resultatet) i exemplet är 31 279 kronor och denna investering är lönsam. Hade summan av nuvärdena för de årliga överskotten varit lägre än 33 000 kronor hade investeringen varit olönsam.

Känslighetsanalysen innebär att de centrala parametervärdena ändras, ett i taget, för att visa hur slutresultatet förändras. Med ett utfall på 31 279 kronor, hur förändras det om kalkylräntan sätts till fem procent i stället för fyra procent? Svaret är att utfallet minskar, från 31 279 kronor till 28 195 kronor. Vad händer om det rörliga energipriset inte är reellt oförändrad, som i tabellen, utan ökar reellt med två procent per år? Resultatet förbättras då, från 31 279 till 37 135 kronor.

Bakom intäkterna på 13 925 kronor per år återfinns bl.a. skattningar om varmvattenförbrukningen före IMD, om minskningen efter IMD samt uppgifter om faktiska VA-avgifter. Sänker vi varmvattenförbrukningen från 1 200 m<sup>3</sup> till 1 000 m<sup>3</sup> minskar utfallet till 12 452 kronor. Sätter vi minskningen av varmvattenförbrukningen till 10 procent i stället för 20 procent blir resultatet en förlust på 25 195 kronor. Används Stockholm kommuns VA-taxa på 5,72 kronor per m<sup>3</sup> i stället för medelavgiften i länet, 19,3 kronor per m<sup>3</sup>, blir resultatet 4 840 kronor.

Hur mycket kan de årliga kostnaderna för drift uppgå till innan ett lönsamt resultat (det ursprungliga 31 279 kronor) blir olönsamt? Brytpunkten visar sig ligga vid 9 856 kronor eller 411 kronor per lägenhet.

Med hjälp av känslighetsanalyser kan vi visa hur känsligt utfallet av investeringen är. Men det krävs en del arbete och risken finns att det blir svåröverblickbart för en beslutsfattare som inte själv har byggt kalkylmodellen.

## Monte Carlo-simulering

Kalkylmodellen kan utökas till att också analysera utfallet med hjälp av Monte Carlo-simulering.<sup>7</sup> Med datorns hjälp kan vi göra tusentals simuleringar och i varje simulering används slumpmässigt valda värden från fördefinierade sannolikhetsfördelningar. Resultatet visar hur stor sannolikhet det är att investeringen blir lönsam under olika förhållanden. Känslighetsanalysen byggs då in redan från början i modellen.

Slutresultatet, hur många av simuleringarna som är lönsamma och hur många är olönsamma, kan vi sammanfatta i en figur som är enkel att förstå för en beslutsfattare. En annan fördel är att man får en väl underbyggd skattning av variationen i av utfallet.

Nedan presenteras hur den totala varmvattenförbrukningen före införandet av IMD, minskningen av förbrukningen efter IMD, VA-avgiften samt kostnader för installation och drift hanteras i Monte Carlo-simuleringarna.

---

<sup>7</sup> Monte Carlo-simulering används framförallt när det råder stor osäkerhet kring indata. Det går att skapa detta i Excel men ett enkelt sätt är att använda ett tillägsprogram till Excel. Boverket har använt @Risk från Palisade Corporation.

### Den totala varmvattenförbrukningen före införandet av IMD

Vi undersöker först vilka parametrar har störst betydelse för slutresultatet.<sup>8</sup> Har man tillgång till historiska data som är tillförlitliga kan sannolikhetsfördelningar skattas och användas i modellen. Litteraturstudier kan vara ett annat sätt. Ett tredje är att tillfråga experter som får ge sin bedömning. Allt syftar till att vi ska få så realistiska indata som möjligt till modellen.

Användningen av tappvarmvatten beror bl.a. på brukarens vanor och på armatur. Förbrukningen av tappvarmvatten i nya bostäder är lägre än i befintliga eftersom både rörinstallationer och armaturen är av bättre kvalitet. En väsentlig ändring av tappvatteninstallationerna i samband med en ombyggnad antas innebära att installationer och armatur får motsvarande prestanda som i ett nyproducerat flerbostadshus. Utgångspunkten är därför att tappvattenförbrukningen är densamma i nya och ombyggda hus. Vid ombyggnad leder det till en lägre vattenförbrukning i förhållande till situationen före ombyggnaden. Beroende på förutsättningar kan varmvattenanvändningen då minska med cirka 20 procent.<sup>9</sup> Därefter studeras effekterna av att investera i IMD som en separat åtgärd.

I programmet ”Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader” (Sveby) fastställer bygg- och fastighetsbranschen standardiserat brukande för beräkning och hur verifiering av energiprestanda skall gå till. Anvisningarna gäller vid ny- eller tillbyggnad av flerbostadshus och småhus. Sveby redovisar en tappvarmvattenförbrukning i intervallet 13 – 32 m<sup>3</sup> per person och år, där den lägsta siffran är förbrukningen i ett passivhus. Den genomsnittliga tappvarmvattenförbrukningen är 18 m<sup>3</sup> per person och år i flerbostadshus.<sup>10</sup> Med det som underlag antar vi följande tappvarmvattenförbrukning före individuell mätning i referenshuset.

Tabell 2 Total varmvattenförbrukning före IMD

Total varmvattenförbrukning (m <sup>3</sup> per år)	Antal boende	Förbrukning per person (m <sup>3</sup> per år)	Antal m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>
800	53	15,1	0,35
1 000	53	18,9	0,43
1 500	53	28,3	0,65

I referenshuset bor 53 personer och den totala tappvarmvattenförbrukningen före IMD antar vi variera mellan 800 och 1 500 m<sup>3</sup> per år. Det ger en förbrukning på mellan 15,1 och 28,3 m<sup>3</sup> per person och år. Antalet m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub> varierar mellan 0,35 och 0,65.

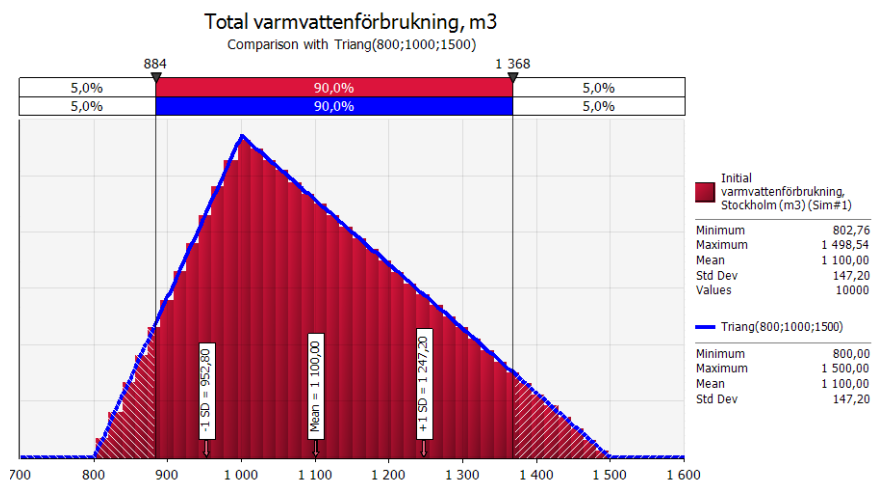
<sup>8</sup> Det är fullt möjligt att skapa sannolikhetsfördelningar för samtliga, i modellen, ingående parametrar. Dock ökar simuleringstiden och en avvägning måste ibland göras.

<sup>9</sup> Wahlström (2000), *Vatten och energibesparing vid byte av tappvarmvattenarmatur*, SP Rapport.

<sup>10</sup> Sveby (2012), *Brukarindata bostäder*.

Vi antar en triangulär fördelning för den totala varmvattenförbrukningen före införandet av individuell mätning.<sup>11</sup>

Figur 1 Triangulär fördelning av total varmvattenförbrukning (m<sup>3</sup>) före införandet av IMD.



En triangulär fördelning måste ha tre värden, ett minsta värde, ett mest troligt värde samt ett maxvärde. Som minsta värde före införandet sätter vi 800 m<sup>3</sup> per år. Det mest troliga värdet antar vi är 1 000 m<sup>3</sup> och det maximala värdet är 1 500 m<sup>3</sup>. Figuren visar också medelvärdet, 1 100 m<sup>3</sup> samt förbrukningen en standardavvikelse upp och ner från medelvärdet.

Med dessa värden kommer varmvattenförbrukningen att ligga i intervallet 800 – 1 000 m<sup>3</sup> i 28,6 procent av fallen. Följaktligen kommer förbrukningen att ligga i intervallet 1 000 – 1 500 m<sup>3</sup> i 71,4 procent av fallen.<sup>12</sup>

### Minskningen i varmvattenförbrukning efter införandet av IMD

Minskningen i varmvattenförbrukning efter införandet av IMD är en av de parametrar som påverkar slutresultatet mest. I litteraturen varierar uppgifterna och någon samlad bild är svårt att få. I tidiga studier bedöms minskningen till 10-30 procent.<sup>13</sup> Svenska Bostäder uppger svårigheter med att få lönsamhet i IMD-investeringar för varmvatten. Bolaget har utvärderat IMD med varmvatten i ett antal fastigheter, några även med värmedebitering. Den besparingspotential inom varmvatten som man inledningsvis trodde fanns har inte kunnat verifieras.<sup>14</sup>

<sup>11</sup> Det finns olika typer av sannolikhetsfördelningar som skulle kunna användas såsom exempelvis normalfördelning, Weibullfördelning, lognormal fördelning, betafördelning och uniform fördelning. Det avgörande är tillgången till relevant underlag. Den triangulära fördelningen används ofta för att den är lätt att förstå och det krävs endast tre värden för att skapa fördelningen, varav ett är det mest troliga värdet.

<sup>12</sup> Figuren visar att i 5 procent av fallen väljs värden mellan 800 och 884 m<sup>3</sup> och i 5 procent av fallen värden mellan 1 368 och 1 500 m<sup>3</sup>.

<sup>13</sup> Energimyndigheten (1999), *Utredning angående erfarenheter av individuell mätning av värme och varmvatten i svenska flerbostadshus*, Energimyndigheten (2003), *Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – En lägesrapport*.

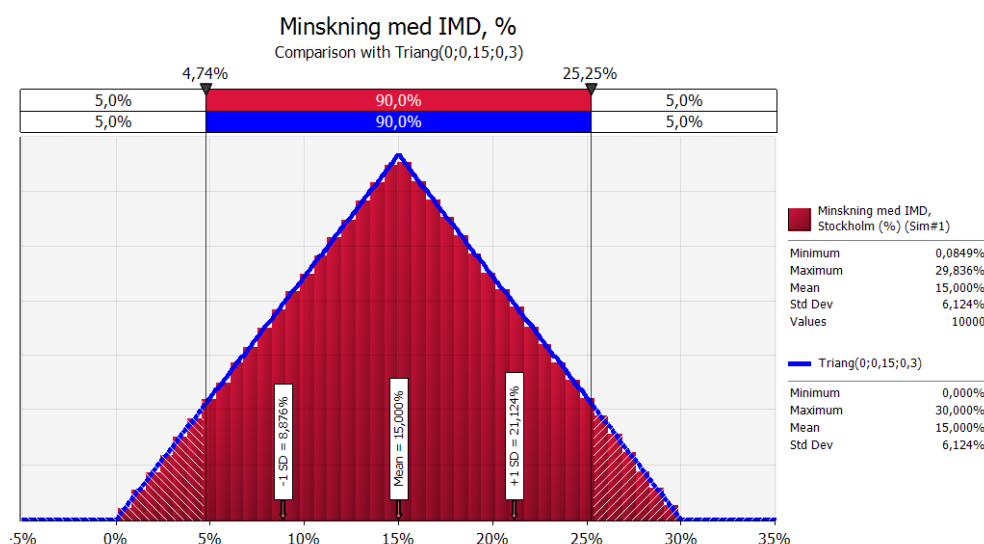
<sup>14</sup> <http://www.energi-miljo.se/artikelen/individuell-matning-far-underkant/>

Sveby har tidigare angivit en besparing i *energianvändningen* för tappvarmvatten på 20 procent med individuell mätning och debitering av tappvarmvatten i flerbostadshus. Man refererar dock till nya mätningar från bl.a. SABO och HSB som visar att besparingen uteblivit. Därför avstår Sveby i dagsläget från några rekommendationer mer än ett avdrag på 0 – 20 procent kan användas tills dess att nya utredningar tagits fram.<sup>15</sup>

En hearing genomfördes i maj 2014 som samlade experter inom många olika områden. En frågeställning var hur mycket förbrukningen av tappvarmvatten minskar genomsnittligt i en byggnad om IMD installeras. Svaren varierade mellan 0 procent och 30 procent med en tyngdpunkt kring cirka 10 procent.

Minskningen av förbrukningen hanteras på följande sätt i kalkylmodellen:

Figur 2. Triangulär fördelning av minskningen i förbrukningen efter införandet av IMD. Procent



För minskningen i varmvattenförbrukningen har vi antagit en triangulär fördelning. Fördelningen är symmetrisk, med ett minsta värde på 0 procent, ett mest troligt värde på 15 procent, samt ett maxvärde på 30 procent. Eftersom fördelningen är symmetrisk kommer medelvärdet att sammanfalla med det mest troliga värdet, 15 procent. I 50 procent av simuleringarna kommer värdet av minskningen att ligga i intervalet 0-15 procent och i 50 procent i intervallet 15-30 procent.<sup>16</sup>

### Avgiften för vatten och avlopp

Sannolikhetsfördelningarna för varmvattenförbrukningen och för minskningen med IMD kommer att vara exakt desamma för nybyggnad och för ombyggnad i de fyra orterna Stockholm, Malmö, Sundsvall och

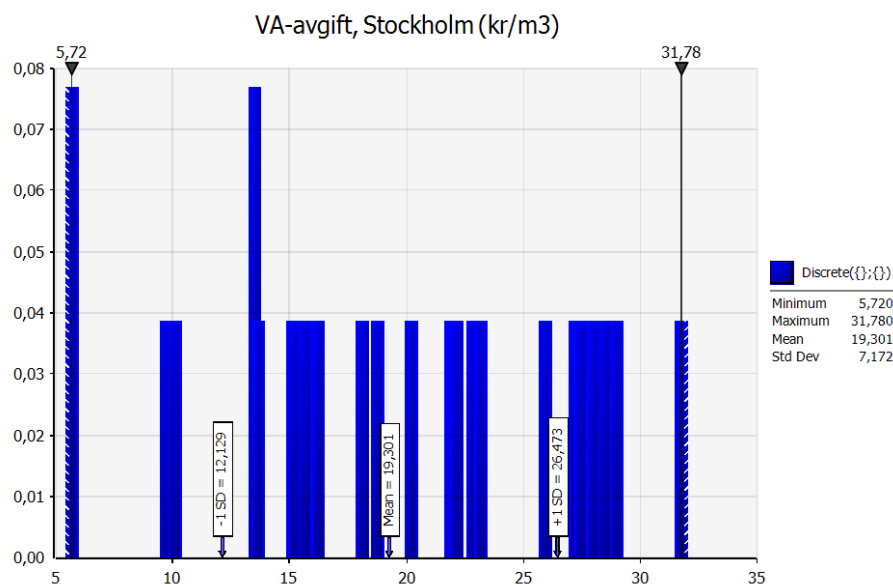
<sup>15</sup> Sveby (2012) s 20

<sup>16</sup> Figuren visar att i 5 procent av fallen väljs värden mellan 0 och 4,74 procent och i 5 procent av fallen värden mellan 25,25 och 30 procent.



Kiruna.<sup>17</sup> För en annan parameter, avgiften för vatten och avlopp, har vi antagit en diskret fördelningsfunktion som kommer att variera i de fyra orterna. För respektive ort har vi använt faktiska VA-avgifter och erhålls från de kommuner som ingår i det län som orten är placerad i.<sup>18</sup> De olika VA-avgifterna har antagits inträffa med lika stor sannolikhet. För Stockholm del blir resultatet så här:

Figur 3 Diskret sannolikhetsfördelning av VA-avgiften i Stockholms län.



I figuren finns VA-avgifter från 26 kommuner i Stockholms län. X-axeln visar de faktiska VA-avgifterna 2014 och y-axeln sannolikheten för att en viss VA-avgift väljs, 3,85 procent ( $=1/26$ ).<sup>19</sup>

Som framgår varierar den rörliga VA-avgiften kraftigt mellan olika kommuner. Stockholm och Huddinge har den lägsta avgiften, 5,72 kr per m<sup>3</sup>, medan Nynäshamn har den högsta, 31,78 kr per m<sup>3</sup>.<sup>20</sup> Den genomsnittliga rörliga VA-avgiften uppgår till 19,30 kr per m<sup>3</sup>. En sparad kubikmeter varmvatten i Stockholm och Huddinge värderas i kalkylmodellen då till 5,72 kr och till 31,78 kr i Nynäshamn. Detta visar vilken betydelse fastighetens placering har för lönsamhetskalkylen.<sup>21</sup>

<sup>17</sup> I ett senare kapitel presenterar vi simuleringar där den totala varmvattenförbrukningen före införande av IMD varierar mellan 1 000 och 1 900 m<sup>3</sup> vid ombyggnad i de fyra orterna.

<sup>18</sup> Underlaget har erhållits från Svenskt Vatten.

<sup>19</sup> När VA-avgiften är densamma i två kommuner adderas sannolikheterna. Det gäller 5,72 kr/m<sup>3</sup> i Stockholm och Huddinge samt 13,5 kr/m<sup>3</sup> i Danderyd och Sigtuna.

<sup>20</sup> Från Svenskt Vattens webbplats: "VA-verksamheten i Sverige är ett så kallat naturligt monopol. Detta innebär att huvudmannen själv är suverän att bestämma sin egen taxa. Taxan bestäms uppåt av vattentjänstlagen som anger att intäkterna för verksamheten inte får överstiga nödvändiga kostnader. Det kallas **självkostnadsprincipen**." VA-avgiften är således administrativt satt i kommunerna för att täcka kostnaderna. Vissa kommuner har högre rörliga avgifter och lägre fasta avgifter, medan andra kommuner väljer en prisstruktur med låga rörliga VA-avgifter och höga fasta avgifter.

<sup>21</sup> Sparas 100 m<sup>3</sup> per år blir skillnaden i värdet av vattenbesparingen 2 606 kronor per år.

Att räkna med en lika stor sannolikhet för varje VA-avgift (3,85 procent) kan man se som ett försiktigt sätt att representera variationen och fler simuleringar kommer då att bli lönsamma. För att modellen bättre ska spegla ”verkligheten” borde en högre sannolikhet ansättas i Stockholms kommun, eftersom en stor andel av befintliga lägenheter i flerbostadshus finns här. Av totalt drygt 677 000 lägenheter i länet finns cirka 383 000 i Stockholms kommun.<sup>22</sup> När en ombyggnad sker är sannolikheten större att den görs i Stockholms kommun med fler lägenheter och låg VA-avgift än att den inträffar i kommuner med färre lägenheter och högre VA-avgift.<sup>23</sup>

Att använda den rörliga VA-avgiften för att värdera vattenbesparingar vid lönsamhetsberäkningar kan utgöra en svårighet. Skälet är att införandet av IMD inte utgör en marginell förändring. Det utvecklas i nästa avsnitt.

### **VA-verksamhet är ett naturligt monopol som följer självkostnadsprincipen**

Det ligger utanför denna utrednings uppdrag att kunna förutse om och i så fall hur taxestrukturen för vatten och avlopp ändras vid minskningar i vattenförbrukningen förorsakat av införandet av individuell mätning. Vi vill dock uppmärksamma frågeställningen eftersom det påverkar lönsamhetsberäkningarna. Lönsamhetsandelarna kan vara överskattade i samtliga tabeller som presenteras nedan. Skälet är följande.

VA-verksamheten i Sverige är ett så kallat naturligt monopol. Detta innebär att huvudmannen själv är suverän att bestämma sin egen taxa. Taxan bestäms uppåt av vattentjänstlagen som anger att intäkterna för verksamheten inte får överstiga nödvändiga kostnader. Det kallas självkostnadsprincipen.

Brukningssavgifter innehåller normalt två komponenter, en årlig fast avgift och en rörlig avgift (kronor per m<sup>3</sup>, VA-avgiften). VA-avgiften i de kommunala vattenverken är administrativt satta för att, i kombination med andra avgifter inom VA-området såsom den fasta delen i brukningssavgiften, uppnå självkostnad. Om vi antar att självkostnad uppnås före införandet av individuell mätning. Sedan införs individuell mätning av tappvarmvatten och förbrukningen minskar.

Då hushållen sparar vatten måste VA-verken ändå få täckning för sina kostnader. Minskningen i vattenförbrukning leder till ökade krav på genomspolning av ledningsnätet för att bibehålla god vattenkvalitet. En ökad volym vatten för extra spolning kan behövas. Vid spolning av ledningsnätet tar vattenleverantören betalt genom de fasta avgifterna, medan konsumenternas vattenanvändning finansieras av de rörliga avgifterna.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Källa: SCB

<sup>23</sup> En högre sannolikhet för Stockholms kommun och motsvarande lägre i övriga kommuner skulle leda till ett lägre medelvärde. Med 3,85 procent sannolikhet väljs 5,72 kr per m<sup>3</sup> i 385 av 10 000 simuleringarna. Sätter vi 40 procent sannolikhet väljs 5,72 kr per m<sup>3</sup> i 4 000 av 10 000 simuleringarna. En 3,85 procentig sannolikhet i Stockholms kommun (i stället för en högre) leder till att fler simuleringar blir lönsamma.

<sup>24</sup> Boverket (2002), *Hushållning med kallt och varmt tappvatten*

Om det krävs att bruksavgifterna, antingen den fasta delen eller VA-avgiften (den rörliga delen) eller en kombination av de två, måste höjas som ett resultat av införandet av individuell mätning för att återgå till självkostnad, bör detta tas hänsyn till. Det leder i så fall till väsentliga effekter på kalkylresultaten. Värdet av vattenbesparingen för fastighetsägaren, en av tre intäktsposter i kalkylen, skulle reduceras och långt fler simuleringar skulle bli olönsamma. Hur stor överskattningen blir av lönsamhetsandelarna är svårt att uttala sig om men det kan röra sig om flera procentenheter<sup>25</sup>.

I den fortsatta presentationen beaktas inte VA-verkens agerande för att uppnå självkostnad efter införandet av individuell mätning annat än med kommentarer.

### Kostnader för installation och drift

Tabell 3 redovisar de kostnader för installation och drift som används i kalkylmodellen.

Tabell 3 Kostnader för installation och drift

Installationskostnad (kr/lgh)	Total installationskostnad (kr)
1 mätare	
1 050 (SFFE)	25 200
1 375 (SP)	33 000
2 300 (SABO)	55 200
3 500 (SABO)	84 000
4 700 (Wikells)	112 800
2 mätare	
1 875 (SP)	45 000
6 800 (Wikells)	163 200
8 500 (Wikells)	204 000
Driftkostnad (kr/lgh och år)	Total driftkostnad (kr per år)
250	6 000

De vattenmätare som används i dag är främst mekaniska vinghjulsmätare, men även turbinmätare och ultraljudsmätare används. Samtliga finns som MID-godkända vattenmätare och som sådana ska de mäta all vattenvolym som passerar den, oavsett vattentemperatur. Kostnaden för en vattenmätare ligger mellan 400 – 1 250 kr inkl. moms där vinghjulsmätaren är billigast och ultraljudsmätare dyrast.<sup>26,27</sup>

Utgångspunkten för installationskostnaden vid uppförande och ombyggnad är att det i båda situationerna kan krävas 1-2, ibland fler, vattenmätare beroende på hur projekteringen görs. Dock är det vanligare att det räcker med en mätare vid uppförande och minst två vid ombyggnad.

<sup>25</sup> Blir de totala utgifterna för vatten oförändrade för fastighetsägaren efter införandet av IMD i förhållande till före bortfaller värdet av vattenbesparing som intäktspost i kalkylen.

<sup>26</sup> Se bilaga 6 för en fördjupad beskrivning av olika typer av vattenmätare, deras funktion, pris, mätnoggrannhet, utesittningstid och livslängd.

<sup>27</sup> Prisuppgifterna avser kostnader för flödesmätare och inkluderar inte kostnader för att mäta varmvattentemperaturen.

Vilken teknisk nivå som väljs för systemet som samlar in mätdata påverkar installationskostnaden. Alternativen är trådbunden kommunikation, trådlös kommunikation och mobil avläsning. De två första ger möjlighet till automatisk fjärravläsning via insamlingsenheter för mätdata. Mobil eller manuell avläsning används om man inte vill eller kan placera insamlingsenheter i fastigheten och har installerat mätare som kommunicerar trådlöst. Företaget som sköter driften läser då av värdena på plats med hjälp av en handdator.

Installationskostnaderna är totala kostnader för material och arbete att installera nödvändig utrustning för att kunna mäta och debitera vattenanvändningen. Vilket system som väljs beror på vilka behov och krav som fastighetsägaren har.

Svensk förening för förbrukningsmätning av energi (SFFE) redovisar kostnader för installation av vattenmätare i befintliga byggnader för ett antal projekt. Installationskostnaden ligger i spannet 1 050–2 500 kr beroende på antalet mätare. Här används 1 050 kronor per lägenhet och avser en vinghjulsmätare med manuell avläsning. Kostnaden inkluderar därför inte insamlingsenheter för fjärravläsning.<sup>28</sup>

Uppgifter från SP visar kostnader från 1 375 – 7 125 kronor beroende på antal mätare, vilken mätare som väljs och storleken på samt kunskapen hos fastighetsbolaget. Här används 1 375 kronor per lägenhet och inkluderar en vinghjulsmätare och med fjärravläsning.

Prisuppgifter från två SABO-företag har också använts. Bostads AB Mimer uppger i en enkät en kostnad på 2 300 kronor för installation av en vattenmätare i samband med ombyggnad. Denna kostnad inkluderar inte något system för datainsamling i byggnaden. Istället samlas informationen in direkt av energibolaget via deras befintliga system.<sup>29</sup>

Eksta bostads AB installerade vattenmätare i ett nytt hus och uppger en installationskostnad på 3 500 kronor för installation av en varmvattenmätare i nya hus.<sup>30</sup>

Wikells med hjälp av Enerwex har räknat på installationskostnaden för installation av två vattenmätare med ultraljudsteknik och trådlöst kommunikation respektive för två vattenmätare med vinghjulsteknik och trådbunden kommunikation. Kostnaden per lägenhet ligger i spannet 7 700 – 8 500 kr. Omräknat utifrån att en mätare krävs gör att kostnaden sjunker till 4 300 - 4 700 kr.<sup>31, 32</sup>

---

<sup>28</sup> Material från SFFE inkommit via mail 2014-03-24.

<sup>29</sup> Material från Sabo:s enkätundersökning mottaget mail 21 mars 2014. Kostnader i samband med installation och idriftsättning: 2000 kr/lgh Uppläggningskostnad: 300 kr/lgh (engångssumma per lgh till vid igångkörning av tjänsten).

<sup>30</sup> Material från Sabo:s enkätundersökning mottaget mail 21 mars 2014. En varmvattenmätare per lägenhet, 500 kr för mätaren, 4 000 för insamlingsenheten och installation av den, 2 000 kr för driftsättning och installation. Insamlingsenheten och driftsättning är också för kallvatten, kostnaden för denna delas därför mellan dessa. Det ger 3 500 kr per lägenhet för endast mätning av tappvarmvatten.

<sup>31</sup> Se bilaga 10.

<sup>32</sup> Detta givet att kostnaden för signalförstärkare slås ut på antalet lägenheter per våningsplan (6 stycken) och kostnaden för insamlingsenhet slås ut på byggnadens samtliga lägenheter (24 stycken) och där kostnad för lägenhetsdisplay och programvara ej inkluderas.

Med två mätare används uppgifter från SP på 1 875 kronor per lägenhet och avses vinghjulsmätare med fjärravläsning. Vinghjulsmätare ingår också i installationskostnaden på 6 800 kronor per lägenhet från Wikells med ett trådlöst insamlingsystem. Installationskostnaden på 8 500 kronor per lägenhet kommer också från Wikells och avser två vattenmätare med vinghjulsteknik och trådbunden kommunikation. Kostnaden för drift sätts till 250 kronor per lägenhet och år. I driftkostnaderna inkluderas inte ytterligare eventuella kostnader för fastighetsägaren i form av reparationer och kundkontakt.<sup>33</sup>

## Utfallet av Monte Carlo- simuleringarna

Med varierande värden för viktiga parametrar som varmvattenförbrukning före och efter installation av individuella vattenmätare och VA-avgiften i tusentals simuleringar får man en spridning av utfallet. Resultatet visar hur många fall som är lönsamma och hur många som inte är det.

Som ett exempel visar vi i tabell 4 de tio första simuleringarna i ett av de alternativ som analyserats.

*Tabell 4 Vinst/förlust i Stockholm. Fortum Tryggs fjärrvärmesaxa. Total installationskostnad för IMD: 25 200 kronor (1 050 kr/lgh). Driftkostnad: 6 000 kronor per år (250 kr/lgh). Total varmvattenförbrukning före IMD: 800-1 500 m<sup>3</sup>. Minskning efter IMD: 0-30%. 2014 års priser. Realt oförändrade priser. Fyra procent real kalkylränta.*

Simulering nummer	Total initial Förbrukning (m <sup>3</sup> )	Minskning med IMD (%)	VA-avgift (kr/m <sup>3</sup> )	Resultat (kr)
1	1 000,1	15,8%	13,50	-6 976
2	1 270,4	16,8%	23,18	33 097
3	927,2	13,7%	15,25	-18 411
4	1 119,3	17,9%	22,20	25 137
5	1 171,7	13,2%	21,95	2 411
6	1 158,4	7,7%	9,75	-38 914
7	970,5	15,3%	15,18	-8 938
8	1 003,9	16,1%	29,00	14 766
9	1 213,3	6,2%	21,95	-36 962
10	930,8	20,8%	13,50	8 111

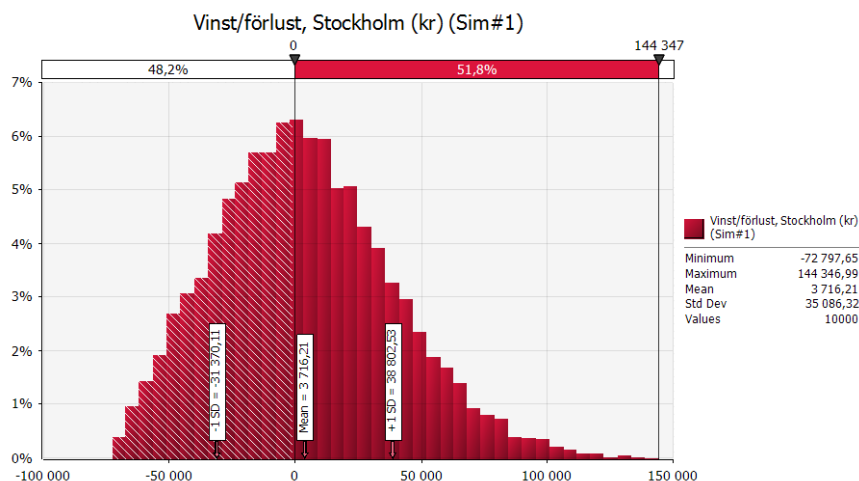
Slumpmässigt har datorn valt ut värden för den totala varmvattenförbrukningen före investeringen i individuella mätare, för minskningen i förbrukningen som effekt av den individuella mätningen samt för VA-avgiften utifrån de sannolikhetsfördelningar som fördefinierats för respektive parameter<sup>34</sup>. Utifrån värdena beräknas ett utfall, som sparas för den slutliga sammanställningen. Tabell 4 visar att investeringen i individuell mätning av tappvarmvatten är lönsam i fem av de tio första simuleringarna.

<sup>33</sup> En utförlig redovisning av kostnader för installation och drift finns i huvudrapporten under rubrik *Kostnadssidan tappvarmvatten*.

<sup>34</sup> Parametrarna antas vara oberoende av varandra.

Figur 4 visar resultaten för samtliga 10 000 simuleringar i Stockholmsalternativet.

*Figur 4 Vinst/förlust i Stockholm. Fortum Tryggs fjärrvärmesaxa. Total installationskostnad för IMD: 25 200 kronor (1 050 kr/lgh). Driftkostnad: 6 000 kronor per år (250 kr/lgh). Total varmvattenförbrukning före IMD: 800-1 500 m<sup>3</sup>. Minskning efter IMD: 0-30%. 2014 års priser. Realt oförändrade priser. Fyra procent real kalkylränta.*



Totalt har vi genomfört 10 000 simuleringar och figur 4 visar slutresultatet i form av lönsamhet. X-axeln visas utfallet i kronor och höjden på de olika staplarna visar hur många procent som utfallen i en specifik stapel har inträffat.

Medelvärde för samtliga 10 000 simuleringarna blir en vinst på 3 716 kronor. De helröda staplarna visar fall med positivt resultat (0 kronor eller bättre), medan staplarna med snedställda streck visar de fall som lett till ett negativt resultat.

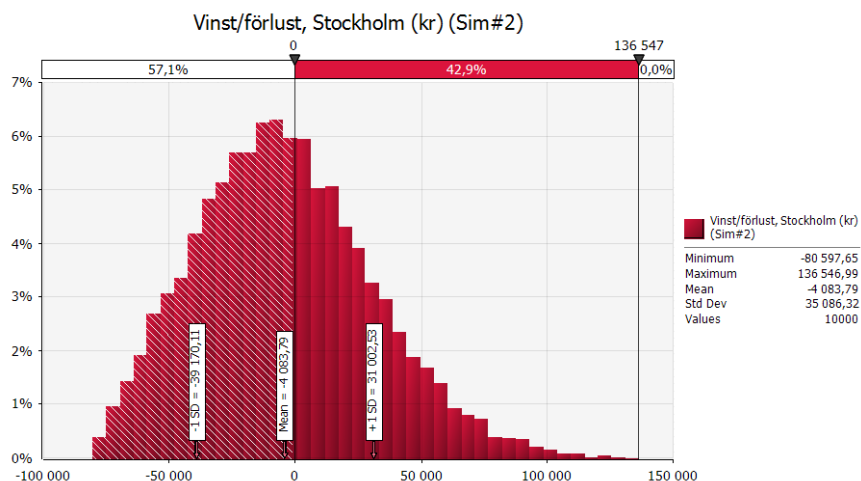
Det maximala värdet är en vinst på 144 347 kronor och det sämsta värdet är en förlust på 72 798 kronor.

En central information finns längst upp i figuren. 51,8 procent anger hur många av 10 000 simuleringar som ger ett positivt resultat. Med antaganden i modellen blir det alltså förlust i 48,2 procent av fallen.

### Resultat vid en högre installationskostnad

I figur 4 är installationskostnaden 25 200 kronor eller 1 050 kronor per lägenhet. En installationskostnad på 1 375 kronor per lägenhet, 33 000 kronor totalt, ger följande resultat.

Figur 5 Vinst/förlust i Stockholm. Fortum Tryggs fjärrvärmesaxa. Total installationskostnad för IMD: 33 000 kronor (1 375 kr/lgh). Driftkostnad: 6 000 kronor per år (250 kr/lgh). Total varmvattenförbrukning före IMD: 800-1 500 m<sup>3</sup>. Minskning efter IMD: 0-30%. 2014 års priser. Realt oförändrade priser. 4 procent real kalkylränta.



När investeringen blir 7 800 kronor dyrare (33 000 – 25 200) och allt annat är konstant förskjuts stapeldiagrammet till vänster med 7 800 kronor. Medelvärdet är nu en förlust på 4 084 kronor. Utfallet blir positivt (0 kronor eller bättre) i 42,9 procent av totalt 10 000 simuleringar.

I nästa kapitel redovisar vi resultaten från samtliga alternativ som studerats vid ny- och ombyggnad när den totala varmvattenförbrukningen före införandet varierar mellan 800 – 1 500 m<sup>3</sup> per år.

## Lönsamhet vid en total varmvattenförbrukning på 800 – 1 500 m<sup>3</sup> före IMD

Vi redovisar här resultaten från Monte Carlo-simuleringar med de fördelningsfunktioner för centrala parametrar som presenterades i förra kapitlet. Den totala varmvattenförbrukningen före investeringen i individuella mätare varierar mellan 800 – 1 500 m<sup>3</sup> och år eller mellan 15,1 och 28,5 m<sup>3</sup> per person och år. Resultaten är beräknade med reall oförändrade priser och med två procents real prisökning per år.

**Realt oförändrade priser, fyra procent real kalkylränta**

*Tabell 5 Utfallet av Monte Carlosimuleringar för ny- och ombyggnad. Andel av 10 000 simuleringar som är lönsamma. Total varmvattenförbrukning före IMD 800 – 1 500 m<sup>3</sup> per år. Minskning efter IMD 0-30 procent. 2014 års priser och realt oförändrade.*

Installations- kostnad (kr/lgh)	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna
	Fortum Trygg	EON Värme	EON Värme	Kraft- ringen	Sundsvall Energi	Öviks Energi	Tekniska verken
1 mätare							
1 050 (SFFE)	51,8%	54,8%	45,1%	52,7%	60,4%	68,6%	63,7%
1 375 (SP)	42,9%	46,1%	36,0%	44,0%	52,5%	61,4%	55,8%
2 300 (SABO)	22,0%	25,2%	15,7%	22,9%	31,1%	41,1%	34,3%
3 500 (SABO)	6,9%	8,6%	3,8%	7,3%	11,7%	19,7%	14,0%
4 700 (Wikells)	1,6%	2,3%	0,4%	1,4%	3,2%	6,6%	3,9%
2 mätare							
1 875 (SP)	30,8%	33,8%	23,9%	31,6%	40,5%	50,2%	43,8%
6 800 (Wikells)	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,1%
8 500 (Wikells)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

För Stockholm, Malmö och Sundsvall har vi använt två stycken fjärrvärmesaxor och i Kiruna en.<sup>35</sup> Vid både nybyggnad och ombyggnad kan det ibland behövas fler än en mätare<sup>36</sup>, i analysen har vi räknat med en respektive två mätare. Installationskostnaderna per lägenhet är de som tidigare redogjorts för och representerar olika mätare och system för insamling av data. Vi har gjort 10 000 simuleringar per alternativ, totalt 560 000 simuleringar.

I tabellen återfinns resultaten för Stockholm vi presenterade tidigare. Med en mätare och en installationskostnad på 1 050 kronor per lägenhet (totalt 25 200 kronor) och med Fortum Tryggs fjärrvärmesaxa blir det lönsamt i 51,8 procent av fallen. Med en något högre installationskostnad, 1 375 kronor per lägenhet, totalt 33 000 kronor, och Fortum Tryggs taxa blir det lönsamt i 42,9 procent av fallen. Osy.

Som framgår av tabellen varierar lönsamheten med förutsättningarna. Det är föga förvånande eftersom fjärrvärmesaxor, kallvattentemperatur och avgiften för vatten och avlopp varierar på de orter vi studerar. Vissa fjärrvärmebolag har rörliga energipriser som är differentierade över året och andra har rörliga energipriser som är desamma, oberoende av månad.<sup>37</sup> Även effektdebiteringen och prissättningen på effekt varierar mellan fjärrvärmebolagen. Kallvattentemperaturen styr energiåtgången (och därmed kostnaden) för att värma upp vattnet till 58 grader, vilket är det gradtal som används i kalkylen. Denna temperatur varierar mellan

<sup>35</sup> I bilaga 5 redovisas bl.a. prisstrukturer för samtliga fjärrvärmesaxor som används i modellen.

<sup>36</sup> Se diskussionen i huvudrapporten, avsnitt *Byggnadstekniska utgångspunkter*.

<sup>37</sup> På orter där två fjärrvärmesaxor har använts förklarar skillnaden i andelarna framförallt av skillnaden i det rörliga energipriset. I exempelvis Sundsvall har Sundsvall Energi ett rörligt energipris som varierar mellan 66,88 öre/kWh som högst och 11,88 öre/kWh som lägst. Öviks Energi har ett rörligt energipris på 53,75 öre/kWh som är detsamma över samtliga av årets månader.



orterna. Den rörliga VA-avgiften varierar kraftigt i landets kommuner. I Stockholm är taxan 5,72 kronor per m<sup>3</sup>, i Malmö 9,54 kronor, och i Kiruna 26,11 kronor per m<sup>3</sup>. Samtliga aspekter får effekt på kalkylresultaten.

#### **Två procent real prisökning i rörligt energipris och VA-avgift, fyra procent real kalkylränta**

Branchorganisationen Svenskt Vatten skriver på sin webbplats att VA-avgiften för en normalvilla höjdes med i medeltal fyra procent år 2014. Samtidigt har en relativt stor andel av kommunerna inte justerat sin taxa alls.<sup>38</sup> Man skriver vidare att analyser visar att vattentjänstsektorn måste genomföra markanta investeringsökningar under de kommande 20 åren för att klara behovet.

Svenskt Vatten bedömer därför att brukningstaxorna i många kommuner framöver kan behöva öka mer än fyra procent. Branchorganisationen menar att det är viktigt att kommunerna ser över sin VA-verksamhet och kritiskt granskar taxan redan nu för att se hur man ska kunna möta dessa utmaningar.

I Nils Holgersson-undersökningen anges att fjärrvärmepriserna i riket fortsätter att öka, om än i lägre takt. 2014 års undersökning visar att fjärrvärmepriserna i genomsnitt ökar med 1,6 procent (i nominella termer) i riket. Det är en mindre prisökning än under den senaste femårsperioden, då priset i genomsnitt höjts med mellan 2,3 och 3,7 procent.<sup>39</sup>

För att studera hur kalkylresultaten förändras antar vi att VA-avgiften och fjärrvärmebolagens rörliga energipris öka med två procent per år i reala termer. Tabell 6 visar resultaten.<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup> <http://www.svensktvatten.se/Aktuellt/Nyheter/Svenskt-Vatten-nyhetslista/Arets-kommunala-VA-taxor-ar-nu-sammanstallda/>

<sup>39</sup> <http://www.nilsholgersson.nu/rapporter/aktuell-rapport/undersokning-2014/fjaerrvaerme/riket/>

<sup>40</sup> Med en inflation på 2 procent, Riksbanken mål, blir ökningen 4 procent i nominella termer.

Tabell 6 Utfallet av Monte Carlosimuleringar för ny- och ombyggnad. Andel av 10 000 simuleringar som är lönsamma. Total varmvattenförbrukning före IMD 800 – 1 500 m<sup>3</sup> per år. Minskning efter IMD 0-30 procent. 2014 års priser och två procent real prisökning per år.

Installations- kostnad (kr/lgh)	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna
	Fortum Trygg	EON Värme	EON Värme	Kraft- ringen	Sundsvall Energi	Öviks Energi	Tekniska verken
1 mätare							
1 050 (SFFE)	58,2%	60,2%	50,8%	58,4%	65,2%	72,6%	68,1%
1 375 (SP)	49,9%	52,3%	42,6%	50,6%	57,9%	66,1%	61,2%
2 300 (SABO)	28,4%	30,9%	21,2%	29,1%	36,9%	47,2%	40,8%
3 500 (SABO)	10,5%	12,7%	6,5%	11,0%	15,9%	24,9%	18,8%
4 700 (Wikells)	3,1%	4,1%	1,2%	2,9%	5,1%	10,4%	6,6%
2 mätare							
1 875 (SP)	37,4%	40,0%	30,0%	38,4%	46,0%	56,0%	49,6%
6 800 (Wikells)	0,1%	0,3%	0,0%	0,1%	0,2%	0,9%	0,4%
8 500 (Wikells)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Reala prisökningar leder till att intäkterna i kalkylen blir större. Det innebär i sin tur att fler simuleringar blir lönsamma. Exempelvis uppgår nu andelen lönsamma simuleringar med en mätare i Stockholm, den lägsta installationskostnaden och med Fortum Tryggs fjärrvärmes taxa till 58,2 procent mot tidigare 51,8 procent med reall oförändrade priser. I Kiruna uppgår andelen till 68,1 procent mot tidigare 63,7 procent.

## Lönsamhet vid ombyggnad med en total varmvattenförbrukning på 1 000 – 1 900 m<sup>3</sup> före IMD

Utfallet av investeringar i individuell mätning beror på flera saker som inte är direkt knuten till byggnadstyp utan snarare till hushållsstorlek och de boendes brukarbeteende. I vissa områden förbrukar de boende mer än i andra.

I de fall där det bor fler personer i lägenheterna eller där förbrukningen per person är högre än vad som redovisas av Sveby, fås ett högre värde på den totala tappvarmvattenförbrukningen före investering i individuella mätare. I Energimyndighetens rapport *Vattenanvändning i hushåll* görs en litteraturgenomgång av de schabloner för kall- och varmvattenanvändning som används av myndigheter, energibolag och andra aktörer för befintligt bestånd.

Förbrukningen av tappvarmvatten i befintliga flerbostadshus ligger inom intervallet 18 - 37 m<sup>3</sup> per person. Förbrukningen på lägenhetsnivå redovisas som 28 - 76 m<sup>3</sup> per år baserat på att det bor 1-4 personer i en lägenhet. I rapporten redovisas också egna mätningar som analyseras tillsammans med tidigare mätstudier. Resultatet visar en genomsnittlig tappvarmvattenförbrukning på 23 – 30 m<sup>3</sup> per person och år. Det viktade medelvärdet för mätningarna gjorda på lägenhetsnivå är 59 - 61 m<sup>3</sup> per år.

I rapporten konstateras att mätresultaten stämmer väl överrens med de schabloner som används av branschen.<sup>41</sup>

Schablonerna redovisade ovan uppräknat till typbyggnaden ger en total förbrukning av tappvarmvatten på

- 954 – 1 961 m<sup>3</sup>/år (18 – 37 m<sup>3</sup> x 53 personer).
- 672 – 1 824 m<sup>3</sup>/år (24 lägenheter med 28 – 76 personer).
- 1 219 – 1 590 m<sup>3</sup>/år (23 – 30 m<sup>3</sup> x 53 personer).
- 1 440 m<sup>3</sup>/år (60 m<sup>3</sup> per lägenhet x 24).

Vi antar fortfarande att nya armaturer installeras vid ombyggnad. Det leder till en lägre vattenförbrukning, cirka 20 procent, i förhållande till situationen före ombyggnaden. Därefter studeras effekterna av att investera i individuell mätning som en separat åtgärd.

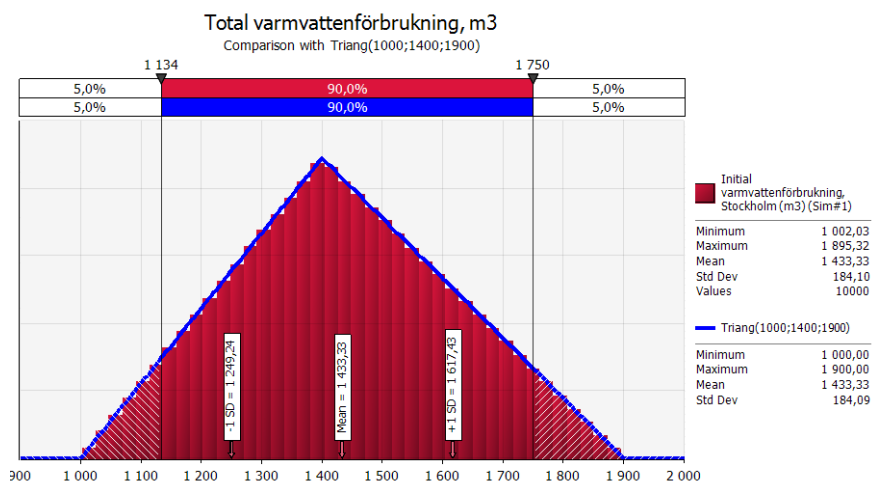
Med det som underlag antar vi följande tappvarmvattenförbrukning före individuell mätning av tappvarmvatten i referenshuset.

Tabell 7 Total varmvattenförbrukning före installation av individuella mätare

Total varmvattenförbrukning (m <sup>3</sup> per år)	Antal boende	Förbrukning per person (m <sup>3</sup> per år)	Antal m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>
1 000	53	18,9	0,43
1 400	53	26,4	0,61
1 900	53	35,8	0,82

I referenshuset bor 53 personer och den totala tappvarmvattenförbrukningen utan individuell mätning varierar mellan 1 000 och 1 900 m<sup>3</sup> per år. Det ger en förbrukning på mellan 18,9 och 35,8 m<sup>3</sup> per person och år. Antalet m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub> varierar mellan 0,43 och 0,82. Med en triangulär fördelning blir förutsättningen enligt figur 6.

Figur 6 Triangulär fördelning av total varmvattenförbrukning (m<sup>3</sup>) före införandet av individuell mätning av tappvarmvatten.



<sup>41</sup> Energimyndigheten (2012), *Vattenanvändningen i hushåll*, rapport 2012:03

Som minsta värde antar vi att varmvattenförbrukningen före införandet är 1 000 m<sup>3</sup> per år. Det mest troliga värdet är 1 400 m<sup>3</sup> och det maximala är 1 900 m<sup>3</sup>. Figuren visar också medelvärdet, 1 433 m<sup>3</sup>.

Med den här fördelningen kommer varmvattenförbrukningen före investeringen i individuell mätning att ligga i intervallet 1 000 – 1 400 m<sup>3</sup> i 44,5 procent av fallen och i intervallet 1 400 – 1 900 m<sup>3</sup> i 55,5 procent av fallen.

Inga andra faktorer ändras. Tabell 8 visar resultaten med reallt oförändrade priser.

### Reallt oförändrade priser, fyra procent real kalkylränta

*Tabell 8 Utfallet av Monte Carlosimuleringar för ombyggnad. Andel av 10 000 simuleringar som är lönsamma. Total varmvattenförbrukning före IMD 1000 – 1 900 m<sup>3</sup> per år. Minskning efter IMD 0-30 procent. 2014 års priser och reallt oförändrade.*

Installations- kostnad (kr/lgh)	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna
	Fortum Trygg	EON Värme	EON Värme	Kraft- ringen	Sundsvall Energi	Öviks Energi	Tekniska verken
1 mätare							
1 050 (SFFE)	70,7%	72,9%	65,6%	71,4%	76,9%	81,4%	78,6%
1 375 (SP)	64,4%	66,7%	58,7%	65,3%	71,6%	77,5%	73,8%
2 300 (SABO)	45,2%	48,2%	38,3%	46,4%	54,7%	63,2%	58,0%
3 500 (SABO)	23,6%	26,9%	17,2%	24,5%	32,8%	43,1%	36,3%
4 700 (Wikells)	10,1%	12,5%	6,2%	10,8%	16,4%	25,2%	19,0%
2 mätare							
1 875 (SP)	54,3%	57,0%	47,2%	54,9%	62,6%	70,3%	65,5%
6 800 (Wikells)	1,5%	2,0%	0,3%	1,2%	2,8%	6,1%	3,7%
8 500 (Wikells)	0,1%	0,2%	0,0%	0,1%	0,2%	1,1%	0,4%

Med en högre varmvattenförbrukning före införandet av IMD förbättras utfallet. Exempelvis uppgår nu andelen lönsamma simuleringar med en mätare i Stockholm, den lägsta installationskostnaden och med Fortum Tryggs fjärrvärmes taxa till 70,7 procent mot tidigare 51,8 procent med det lägre ingångsvärdet. I Kiruna uppgår andelen till 78,6 procent mot tidigare 63,7 procent.

Antas även VA-avgiften och fjärrvärmebolagens rörliga energipris öka med två procent per år i reala termer fås:

### Två procent real prisökning i rörligt energipris och VA-avgift, fyra procent real kalkylränta

Tabell 9 Utfallet av Monte Carlosimuleringar för ombyggnad. Andel av 10 000 simuleringar som är lönsamma. Total varmvattenförbrukning före IMD 1000 – 1900 m<sup>3</sup> per år. Minskning efter IMD 0-30%. 2014 års priser och 2 % real prisökning per år.

Installations- kostnad (kr/lgh)	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna
	Fortum Trygg	EON Värme	EON Värme	Kraft- ringen	Sundsvall Energi	Öviks Energi	Tekniska verken
1 mätare							
1 050 (SFFE)	74,9%	76,3%	69,9%	75,2%	79,7%	83,8%	81,0%
1 375 (SP)	69,4%	71,2%	63,7%	69,9%	74,9%	80,1%	77,2%
2 300 (SABO)	52,0%	54,3%	44,8%	52,8%	59,7%	67,8%	63,1%
3 500 (SABO)	30,4%	32,6%	22,9%	30,8%	38,8%	49,0%	42,6%
4 700 (Wikells)	14,8%	17,4%	9,5%	15,2%	21,3%	31,0%	24,6%
2 mätare							
1 875 (SP)	60,3%	62,1%	53,3%	60,8%	67,3%	74,1%	70,0%
6 800 (Wikells)	2,8%	3,7%	1,0%	2,6%	4,8%	9,9%	6,3%
8 500 (Wikells)	0,4%	0,6%	0,1%	0,4%	0,7%	2,3%	1,1%

Fler simuleringar blir lönsamma, vilket höjer andelen. Med en mätare i Stockholm, den lägsta installationskostnaden och med Fortum Tryggs fjärrvärmesaxa uppgår andelen till 74,9 procent mot tidigare 70,7 procent med reall oförändrade priser. I Kiruna uppgår andelen till 81,0 procent mot tidigare 78,6 procent.

## Kalkylräntans roll

Kalkylräntan som används i beräkningarna ska avspegla fastighetsägarens avkastningskrav på investeringar. Om man inte lägger resurser på investeringar i individuell mätning kan dessa användas till annat och det är avkastningen för den bästa av de alternativa investeringarna som avgör nivån på kalkylräntan. I våra beräkningar har kalkylräntan satts till fyra procent i reala termer.

Men Monte Carlo-simuleringarna visar att investeringar i individuell mätning mycket väl kan vara olönsamma. Det kan således vara en riskfylld investering, resultaten kan bli negativa och beräkningarna borde anpassas till det. Kalkylmässigt görs detta genom att lägga till en riskpremie på kalkylräntan. Med en riskpremie på, till exempel, två procent borde kalkylräntan sättas till sex procent i stället för fyra procent. Med sex procents real kalkylränta blir resultatet enligt nedan.

## Två procent real prisökning i rörligt energipris och VA-avgift, sex procent real kalkylränta

Tabell 10 Utfallet av Monte Carlosimuleringar för ombyggnad. Andel av 10 000 simuleringar som är lönsamma. Total varmvattenförbrukning före IMD 1000 – 1 900 m<sup>3</sup> per år. Minskning efter IMD 0-30 procent. 2014 års priser och två procent real prisökning per år, sex procent kalkylränta

Installations- kostnad (kr/lgh)	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna
	Fortum Trygg	EON Värme	EON Värme	Kraft- ringen	Sundsvall Energi	Öviks Energi	Tekniska verken
1 mätare							
1 050 (SFFE)	73,0%	74,5%	67,7%	73,3%	78,0%	82,5%	79,8%
1 375 (SP)	66,7%	68,5%	60,9%	67,3%	72,8%	78,4%	75,1%
2 300 (SABO)	47,0%	49,4%	39,7%	48,1%	55,3%	64,1%	58,9%
3 500 (SABO)	24,6%	27,3%	17,7%	25,2%	32,7%	43,2%	36,6%
4 700 (Wikells)	10,4%	12,5%	6,3%	10,9%	15,8%	24,8%	18,6%
2 mätare							
1 875 (SP)	56,4%	58,5%	49,0%	56,8%	63,6%	71,3%	66,7%
6 800 (Wikells)	1,5%	1,8%	0,3%	1,1%	2,4%	5,6%	3,3%
8 500 (Wikells)	0,1%	0,2%	0,0%	0,1%	0,1%	0,9%	0,4%

Resultaten i tabellen ovan kan jämföras med resultaten i närmast föregående tabell. Då kan effekten på kalkylresultaten med sex respektive fyra procent real kalkylränta studeras. Som kan konstateras sjunker lönsamhetsandelarna vid en högre kalkylränta med några procentenheter.

Avslutningsvis gör vi en återkoppling till diskussionen om VA-verkens självkostnadsprincip som fördes tidigare. Vi argumenterade där att när hushållen sparar vatten måste VA-verken ändå få täckning för sina kostnader. Om det krävs att brukningsavgifterna, antingen den fasta delen eller VA-avgiften (den rörliga delen) eller en kombination av de två, måste höjas som ett resultat av införandet av individuell mätning för att återgå till självkostnad, bör detta tas hänsyn till. Det leder i så fall till väsentliga effekter på kalkylresultaten. Värdet av vattenbesparingen, en av tre intäktsposter i kalkylen, skulle reduceras för fastighetsägaren och långt fler simuleringar skulle bli olönsamma.

## En diskussion kring resultaten

Som alltid när beräkningar görs bygger de på antaganden. Strävan i Monte Carlosimuleringarna har varit att söka stöd för gjorda antaganden/skattningar i litteraturen och vid kontakter med olika experter. I detta kapitel diskuteras olika aspekter kring resultaten.

### Installationskostnaderna beror på valet av teknik

Boverkets generella bild av installationskostnaden är att den varierar kraftigt och att detta förklaras av att vattenmätaren har olika teknik, kvalitet och pris och för att det finns olika metoder att samla in data från mätarna. Eftersom fastighetsägare och byggherrar har olika krav och preferenser på vad som ska installeras varierar kostnaden.

Gemensamt för samtliga presenterade kostnadsalternativ i denna bilaga är att mätaren utgörs av flödesmätare som enbart mäter varmvattenvolymen och inte vattentemperaturen. I lagen om energimätning i byggnader (2014:267) anges i §1 att energikostnader ska kunna fördelas efter faktisk energianvändning. För detta krävs också mätning av vattentemperaturen. Sådana mätare är dyrare än de som används i denna bilaga. Dyrare mätare leder till att färre simuleringar blir lönsamma.

Den billigaste installationskostnaden, 1 050 kronor per lägenhet, 25 200 kronor totalt, kommer från Svensk förening för förbrukningsmätning av energi (SFFE) och avser ett system med mobil avläsning. SFFE representerar tre mätarföretag, Ista, Techem och Minol och deras primära tjänst är att åt kund sköta mätning och debitering. Företagen säljer paketlösningar med installation av mätare, avläsning och framtagande av debiteringsunderlag. Deras syn är att det är endast om man har kontroll på hela kedjan, från installation till avläsning och debitering under produktens livslängd, som man kan garantera en kvalitativ produkt.

Ett potentiellt problem för fastighetsägare som väljer denna lösning är att den skapar inlåsnings effekter eftersom fastighetsägaren blir utelämnad till ett fåtal leverantörer. Uppfyller systemet inte de krav som ställs kan det vålla problem och det uppstår byteskostnader om fastighetsägaren väljer att byta system. Existensen av byteskostnader ger företag en viss grad av monopolmakt över sina existerande kunder och företagen kan höja priserna mer än vad de annars skulle kunna. Till syvende och sist blir det en empirisk fråga om byteskostnader utgör ett problem vid investeringar i individuell mätning.<sup>42</sup>

Fastighetsägarna, Hyresgästföreningen och Sabo har gemensamt tagit fram en rekommendation om individuell mätning för att underlätta för lokala parter att teckna överenskommelser. Vid införandet ska hyresgästen ha möjlighet att följa förbrukningen, helst i realtid både i volym och kostnad. Vidare ska man välja tillförlitlig utrustning och man bör välja sådan som har standardiserade gränssnitt mellan mätare och insamlingsenhet, mellan insamlingsenhet - centralt system och mellan centralt system - hyressystem. Varje komponent i kedjan ska således ha standardiserat gränssnitt och därmed vara ersättningsbar.<sup>43</sup>

Rekommendationen lyfter fram standardisering och ersättningsbarhet som viktiga aspekter vid individuell mätning. Därigenom minimeras inlåsnings effekter och byteskostnader för fastighetsägaren. Samtidigt innehåller rekommendationen att hyresgästen helst ska kunna följa förbrukningen i realtid och att insamlingen av mätdata sker med automatiska system. Detta leder till dyra system och det krävs då väsentliga besparingar för att kunna räkna hem investeringen.

---

<sup>42</sup> Den ekonomiska litteraturen kring byteskostnader (switching costs) är omfattande. En översikt ges i Klemperer, P.D. (1995), *Competition when Consumers have Switching Costs: An Overview with Applications to Industrial Organization, Macroeconomics, and International Trade*, *Review of Economic Studies*.

<sup>43</sup> Fastighetsägarna, Hyresgästföreningen & SABO (2011), *Individuell mätning och debitering (IMD), Rekommendation*.

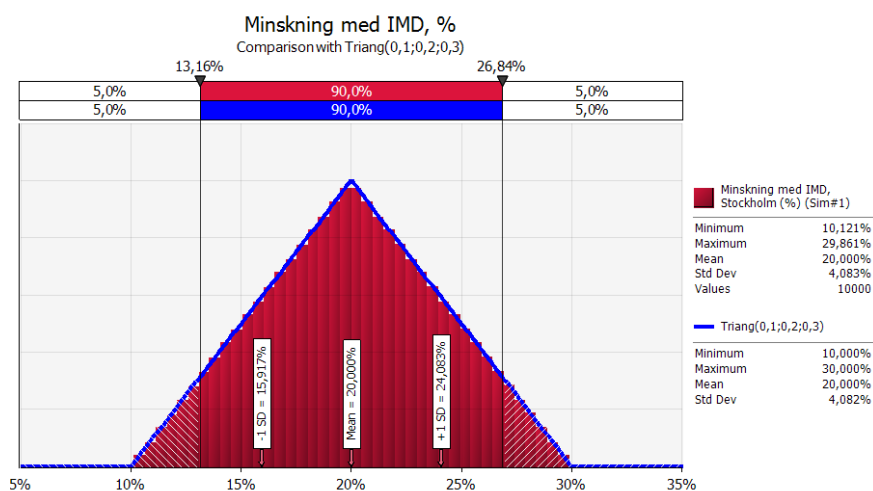
### Vad skulle krävas för att nå en 90 procentig lönsamhetsandel?

Införandet av individuell mätning har analyserats som en separat åtgärd som görs efter det att andra förbrukningsminskande åtgärder har genomförts. En naturlig fråga att ställa sig är vad som skulle krävas i modellen för att uppnå mycket höga lönsamhetsandelar. Exempelvis nio av tio simuleringar, en lönsamhetsandel på 90 procent.

Den parameter som har störst påverkan på slutresultaten är minskningen i förbrukningen efter införandet av individuell mätning. Spridningen har i de ovan presenterade alternativen antagits ligga mellan 0 och 30 procent med det mest troliga värdet på 15 procent. Medelvärde sammanfaller med det mest troliga värdet.

Simuleringar har även gjorts med en triangulär fördelning för minskningen där spridningen är mellan 10 och 30 procent och det mest troliga värdet är 20 procent. Medelvärde med denna fördelning blir 20 procent. Fördelningen visas i figuren nedan.

Figur 7 Triangulär fördelning av minskningen i förbrukningen efter införandet av IMD. Procent



I 50 procent av fallen ligger minskningen mellan 10 och 20 procent och i 50 procent av fallen ligger minskningen mellan 20 och 30 procent.

Med denna förutsättning, en total vattenförbrukning före IMD på 800 – 1 500 m<sup>3</sup> och med reall oförändrade priser kommer 90 procent eller mer att uppnås med en mätare och lägsta installationskostnaden (1 050 kronor per lägenhet, totalt 25 200 kronor) i Sundsvall och i Kiruna. I Kiruna blir även lönsamhetsandelen över 90 procent för en mätare med installationskostnad på 1 375 kronor per lägenhet, 33 000 kronor totalt.

Med en real ökning på två procent per år för det rörliga energipriset och för VA-avgiften uppnås lönsamhetsandelen på 90 procent eller mer också i Stockholm och Malmö vid den lägsta installationskostnaden, 1 050 kronor per lägenhet. I Sundsvall överstiger lönsamhetsandelen på 90 procent även för installationskostnaden på 1 375 kronor per lägenhet.



I tidiga studier anges vattenbesparingen till mellan 10 – 30 procent.<sup>44</sup> Nya mätningar från bl.a. Sabo och HSB visar att besparingen uteblivit, vilket har föranlett Sveby att avstå från att ge några rekommendationer.<sup>45</sup>

Boverket anser i en utredning som genomfördes 2002 att studier bör göras innan en viss teknik införs, så att man förvissar sig om att vinsten av en åtgärd överstiger kostnaderna för investeringen och dess följdskostnader.<sup>46</sup>

I vår utredning har det varit svårt att få fram svenska utvärderingar som gjorts i efterhand, där individuell mätning har analyserats som en separat åtgärd och där kostnader för installation och drift ställt mot värdet av besparingar i energi, effekt och vatten. Det förekommer uppgifter om att minskningen i tappvarmvatten i vissa fall varit marginell.<sup>47</sup> En spridning mellan 10 och 30 procent innebär att samtliga installationer av IMD för tappvarmvatten leder till en minskning med, som lägst, 10 procent. Man fångar då inte in IMD-investeringar där minskningen är lägre och det ger en överskattning av lönsamheten.

### Hur mycket pengar kan man tjäna?

Vi har bara studerat betalningsströmmar, positiva (intäkter) och negativa (kostnader) på byggnadsnivå kopplade till investeringen i individuell mätning och inte analyserat hur resultatet ska fördelas mellan fastighetsägare och hyresgäster. För att få en uppfattning om storleksordningen, det maximala resultatet vid en investering på 25 200 kronor i Stockholm med Fortum Tryggs fjärrvärmesaxa uppgår till 144 347 kronor sett över tio år (Figur 4). Detta är överskottet sedan kostnader för installation och drift dragits ifrån. Antar vi att hela överskottet kommer hyresgästerna till del innebär det att varje lägenhet i referenshuset med 24 lägenheter sparar i genomsnitt 62 kronor i månaden. Detta får anses vara en liten besparing i förhållande till månadshyran.

Med det genomsnittliga överskottet i samma exempel, 3 716 kronor över 10 år, sparar varje lägenhet i genomsnitt 1,6 kronor per månad.

### Fördelningspolitiska konsekvenser

Oberoende av byggnadstyp kommer en central faktor vid införandet av individuell mätning vara varmvattenförbrukningen före installationen. Som nämnts ovan beror detta på hushållsstorlek, de boendes brukarbeteende och på armatur. Om en hög initial vattenförbrukning företrädesvis förekommer i socialt utsatta områden kan ett införande av individuell mätning av tappvarmvatten leda till fördelningspolitiska konsekvenser som kan uppfattas som orättvisa.

I en nyligen publicerad licentiatavhandling undersöker författaren införandet av individuell mätning och debitering i ett område i

---

<sup>44</sup> Energimyndigheten (1999), *Utredning angående erfarenheter av individuell mätning av värme och varmvatten i svenska flerbostadshus*, ER 24:1999, Energimyndigheten 2003, *Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – En lägesrapport*.

<sup>45</sup> Sveby (2012), *Brukarindata bostäder* s 20.

<sup>46</sup> Boverket (2002), *Hushållning med kallt och varmt tappvatten*.

<sup>47</sup> Presentation av Svenska Bostäder på Boverkets hearing den 20 maj 2014.

Göteborg.<sup>48</sup> Införandet ledde till en minskning i vattenförbrukningen och var lönsam för fastighetsägaren. Det ledde dock till att den genomsnittliga månadskostnaden för hushållen ökade, mer så bland hushåll där de boende var arbetslösa.

Inlåsningseffekten på grund av bidragsberoende (welfare dependency) ökar med ökande kostnader för boendet. Författaren menar att denna grupp saknar ekonomiska incitament att minska på vattenförbrukningen eftersom vattenanvändningen betalas av samhället. Ekonomiska faktorer spelar in för minskningen av vattenförbrukning men andra faktorer såsom hushållsstorlek och utbildningsnivå är också viktiga.

Författaren menar vidare att hushåll som erhåller stöd från samhället inte alls påverkas av införandet av individuell mätning men de blir mer isolerade socialt sett eftersom inlåsnings till bidragsberoende cementeras.

### **Minskningen med IMD oberoende av initial varmvattenförbrukning**

Simuleringarna har gjorts under antagandet att det inte råder något samband mellan minskningen i varmvattenförbrukning och den totala förbrukningen före införandet. Det är lika stor sannolikhet i modellen att få en 20-procentig minskning vid en hög förbrukning som vid en låg. Hade ett samband (en korrelation) introducerats innebärande att stora minskningar företrädesvis erhålls om den totala varmvattenförbrukningen före införandet av individuell mätning är hög skulle resultatet blivit att färre simuleringar skulle bli lönsamma vid låga investeringskostnader och fler simuleringar bli lönsamma vid höga investeringskostnader.

## **Slutsatser**

Monte Carlo-simulering är ett kraftfullt verktyg som bl.a. kan användas i kalkylmodeller som skapas i Excel. Parametrar som har stor påverkan på resultatet ansätts sannolikhetsfunktioner, från vilka värden slumpmässigt dras. Detta i kombination med att tusentals simuleringar kan genereras på kort tid leder till en skattning av variationen av utfallet.

Boverket har byggt en kalkylmodell i Excel för att undersöka kostnadseffektivitet (lönsamheten) på byggnadsnivå vid investeringar i individuell mätning och debitering av tappvarmvatten. Referenshus har skapats innehållande 24 lägenheter och placerats på fyra orter i landet, Stockholm, Malmö, Sundsvall och Kiruna. Två fjärrvärmesystem har använts i Stockholm, Malmö och Sundsvall och en taxa i Kiruna.

Monte Carlosimulering har använts och triangulära fördelningsfunktioner har ansatts, dels för den totala varmvattenförbrukningen före införandet av IMD, dels för minskningen i procent efter IMD. En diskret fördelningsfunktion har använts för VA-avgiften.

Totalt har 10 000 simuleringar genomförts per alternativ och slutresultatet i termer av hur stor andel av simuleringar i varje alternativ

---

<sup>48</sup> Mangold, M. (2013), *The effect of resource sustainability interventions on social sustainable development in the built environment*, Chalmers University of Technology, Gothenburg

som uppvisar lönsamhet sammanfattas i tabellen nedan. Realt oförändrade priser antas.

*Tabell 11 Utfallet av Monte Carlosimuleringar för ny- och ombyggnad. Andel av 10 000 simuleringar som är lönsamma. Total varmvattenförbrukning före IMD 800 – 1 500 m<sup>3</sup> per år. Minskning efter IMD 0-30 procent. 2014 års priser och realt oförändrade.*

Installations- kostnad (kr/lgh)	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna
	Fortum Trygg	EON Värme	EON Värme	Kraft- ringen	Sundsvall Energi	Öviks Energi	Tekniska verken
1 mätare							
1 050 (SFFE)	51,8%	54,8%	45,1%	52,7%	60,4%	68,6%	63,7%
1 375 (SP)	42,9%	46,1%	36,0%	44,0%	52,5%	61,4%	55,8%
2 300 (SABO)	22,0%	25,2%	15,7%	22,9%	31,1%	41,1%	34,3%
3 500 (SABO)	6,9%	8,6%	3,8%	7,3%	11,7%	19,7%	14,0%
4 700 (Wikells)	1,6%	2,3%	0,4%	1,4%	3,2%	6,6%	3,9%
2 mätare							
1 875 (SP)	30,8%	33,8%	23,9%	31,6%	40,5%	50,2%	43,8%
6 800 (Wikells)	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,1%
8 500 (Wikells)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Som kan konstateras från tabellen varierar lönsamheten beroende på förutsättningar. Det är föga förvånande eftersom fjärrvärmesaxor, kallvattentemperatur och avgiften för vatten och avlopp varierar på de orter som studeras. I Stockholm med en mätare och en installationskostnad på 1 050 kronor per lägenhet (totalt 25 200 kronor) och med Fortum Tryggs fjärrvärmesaxa blir det lönsamt i 51,8 procent av fallen. I Kiruna är motsvarande siffra 63,7 procent.

Med en real ökning på två procent per år för det rörliga energipriset och för VA-avgiften blir resultatet:

*Tabell 12 Utfallet av Monte Carlosimuleringar för ny- och ombyggnad. Andel av 10 000 simuleringar som är lönsamma. Total varmvattenförbrukning före IMD 800 – 1 500 m<sup>3</sup> per år. Minskning efter IMD 0-30 procent. 2014 års priser och två procent real prisökning per år.*

Installations- kostnad (kr/lgh)	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna
	Fortum Trygg	EON Värme	EON Värme	Kraft- ringen	Sundsvall Energi	Öviks Energi	Tekniska verken
<b>1 mätare</b>							
1 050 (SFFE)	58,2%	60,2%	50,8%	58,4%	65,2%	72,6%	68,1%
1 375 (SP)	49,9%	52,3%	42,6%	50,6%	57,9%	66,1%	61,2%
2 300 (SABO)	28,4%	30,9%	21,2%	29,1%	36,9%	47,2%	40,8%
3 500 (SABO)	10,5%	12,7%	6,5%	11,0%	15,9%	24,9%	18,8%
4 700 (Wikells)	3,1%	4,1%	1,2%	2,9%	5,1%	10,4%	6,6%
<b>2 mätare</b>							
1 875 (SP)	37,4%	40,0%	30,0%	38,4%	46,0%	56,0%	49,6%
6 800 (Wikells)	0,1%	0,3%	0,0%	0,1%	0,2%	0,9%	0,4%
8 500 (Wikells)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Reala prisökningar leder till att intäkterna i kalkylen blir större. Det innebär i sin tur att fler simuleringar blir lönsamma. Exempelvis uppgår nu andelen lönsamma simuleringar med en mätare i Stockholm, den lägsta installationskostnaden och Fortum Tryggs fjärrvärmes taxa till 58,2 procent mot tidigare 51,8 procent med reall oförändrade priser. I Kiruna uppgår andelen till 68,1 procent mot tidigare 63,7 procent.

Boverket anser med stöd av Monte Carlo-simuleringarna att sannolikheten för kostnadseffektivitet är för låg för att kunna ställa ett nationellt krav på individuell mätning av tappvarmvatten i flerbostadshus vid uppförande och ombyggnad.

## Bilaga 5 – Indata



# Indata

Rörliga energipriser och effektavgifter. Inklusive moms.

---

## Rörliga energipriser, Stockholm (öre/kWh)

	Fortum Trygg	EON Värme (Bro)
Jan	89,25	54,75
Feb	89,25	54,75
Mar	89,25	54,75
Apr	58,63	54,75
Maj	35,63	54,75
Jun	35,63	54,75
Jul	35,63	54,75
Aug	35,63	54,75
Sep	35,63	54,75
Okt	58,63	54,75
Nov	58,63	54,75
Dec	89,25	54,75

## Rörliga effektavgifter (Stockholm)

Fortum Trygg	632,5	kr/kW och år
EON Värme (Bro)	1437,5	kr/kW och år

---

## Rörliga energipriser , Malmö (öre/kWh)

	EON Värme	Kraftringen, Lund
Jan	71,55	80,00
Feb	71,55	80,00
Mar	71,55	59,38
Apr	47,36	59,38
Maj	47,36	43,75
Jun	20,61	43,75
Jul	20,61	43,75
Aug	20,61	43,75
Sep	20,61	43,75
Okt	47,36	59,38
Nov	47,36	59,38
Dec	71,55	80,00

## Rörliga effektavgifter (Malmö)

EON Värme	109,56	kr/kW och mån
Kraftringen, Lund	1121,25	kr/kW och år

---

## Bilaga 5 – Indata

**Rörliga energipriser, Sundsvall (öre/kWh)**

	Sundsvall Energi	Öviks Energi
Jan	66,88	53,75
Feb	66,88	53,75
Mar	66,88	53,75
Apr	37,50	53,75
Maj	11,88	53,75
Jun	11,88	53,75
Jul	11,88	53,75
Aug	11,88	53,75
Sep	11,88	53,75
Okt	37,50	53,75
Nov	66,88	53,75
Dec	66,88	53,75

**Rörliga effektavgifter (Sundsvall)**

Sundsvall Energi	662,5	kr/kW och år
Öviks Energi	610,35	kr/kW och år

**Rörliga energipriser, Kiruna (öre/kWh)**

	Tekniska verken
Jan	87,75
Feb	87,75
Mar	87,75
Apr	24,63
Maj	24,63
Jun	24,63
Jul	24,63
Aug	24,63
Sep	24,63
Okt	24,63
Nov	87,75
Dec	87,75

**Rörliga effektavgifter ,Kiruna**

Tekniska verken	562,5	kr/kW och år
-----------------	-------	--------------



## Bilaga 5 – Indata

Källor: Fortum

<http://www.fortum.com/countries/se/foretag/fjarrvarme/priser-2014/vara-abonnemang/pages/default.aspx>

EON Värme (Bro) [http://www.eon.se/upload/eon-se-2-0/dokument/foretagskund/produkter\\_priser/varme/Prislistor\\_2014/Ftg%20Stockholm%20prislista%202014.pdf](http://www.eon.se/upload/eon-se-2-0/dokument/foretagskund/produkter_priser/varme/Prislistor_2014/Ftg%20Stockholm%20prislista%202014.pdf)

EON Värme (Malmö) <http://www.eon.se/foretagskund/Produkter-och-priser/Varme/Fjarrvarmepriser-2014/Prislistor-2014/>

Kraftringen, Lund

<http://www.kraftringen.se/Foretag/Fjarrvarme/Fjarrvarmepriser-2014/>

Sundsvall Energi

<http://www.sundsvallenergi.se/default.aspx?id=1595&ptid=0>

Öviks Energi

<http://www.ovikenergi.se/download/18.13f4fd9013a6c18921c934/1354916640275/Prislista-fjv-foretag-ovik-2013+Ver.1.pdf>

Kiruna Tekniska verken

<http://www.tekniskaverkenikiruna.se/Global/Taxor%202014/Fj%c3%a4rrv%c3%a4rmetaxa%202014.pdf?epslanguage=sv>

## VA – avgifter 2014. Källa: Svenskt Vatten

<u>Stockholms län</u>		<u>Skåne län</u>	
<u>Kommun</u>	<u>kr/m3</u>	<u>Kommun</u>	<u>kr/m3</u>
Upplands-Väsby	16,25	Svalöv	23,00
Vallentuna	27,20	Staffanstorps	13,26
Österåker	26,00	Burlöv	12,22
Värmdö	28,50	Vellinge	10,11
Järfälla	22,88	Östra Göinge	20,33
Ekerö	15,18	Örkelljunga	25,37
Huddinge	5,72	Bjuv	20,38
Botkyrka	15,69	Kävlinge	13,30
Salem	18,16	Lomma	15,63
Haninge	18,75	Svedala	18,86
Tyresö	23,18	Skurup	26,50
Upplands-Bro	22,20	Sjöbo	24,96
Nykvarn	21,95	Hörby	26,21
Täby	20,25	Höör	11,44
Danderyd	13,50	Tomelilla	26,50
Sollentuna	15,25	Bromölla	18,76
Stockholm	5,72	Osby	27,30
Södertälje	22,06	Klippan	19,87
Nacka	27,50	Åstorp	24,81
Sundbyberg	10,14	Båstad	27,25
Solna	9,75	Malmö	9,54
Lidingö	13,67	Lund	15,22
Vaxholm	29,00	Landskrona	12,50
Norrtälje	28,04	Helsingborg	11,69
Sigtuna	13,50	Höganäs	18,80
Nynäshamn	31,78	Eslöv	19,70
<b>Medel</b>	19,30	Ystad	26,74
<b>Max</b>	31,78	Trelleborg	23,11
<b>Min</b>	5,72	Kristianstad	15,38
<b>Median</b>	19,50	Simrishamn	18,95
		Ängelholm	23,75
		Hässleholm	18,60
		<b>Medel</b>	19,38
		<b>Max</b>	27,30
		<b>Min</b>	9,54
		<b>Median</b>	19,33

**VA – avgifter 2014. Källa: Svenskt Vatten****Västernorrlands län**

<b><u>Kommun</u></b>	<b><u>kr/m3</u></b>
Ånge	25,50
Timrå	25,00
Härnösand	18,88
Sundsvall	25,00
Kramfors	28,50
Sollefteå	28,91
Örnsköldsvik	25,66
<b>Medel</b>	25,35
<b>Max</b>	28,91
<b>Min</b>	18,88
<b>Median</b>	25,50

**Norrbottens län**

<b><u>Kommun</u></b>	<b><u>kr/m3</u></b>
Arvidsjaur	17,50
Jokkmokk	19,20
Överkalix	18,90
Kalix	21,16
Övertorneå	18,68
Pajala	21,40
Gällivare	20,80
Älvsbyn	18,27
Luleå	24,10
Piteå	18,39
Boden	17,00
Haparanda	27,12
Kiruna	26,11
<b>Medel</b>	20,66
<b>Max</b>	27,12
<b>Min</b>	17,00
<b>Median</b>	19,20

## Bilaga 5 – Indata

**Kallvattentemperatur**


---

<u>Stockholm</u>	<u>Grader</u>	<u>Sundsvall</u>	<u>Grader</u>
Jan	4,85	Jan	7,0
Feb	4,10	Feb	6,5
Mar	4,33	Mar	6,0
Apr	6,15	Apr	6,5
Maj	9,86	Maj	7,0
Jun	13,82	Jun	9,0
Jul	14,46	Jul	9,5
Aug	14,43	Aug	11,0
Sep	14,22	Sep	10,5
Okt	12,47	Okt	9,0
Nov	8,94	Nov	8,5
Dec	6,15	Dec	8,0

<u>Malmö</u>	<u>Grader</u>	<u>Kiruna</u>	<u>Grader</u>
Jan	10,53	Jan	1,25
Feb	9,45	Feb	1,25
Mar	8,56	Mar	1,00
Apr	8,40	Apr	1,40
Maj	8,55	Maj	3,65
Jun	9,09	Jun	8,50
Jul	10,38	Jul	13,00
Aug	11,72	Aug	13,50
Sep	12,56	Sep	10,00
Okt	12,69	Okt	5,25
Nov	12,09	Nov	2,00
Dec	11,41	Dec	1,50

---

**Källor:**

Stockholm: Mejl från Stockholm Vatten AB

Malmö: Mejl från VA SYD

Sundsvall: Mejl från MittSverige Vatten AB

Kiruna: Mejl från Kiruna kommunpartner AB

## Bilaga 6 – Konsultrapport SP



## Boverket - individuell mätning och debitering

### Inledning

Boverket har av regeringen fått uppdraget att utreda i vilka typer av byggnader det bör installeras mätsystem för värme, kyla och tappvarmvatten. Tre olika sätt att mäta energin nämns i uppdraget och ska ingå i Boverkets utredning; värmemätare (individual meters), värmefördelningsmätare (Heat cost allocators) och temperaturmätning t.ex. komfortmätning. Denna rapport avser tappvarmvattenmätare och den första typen av värmemätare (med flödesgivare).

I rapporten ingår en teknisk beskrivning av vatten- och värmemätare samt en beskrivning av vilka krav och regelverk som gäller för dem, idag och förslag till regler i framtiden. Förutom den tekniska beskrivningen av mätarna där de olika mätarnas kvalitet, funktion och mätnoggrannhet etc. beskrivs, är syftet med beskrivningen att visa på faktorer som kan innebära ökade kostnader för byggnadsägare givet att det blir krav på att installera mätare. Här avses t.ex. krav på tillsyn och kontroll.

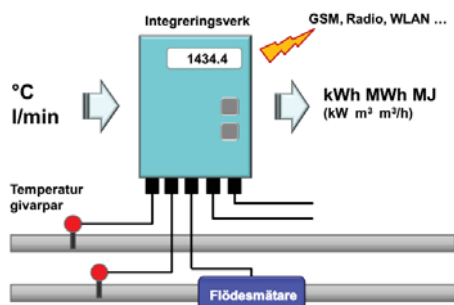
### Del 1 Generellt

#### Värmemätare

Definition enligt MID/STAFS 2006:8:

*Instrument som är utformat för mätning av värme, som i en värmeväxlarkrets avges av en vätska som kallas värmebärare. En värmemätare är antingen ett komplett instrument eller ett kombinerat instrument bestående av del-enheterna flödesgivare, temperaturgivarpar samt integreringsverk (eller en kombination av dessa).*

I klartext är detta en mätare som mäter energin på det vatten som värmer bostaden via radiatorer och i vissa fall även energin på det vatten som värmer inkommande kallvatten till tappvarmvatten i en värmeväxlare (så kallad tvåstegskoppling, vanlig i villor, radhus). Genom flödesgivaren strömmar fjärrvärmevatten som passerat en värmeväxlare i bostaden, temperaturgivarparet mäter temperaturskillnaden på fjärrvärmevattnet före och efter bostadens värmeväxlare. Integreringsverket räknar samman informationen från flödesgivaren och temperaturgivarparet till tillförd energi uttryckt i kWh alternativt MWh.



### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Postadress	Besöksadress	Telefon / Telefax	E-post / Internet	Bankgiro	PlusGiro	Org.nummer
SP Box 857 501 15 BORÅS	Västeråsen Brinellgatan 4 504 62 BORÅS	010-516 50 00 033-13 55 02	info@sp.se www.sp.se	715-1053	1055-3	556464-6874

## Vattenmätare

Definition enligt MID/STAFS 2006:5:

*Mätinstrument utformat för att mäta, registrera och visa volymen av det vatten som passerar genom mätgivaren (beräknat vid mättingsförhållandena).*

I klartext är detta en mätare som mäter mängden tappvarmvatten som förbrukas i bostaden. Det vatten som rinner genom kranen vid handfat, dusch, diskbänk etc rinner först genom en mätare som registrerar volym i m<sup>3</sup>. En traditionell vattenmätare registrerar volym på vattnet oavsett vattentemperaturen.

## Huvudmätare

Vid (efter) leveranspunkten till en byggnad sitter en huvudmätare som vatten/värmeleverantören använder för att ta betalt för mängden levererat vatten/värme. Det är en vattenmätare eller en värmemätare beroende på vad som levereras.

## Undermätare

Efter huvudmätaren i en byggnad kan rörledningen grenas för leverans till en del av byggnaden/flera byggnader. Om man sätter en mätare efter förgreningen (vattenmätare eller värmemätare) kan man mäta det som levereras i den aktuella rörledningen, den mätaren kallas undermätare. Debiteringen kan göras efter undermätarens visning.

## Individuell mätare

Efter huvudmätaren (eller undermätaren) i en fastighet kan rörledningen grenas för leverans till en enskild lägenhet. Om man sätter en mätare efter förgreningen (tappkallvattenmätare, tappvarmvattenmätare eller värmemätare) kan man mäta det som levereras till den aktuella lägenheten. Den mätaren kallas individuell mätare. Om leverans till en lägenhet sker genom flera rörledningar behövs en mätare för varje rörledning. Observera att en traditionell värmemätare mäter temperaturskillnaden på radiatorvattnet som går in i och går ut ur lägenheten samt flödet på radiatorvattnet. Debiteringen kan göras efter den individuella mätarens visning.

Förbrukning i gemensamhetsutrymmen och förluster inom fastigheten gör att summan av det som mäts med individuella mätare är mindre än huvudmätarens registrering.

## Fördelningsmätare

För att fördela kostnaderna mellan lägenheter där totala förbrukningen för fastigheten mäts med en huvudmätare, kan fördelningsmätare användas. För värme är det vanligtvis inte en traditionell värmemätare graderad i kWh utan en ”elektronisk fördelningsmätare/radiatormätare” graderad i ”värmeenheter” som används i varje lägenhet (heat cost allocation, SS-EN 834). Ju varmare radiatorerna är desto fler ”värmeenheter”. Fördelningen sker sedan baserat på registrerade antal ”värmeenheter” och t ex lägenhetens yta. Flera parametrar behövs för att beräkna ett rättvist värde, t ex antal radiatorer och värmeavgivande yta. Fördelningen (ett nollsummespel) täcker även förbrukning i gemensamhetsutrymmen och förluster inom fastigheten.

Även traditionella undermätare/individuella mätare (vattenmätare eller värmemätare) kan användas för att fördela ut gemensamma kostnader mellan lägenheter, där totala förbrukningen för fastigheten mäts med en huvudmätare. Då används undermätarens/individuella mätarens visning indirekt för att beräkna lägenhetens andel av förbrukning i gemensamhetsutrymmen och förluster inom fastigheten.



## Krav för mätare enligt MID

MID omfattar tappkallvattenmätare (MI-001), tappvarmvattenmätare (MI-001) och värmemätare (MI-004) oavsett om de används som huvudmätare, undermätare, individuell mätare eller fördelningsmätare. MID gäller mätare som används i ”bostäder, butik- och kontorslokaler samt lätt industri”. Varje medlemsland bestämmer sedan i vilka sammanhang det ställs krav på användning av dessa mätare. Som ”argument” för att ställa krav på mätning är det tillåtet att hävda ”allmänt intresse, folkhälsa, allmän säkerhet, den allmänna ordningen, miljöskydd, uttag av skatter och avgifter, konsumentskydd och handel på lika villkor”.

Sverige har ”valt” konsumentskydd som argument (styrt av lagen om måttenheter, mätningar och mätdon SFS 1992:1514 och förordning om vatten- och värmemätare SFS 1994:99) och ställt krav på användning av vattenmätare i STAFS 2006:5, 3§:

”...för att användas av en distributör för mätning av hushållsförbrukning av vatten. Detta krav gäller dock inte mätare som används för att fördela kostnader mellan hushåll för vatten som uppmätts med en huvudmätare.”

För värmemätare motsvarande i STAFS 2006:8, 3§:

”... för att användas av en distributör för mätning av hushållsförbrukning av värmeenergi. Detta krav gäller dock inte mätare som används för att fördela kostnader mellan hushåll för värmeenergi som uppmätts med en huvudmätare.”

För att sedan säkerställa en fortsatt god funktion i drift (se förordning SFS 1994:99) har Sverige nationellt krav på återkommande kontroll, se STAFS 2007:2.

Kraven i MID kan alltså tillämpas på mätare som används i ”bostäder, butik- och kontorslokaler samt lätt industri” men föreskrivs i Sverige (STAFS) i dagsläget endast för bostäder (=hushållsförbrukning, dock ej fördelningsmätning).

Individuella fördelningsmätare på enskilda radiatorer i form av ”heat cost allocation” (SS-EN 834) omfattas inte av MID.

## Dagens svenska krav på fördelningsmätare

Idag är fördelningsmätare i form av vattenmätare eller värmemätare undantagna från mätarlagstiftningen, se STAFS 2006:5, STAFS 2006:8 och STAFS 2007:2. Det finns idag ingen återkommande kontroll för att säkerställa en fortsatt god funktion i drift för fördelningsmätare.

Det finns en svensk/europeisk standard för individuella fördelningsmätare i form av ”heat cost allocation” (SS-EN 834), men den är inte utpekad från någon svensk föreskrift som ett kravdokument.

## Framtida svenska krav på fördelningsmätare

För tappvarmvatten finns det ingen anledning att välja andra krav än MID-mätare. Det innebär att undantaget för fördelningsmätare för tappvarmvatten i STAFS 2006:5 och STAFS 2007:2 kan tas bort. Om det finns fler ledningar in till lägenheten behövs en mätare för varje ledning. Det finns certifierade MID-mätare som är anpassade för detta. Installation innebär ett begränsat ingrepp även i befintlig bebyggelse (kapa av en bit av rörledningen för tappvarmvatten, montera kopplingar, installera mätaren), däremot kan det göras elegantare i nybyggnation.

En komplicerande faktor är om kvaliteten på tappvarmvattnet brister, dvs om det inte är tillräckligt varmt när det kommer ur kranen. För värmemätare finns förslag om ”smarta

mätare” där man kan ha ett separat räkneverk som styrs av klockan, vätsketemperatur, eller något annat. Detta borde kunna tillämpas i framtiden även för tappvarmvattenmätare, där ett av mätarens register endast räknar när vattentemperaturen är över t ex 50°C.

När det gäller energi är det mycket svårare. En värmemätare mäter energi tillförd via vattnet i radiatorerna. Om energin tillförs lägenheten via väggen in till grannen, mäts den inte. Energitransport via tilluft/frånluft mäts inte. (Värmeenergi tillförd via elektriska apparater ska mätas på annat sätt, via elmätaren.) Om man vill mäta förbrukning av energi från uppvärmning via radiatorer är en traditionell värmemätare det bästa. En traditionell värmemätare kommer bara i fråga om rördragningen är förberedd för detta. Vid nybyggnation finns förutsättning att kräva värmemätare. Det innebär att undantaget för fördelningsmätare för värme i STAFS 2006:8 och STAFS 2007:2 kan tas bort vid nybyggnation.

## Del 2 Varmvattenmätare

### Mätartyper

De tappvarmvattenmätare som används idag är främst mekaniska vinghjulsmätare, men också turbinmätare och på senare tid även ultraljudsmätare. Eftersom automatisk mätvärdesinsamling är en ytterst viktig komponent vid individuell mätning och debitering, kompletteras de mekaniska vinghjulsläsarna med en pulsutgång/kommunikationsmodul. Exempel på modeller:



Sensus vinghjulsmätare 120C   Vexve turbinmätare V-15M   Kamstrup ultraljudsmätare Multical 21

Alla dessa mätartyper finns som MID-godkända varmvattenmätare.

### Vad registrerar en tappvarmvattenmätare?

Idag ska en MID-godkänd kall- eller varmvattenmätare mäta och registrera all vattenvolym som passerar den, oavsett vattentemperatur. En komplicerande faktor vid individuell mätning av tappvarmvatten är om kvaliteten på tappvarmvattnet brister, dvs om det inte är tillräckligt varmt när det kommer ur kranen. Detta kan bero på långa ledningar eller undermålig varmvattencirkulation. Kunden får då stå och spola rakt ner i avloppet tills vattentemperaturen är tillräcklig, vatten som denne inte har någon nytta av, men som innebär förbrukad energi! Ska kunden betala för det? För värmemätare finns förslag i prEN1434:2014 om ”smarta mätare” där man kan ha ett separat räkneverk som styrs av klockan, vätsketemperatur, eller något annat. Detta borde kunna tillämpas i framtiden även för tappvarmvattenmätare, där ett av mätarens register endast räknar när vattentemperaturen är över t ex 50°C. Något för svenska representanter i standardiseringen på vattenmätarsidan (SWEDAC) att framföra!

## Kostnad för mätare, installation och fjärravläsning

Kostnad för mätare, installation av mätare, inklusive kostnad för installation av fjärravläsning (inkl. uppsamlingsenhet) är för tre typfall följande (slutprodukten är faktureringsunderlag i form av fil med mätdata):

Pris per lägenhet, exkl moms.

	Typfall	totalt
1	En liten fastighet med 4 lägenheter, 2 varmvattenmätare per lägenhet, billigast möjliga system	2100-5700
2	En samfällighet med 40 radhuslägenheter, ”okunnig” köpare	1100-3900
3	Ett större fastighetbolag med ett stort system, 2 varmvattenmätare per lägenhet, proffs	1500-4500

**Kommentar:** Priset förutsätter att det finns en färdig mätarplats (troligen krav framöver vid nybyggnation, osannolikt i befintlig byggnad). Om mätarplats saknas tillkommer kostnad för att kapa av en bit av rörledningen för tappvarmvatten och montera kopplingar, inget stort jobb. En del av denna kostnad finns även vid nybyggnation, men då kan mätarplatsen prefabriceras till en lägre kostnad. I typfall 1 och 3 antas att tappvarmvatten kommer in till lägenheten via två olika stammar, t ex till kök och badrum, och då krävs 2 mätare, därav den högre kostnaden jämfört med typfall 2 där tappvarmvattnet kommer in via en ledning. Prisnivån för mätare är ca 350 till 1000 SEK (billigast är vinghjulsmätare, dyrast ultraljudsmätare) och för installationen 360 till 1000 SEK. Om både tappvarmvattenmätare och värmemätare installeras, reduceras den sammanlagda kostnaden med 12 till 30% eftersom de delar på kostnaden för fjärravläsning.

## Vattenkvalitet

Varmvatten är generellt värre för mätarna än kallvatten. Helt avgörande är vattenkvaliteten. I STAFS 2007:2 anges en maximal utesittningstid till 10 år för små tappvarmvattenmätare, men detta följs upp med intagsprov/återkommande kontroll (=mätarna provas på ett ackrediterat kontrollorgan efter de suttit ute i 10 år). Om fler än 6,5% av mätarna i ett parti ligger utanför tillåten felgräns (=dubbla värdet jämfört med nya mätare) vid intagsprov, ska utesittningstiden minskas. Eftersom det är ett försvinnande litet antal tappvarmvattenmätare som används för debitering idag, finns det ingen tillgänglig statistik. På kallvattensidan fungerar 10 år bra, med ett fåtal undantag. Om vattnet t ex är kalkhaltigt sätter inloppskanalerna igen och en flerstrålig kallvattenmätare visar för mycket. De enstråliga tappvarmvattenmätarna betar sig vanligtvis annorlunda, de visar för lite. Ultraljudsmätare är i teorin opåverkade av beläggning/utfällning, men inte i praktiken. De går dock vanligen bra, i undantagsfall går de fel och visar då vanligen för mycket vid intagsprov. Sammanfattningsvis är 10 år lämpligt som utesittningstid, under förutsättning att intagsprov genomförs. (Ett alternativ är att tillämpa kortare utesittningstid, 5 år, utan krav på återkommande kontroll.)

## Mätarens ekonomiska livslängd

Den ekonomiska livslängden bestäms troligen av hur modern kommunikationen mellan mätare och avläsningsenhet är efter utesittningstiden, inte av mätarens mättekniska kvalitet. Mätarna, såväl ultraljudsmätare som enstråliga vinghjulsmätare, är vanligtvis inte konstruerade för renovering såsom flerstråliga kallvattenmätare är. Däremot fungerar sannolikt avkalkning/rengöring och batteribyte. Det troliga är att den ekonomiska livslängden är lika med utesittningstiden.

## Kontroll av mätaren

Efter utesittningstiden ska mätaren genomgå intagsprov/återkommande kontroll för att säkerställa att den fungerat tillfredsställande i drift. I dagens lagstiftning finns möjlighet till allkontroll eller stickprov (20% av de nedtagna mätarna). Fördelen med allkontroll är att det finns underlag för diskussion med alla kunder om efterdebitering/återbetalning. Vid återkommande kontroll testas mätaren vid två flöden, tillåten felvisning är  $\pm 6\%$ . Efter den återkommande kontrollen står valet mellan att revidera eller skrota mätaren. Om mätaren revideras ska man säkerställa att den har förutsättning att fungera korrekt under ytterligare en utesittningsperiod. Efter revisionen genomförs ett slutprov/kontroll efter revision vid tre flöden, där tillåten felvisning är  $\pm 3, \pm 3$  respektive  $\pm 5\%$ .

Kostnad för mätarbyte, intagsprov, mätarrevision och kontroll efter revision är för tre typfall följande:

Pris per lägenhet, exkl moms. Utbytesdelar, batteri tillkommer.

	Typfall	totalt
1	En liten fastighet med 4 lägenheter, 2 varmvattenmätare per lägenhet, billigast möjliga system	1200-4100
2	En samfällighet med 40 radhuslägenheter, ”okunnig” köpare	600-2000
3	Ett större fastighetbolag med ett stort system, 2 varmvattenmätare per lägenhet, proffs	1100-4100

**Kommentar:** I typfall 1 och 3 ingår 2 mätare, därav den högre kostnaden jämfört med typfall 2 där det är en mätare. Prisspannet beror främst på skillnad i kostnad för mätarbyte angett av olika leverantörer.

## Mätarkvalitet, mätnoggrannhet

De mätarmodeller som genomgått provning för MID-godkännande har granskats/testats m a p mätnoggrannhet, temperaturberoende, långtidsstabilitet, tryckhållfasthet, elstörningar, programvarusäkerhet och installationsberoende. Tillåten felvisning under dessa förhållanden är:  $\pm 3\%$  vid höga flöden och  $\pm 5\%$  vid låga flöde.



Exempel på tillåten felvisning för en tappvarmvattenmätare med  $Q_3 = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$  och  $R=160$ .

## Del 2 Värmemätare med flödesgivare (tillförd energi)

### Mätartyper, flödesgivare

Idag använd traditionella värmemätare nästan uteslutande i villor och radhus, inte i lägenheter. Flödesgivaren sitter då på primärsidan av en värmeväxlare. De flödesgivare i värmemätare som används idag är främst ultraljudsmätare, (men även induktiva mätare och mekaniska vinghjulsmätare). Automatisk mätvärdesinsamling är en ytterst viktig komponent vid individuell mätning och debitering, de flest integreringsverk är redan idag förberedda för detta.

Exempel på kompakta värmemätare med ultraljudsflödesgivare:



Alla dessa mätartyper finns som MID-godkända värmemätare.

### Förutsättning för en traditionell värmemätare

Förutsättning för att använda en värmemätare i en lägenhet är att allt radiatorvatten kommer in respektive lämnar lägenheten på ett ställe i sekundärnätet. (Det sitter inte nödvändigtvis värmeväxlare i varje lägenhet som det gör i villor/radhus, utan det finns en stor värmeväxlare vid huvudmätaren. Allt radiatorvatten i huset går i ett sekundärnät, på sekundärsidan av den stora värmeväxlaren.) Flödesgivaren monteras i rörledningen med radiatorvatten ut från lägenheten, givarna i ett temperaturgivarpar monteras i vardera in- och utgående ledning. Signalerna kopplas till ett integreringsverk som registrerar tillförd energi i kWh och som fjärravläses. Eftersom värmeförbrukningen är lägre i en lägenhet än i en villa, ska flödesgivaren ha ett så lågt minflöde som möjligt (finns godkända mätare ner till 6 l/h). En traditionell termostatisk radiatorventil (TA TRV-2) arbetar typiskt inom 5-100 l/h, med 5 radiatorer fås då flödesområdet 25-500 l/h. I lågtemperatursystem som golvvärme är flödet högt och temperaturdifferensen låg, typiskt 5-10K, men när värmebehovet minskar sjunker den ner till ca 1K. Den stora utmaningen är alltså låga temperaturdifferenser, varför integreringsverk och temperaturgivarpar med liten minsta temperaturdifferens ska väljas. Idag är lägsta möjliga temperaturdifferens 3K enligt MID (men 1K enligt EN1434!). Det finns integreringsverk som är provade ner till temperaturdifferens 2K med godkänt resultat.

Det är svårt att få fram verkliga driftsfall där man ser hur långt ner flöde och temperaturdifferens går i praktiken.

Ett exempel från en normal lägenhet under januari –mars 2014 visar (tillgängliga mätvärden är timmedelvärden, ej momentanvärden):

	$T_{\text{fram}} (^{\circ}\text{C})$	$T_{\text{retur}} (^{\circ}\text{C})$	$\Delta T (\text{K})$	$q (\text{l/h})$	$\Delta \text{Energi} (\text{kWh/h})$
medel	71,0	40,8	30,2	54,3	2,4
max	88,2	74,4	65,5	1030	36
min	60,2	17,2	7,1	0	0

## Kostnad för mätare, installation och fjärravläsning

Kostnad för mätare, installation av mätare, inklusive kostnad för installation av fjärravläsning (inkl. uppsamlingsenhet) är för tre typfall följande (slutprodukten är faktureringsunderlag i form av fil med mätdata):

Pris per lägenhet, exkl moms.

	<b>Typfall</b>	<b>totalt</b>
1	En liten fastighet med 4 lägenheter, billigast möjliga system	3000-5500
2	En samfällighet med 40 radhuslägenheter, ”okunnig” köpare	2400-7900
3	Ett större fastighetbolag med ett stort system, proffs	2200-6700

**Kommentar:** Priset förutsätter att det finns en färdig mätarplats (troligen krav framöver vid nybyggnad, osannolikt i befintlig byggnad). Om mätarplats saknas tillkommer kostnad för att kapa av en bit av rörledningen för radiatorvattnet och montera kopplingar, samt installera koppling för direktmonterad temperaturgivare i två ledningar. Prisnivån för mätare är ca 800 till 4800 SEK och för installationen 400-710 SEK. Om både tappvarmvattenmätare och värmemätare installeras, reduceras den sammanlagda kostnaden med 12 till 30% eftersom de delar på kostnaden för fjärravläsning.

## Vattenkvaliten i sekundärnätet

Vattenkvaliten i sekundärnätet är inte sämre, troligen bättre än i primärnätet. Det innebär att flödesgivare har bättre förutsättning än i vanliga fall. I STAFS 2007:2 anges en maximal utesittningstid till 10 år för små flödesgivare, men detta följs upp med intagsprov/återkommande kontroll (=mätarna provas på ett ackrediterat kontrollorgan efter de suttit ute i 10 år). Om fler än 6,5% av mätarna i ett parti ligger utanför tillåten felgräns (=dubbla värdet jämfört men nya mätare) vid intagsprov, ska utesittningstiden minskas. Statistik från intagsprov för små flödesgivare som suttit i primärnätet i 10 år visar att de klarar sig skapligt, sämst är vissa modeller av vinghjulsmätare. De enstråliga vinghjulsmätarna visar vanligen för lite med tiden. Induktiva mätare visar för lite om de får en kortslutande beläggning i mätroret. Ultraljudsmätare är i teorin opåverkade av beläggning/utfällning, men inte i praktiken. De går dock vanligen bra, i undantagsfall går de fel och visar då vanligen för mycket vid intagsprov. Integreringsverk och temperaturgivarpar påverkas inte av vattenkvaliten, de fungerar generellt mycket bra. Sammanfattningsvis är 10 år lämpligt som utesittningstid, under förutsättning att intagsprov genomförs. (Ett alternativ är att tillämpa kortare utesittningstid, 5 år, utan krav på återkommande kontroll.)

## Mätarens ekonomiska livslängd

Den ekonomiska livslängden bestäms troligen av hur modern kommunikationen mellan mätare (integreringsverk) och avläsningsenhet är efter utesittningstiden, inte av mätarens mättekniska kvalitet. Många små värmemätare avsedda för fördelningsmätning är komplett mätare, sk ”kompaktmätare” som vanligtvis inte är konstruerade för renovering såsom flerstråliga kallvattenmätare. Det troliga är att den ekonomiska livslängden är lika med utesittningstiden för ”kompaktmätare”. Ett modernt integreringsverk klarar troligen två utesittningsperioder, temperaturgivare och flödesgivare möjligen fler.

## Kontroll av mätaren

Efter utesittningstiden ska mätaren genomgå intagsprov/återkommande kontroll för att säkerställa att den fungerat tillfredsställande i drift. En traditionell värmemätare består av tre delar som har var sitt MID-godkännande och som provas separat. I MID/EN1434 finns även möjlighet att godkänna och prova värmemätaren som en enhet, sk ”kompaktmätare”. Det försvårar provningen radikalt, det finns ingen i Sverige som är ackrediterad för en sådan

provning idag. Tyvärr är trenden att fler modeller av ”kompakttyp” kommer ut på marknaden, de är billigare i inköp men mycket dyrare att genomföra återkommande kontroll på. De ”lägenhetsmätare som saluförs är uteslutande ”kompaktmätare”, där ett fåtal modeller går att separera vid kontroll.

I dagens lagstiftning finns möjlighet till allkontroll eller stickprov (20% av de nedtagna flödesgivarna, 10% av de nedtagna temperaturgivarparen och integreringsverken). Fördelen med allkontroll är att det finns underlag för diskussion med alla kunder om efterdebitering/återbetalning.

I följande exempel används värmemätare klass 2 med  $q_p$  600 l/h, minflöde  $q_i$  6 l/h, minsta temperaturdifferens 3K för både I-verk och temperaturgivarpar.

Vid återkommande kontroll testas flödesgivaren vid två flöden, tillåten felvisning är  $\pm 4,04\%$  och  $\pm 4,4\%$ . Efter den återkommande kontrollen står valet mellan att revidera eller skrota mätaren. Om mätaren revideras ska man säkerställa att den har förutsättning att fungera korrekt under ytterligare en utesittningsperiod. Efter revisionen genomförs ett slutprov/kontroll efter revision vid tre flöden, där tillåten felvisning är  $\pm 2,02\%$ ,  $\pm 2,2\%$  respektive  $\pm 4\%$  ( $\pm 2,2$  till  $5\%$  beroende av flödesområde).

Vid återkommande kontroll testas integreringsverket vid två differens temperaturer (90 och 15K), tillåten felvisning är ca  $\pm 1\%$  och  $\pm 1,4\%$  (beroende av minsta temperaturdifferens). Efter den återkommande kontrollen står valet mellan att revidera eller skrota mätaren. Om mätaren revideras ska man säkerställa att den har förutsättning att fungera korrekt under ytterligare en utesittningsperiod. Efter revisionen genomförs ett slutprov/kontroll efter revision vid tre differens temperaturer (90, 15 och 5K), där tillåten felvisning är ca  $\pm 0,55\%$ ,  $\pm 0,7\%$  respektive  $\pm 1,1\%$  (beroende av minsta temperaturdifferens).

Vid återkommande kontroll testas temperaturgivarna vid tre temperaturer (40, 70 och  $90^\circ\text{C}$ ), tillåten felvisning (på beräknad temperaturdifferens 5 till 90K) är ca  $\pm 1,2\%$  till  $\pm 4,6\%$  (beroende av minsta temperaturdifferens). Efter den återkommande kontrollen står valet mellan att revidera eller skrota givarna. Om givarna revideras ska man säkerställa att paret har förutsättning att fungera korrekt under ytterligare en utesittningsperiod. Efter revisionen genomförs ett slutprov/kontroll efter revision vid samma tre temperaturer, där tillåten felvisning är ca  $\pm 0,6\%$  till  $\pm 2,3\%$  (beroende av minsta temperaturdifferens). I praktiken sker återkommande kontroll och prov efter revision i ett steg, de temperaturgivarpar som faller ut skrotas.

Provpunkter för återkommande kontroll av ”kompaktmätare” saknas i STAFS 2007:2, men finns i EN1434-5 för förstaverifiering. Provpunkterna är en kombination av flöde och differens temperatur;  $q_p$  och minsta temperaturdifferens,  $0,1 * q_p$  och 15K samt  $q_i$  och största temperaturdifferens. Tillåten felvisning är ca  $\pm 10,6\%$  till  $\pm 13\%$  (om tillåtna provpunkter anpassas till STAFS 2007:2, dvs temperaturdifferens 5 till 90 K) . Efter den återkommande kontrollen står valet mellan att revidera eller skrota mätaren. Om mätaren revideras ska man säkerställa att den har förutsättning att fungera korrekt under ytterligare en utesittningsperiod. Efter revisionen genomförs ett slutprov/kontroll efter revision vid samma tre provpunkter, där tillåten felvisning är ca  $\pm 5,3\%$  till  $\pm 6,5\%$ . Ingen i Sverige är ackrediterad för denna typ av kontroll idag.

Kostnad för mätarbyte, intagsprov, mätarrevision och kontroll efter revision är för tre typfall följande:

Pris per lägenhet, exkl moms. Utbytesdelar, batteri tillkommer.

	Typfall	totalt
1	En liten fastighet med 4 lägenheter, billigast möjliga system	1600-3600
2	En samfällighet med 40 radhuslägenheter, ”okunnig” köpare	1600-3600
3	Ett större fastighetbolag med ett stort system, proffs	1500-3500

**Kommentar:** Priset förutsätter att värmemätaren kan separeras i delar vid kontroll. Prisspannet beror främst på skillnad i kostnad för mätarbyte angett av olika leverantörer.

Eftersom kompaktmätare inte är tänkta för renovering utan troligen skrotas ges även kostnad för detta scenario:

Kostnad för mätarbyte och intagsprov är för tre typfall följande:

Pris per lägenhet, exkl moms.

	Typfall	totalt
1	En liten fastighet med 4 lägenheter, billigast möjliga system	1200-2500
2	En samfällighet med 40 radhuslägenheter, ”okunnig” köpare	1200-2500
3	Ett större fastighetbolag med ett stort system, proffs	1100-2400

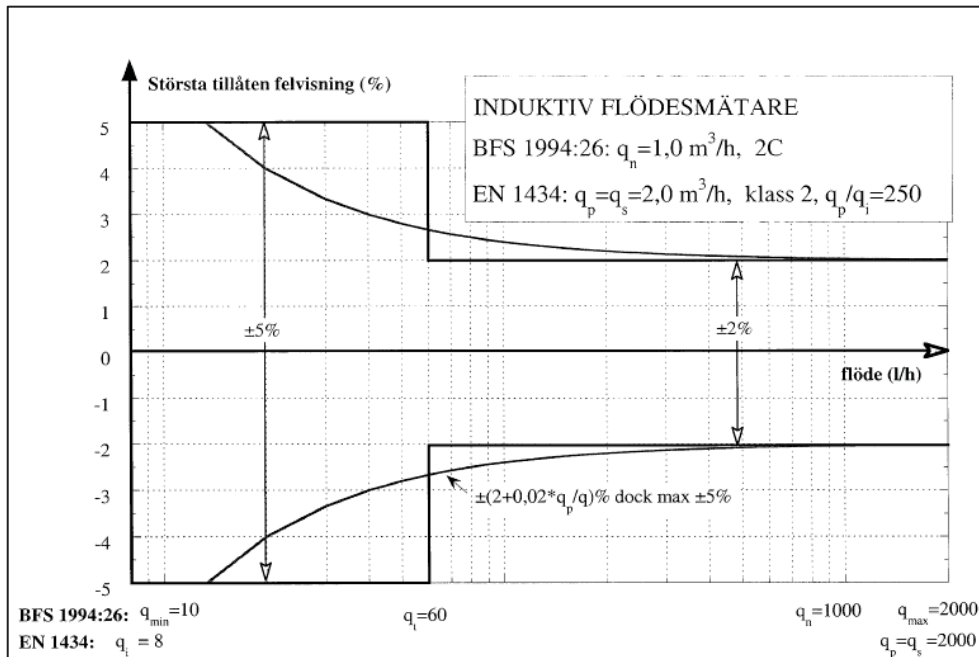
**Kommentar:** Priset förutsätter att värmemätaren kan separeras i delar vid kontroll. Prisspannet beror främst på skillnad i kostnad för mätarbyte angett av olika leverantörer.

#### Mätarkvalitet, mätnoggrannhet

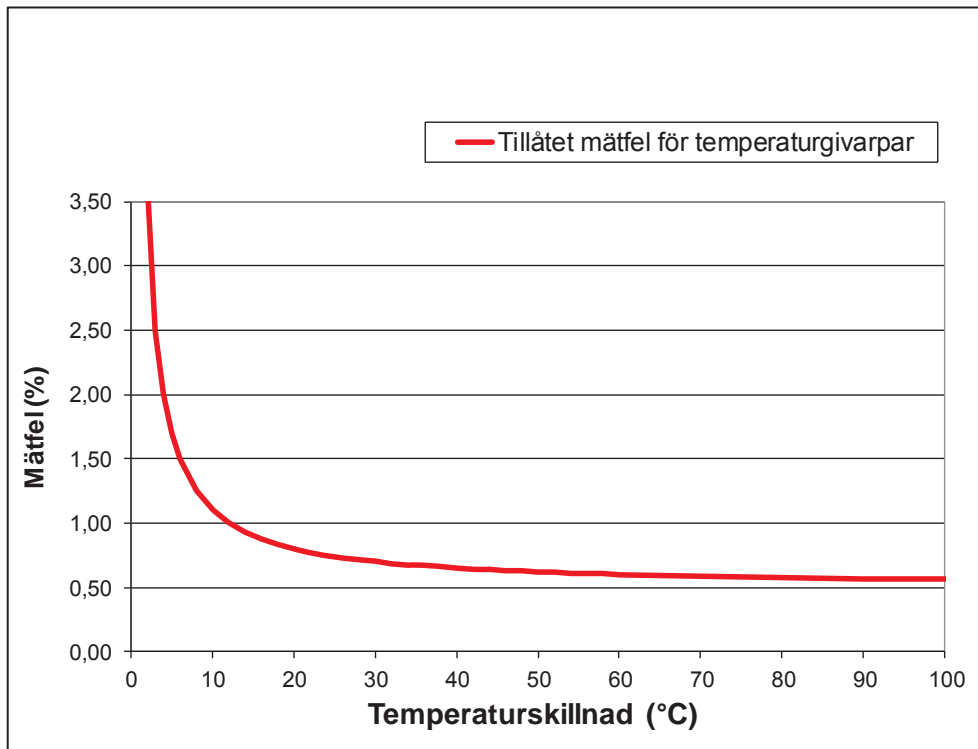
Den svaga länken är flödesgivaren för högtemperatursystem, integreringsverk och temperaturgivare är betydligt stabilare. För lågtemperatursystem som golvvärme krävs liten minsta temperaturdifferens för integreringsverk och temperaturgivare. De mätarmodeller som genomgått provning för MID-godkännande har granskats/testats m a p mätnoggrannhet, temperaturberoende, långtidsstabilitet, tryckhållfasthet, elstörningar, programvarusäkerhet och installationsberoende. Tillåten felvisning under dessa förhållanden är beroende av mätområde och noggrannhetsklass enligt följande diagram:





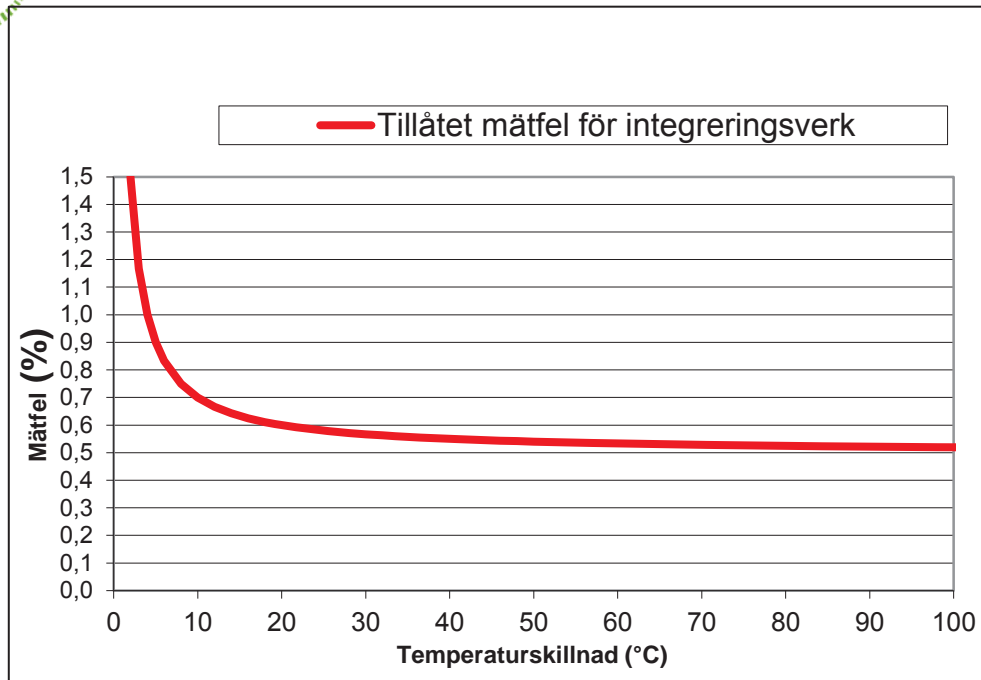


Exempel på tillåten felvisning (trumpetkurva) för en flödesgivare med  $q_p = 2 \text{ m}^3/\text{h}$ , klass 2 och



$q_p/q_i = 250$

Exempel på tillåten felvisning för temperaturgivarpar med minsta temperaturdifferens 3K



Exempel på tillåten felvisning för integreringsverk med minsta temperaturdifferens 3K

### Slutsatser

För tappvarmvattenmätare kan STAFS 2006:5 och STAFS 2007:2 tillämpas (genom att ta bort undantaget för fördelningsmätare). I befintliga byggnader krävs troligen mer än en mätare till varje lägenhet.

För traditionella värmemätare är det mer tveksamt, de kan användas endast vid nybyggnation eller totalt utbyte av värmesystemet med en in och utgång till lägenheten för radiatorvattnet. Det får inte finnas energitransport via tilluft/frånluft. För högtemperatursystem speciellt krävs mätare med lägsta möjliga minflöde, för lågttemperatursystem som golvvärme krävs integreringsverk och temperaturgivare med lägsta möjliga minsta temperaturdifferens. Om värmemätare även mäter energin som används vid tappvarmvattenberedning i lägenheten, ska integreringsverket ha en liten tidskontant.

Det är svårt att få fram verkliga driftsfall där man ser hur långt ner flöde och temperaturdifferens går i praktiken. Det är timmedelvärden som registreras, ej momentanvärden.

I MID/EN1434 finns möjlighet att godkänna och prova värmemätaren som en enhet, sk "kompaktmätare". Ingen i Sverige är ackrediterad för denna typ av kontroll idag. Mätarna är billigare i inköp men mycket dyrare att genomföra återkommande kontroll på. De "lägenhetsmätare som saluförs är uteslutande "kompaktmätare", där ett fåtal modeller går att separera vid kontroll. Om det ställs krav på återkommande kontroll, vilket är rimligt om man väljer 10 års utesittningstid, behöver dagens kontrollorgan utöka ackrediteringens omfattning. Detta kräver ny /ombyggd utrustning för att kunna hålla ett stabilt flöde och samtidigt en mycket stabilare temperatur på flödet (stabilitet som i ett temperaturlbad).

Om man vill införa incitament för energihushållning i befintliga lägenheter är individuella fördelningsmätare på enskilda radiatorer i form av "heat cost allocation" (SS-EN 834) eller komfortmätare ett realistiskt alternativ. Fördelningsmätaren registrerar förbrukad energi, dock inte uttryckt i klartext. Komfortmätaren däremot registrerar tillhandahållen komfort, inte förbrukad energi. Det innebär att undantaget för fördelningsmätare för värme i STAFS 2006:8 och STAFS 2007:2 kan tas bort vid ombyggnation men att man som alternativ tillåter fördelningsmätare i form av "heat cost allocation" (SS-EN 834) eller komfortmätare (standard saknas).

## Bilaga 7 – Konsultrapporter Projektengagemang AB



Uppdrag  
Boverket IMD-  
analys

Uppdragsnummer  
351873

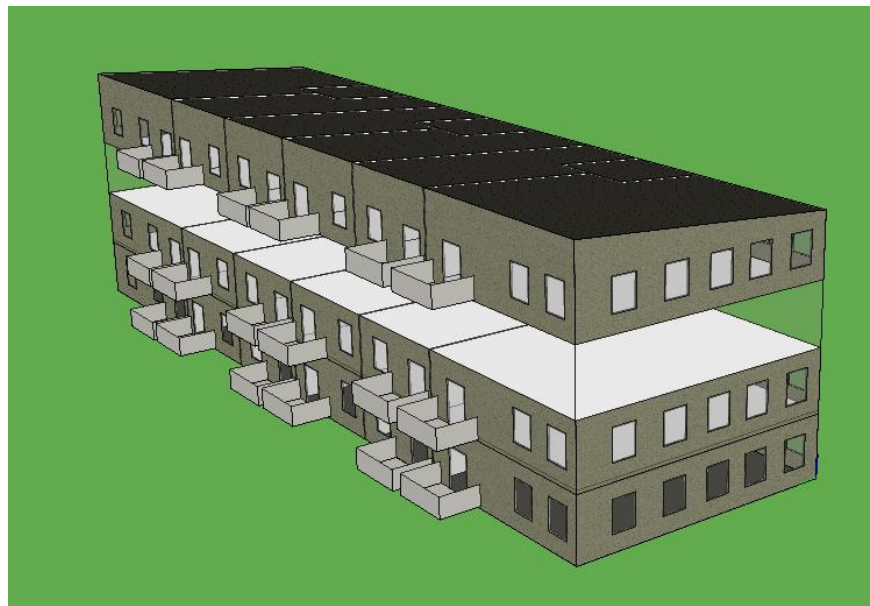
Handläggare  
Anton Clarholm,  
M.Sc

Per Levin, Docent

Per Kempe, TeknD

Datum  
2014-05-26

## Energisparpotential och konsekvenser av IMD för värme i flerbostadshus



### Sammanfattning

Energibesparingspotentialen för individuell mätning och debitering av värme (IMD) har beräknats för ett typiskt flerbostadshus med 7 olika energiprestandanivåer. De olika nivåerna skiljer sig avseende klimatskärmens isoleringsgrad och lufttätning samt värmeåtervinning. Beräkningar av värmebehovet med inomhustemperaturen 23, 22 och 21 grader i samtliga lägenheter för de olika energiprestandanivåerna i olika orter har utförts med dynamisk helårssimulering i programmet IDA ICE 4.6.

Resultaten, som redovisas i kapitel 4, visar att den största besparingspotentialen finns i byggnader med sämre energiprestanda, där värmebehovet är högt. Resultaten visar även att det finns ett linjärt samband mellan värmebehovet innan sänkning av innetemperaturen och potentiell besparing till följd av densamma.

Möjligheter att tillförlitligt mäta värmeflöden till radiatorer är begränsade, speciellt i befintlig bebyggelse. Beroende på hur värmestammarna är placerade, kan mellan 1 till ca 6 värmeflödesmätare erfordras för en lägenhet.

Värmevandringen mellan lägenheter är betydande med dagens oisolerade lägenhetsskiljande konstruktioner, även med bara en grads temperaturskillnad till angränsande lägenheter kan större delen av lägenhetens värmebehov täckas, alternativt ökas mycket kraftigt.

## Innehåll

---

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>4</b>
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte	4
1.3	Metod	4
<b>2</b>	<b>Byggnaden</b>	<b>6</b>
2.1	Indata	6
2.1.1	Geometri	6
2.1.2	Transmission	7
2.1.3	Installationer och luftläckning	7
2.1.4	Brukarindata	9
<b>3</b>	<b>Möjligheter att installera värmemängdsmätare</b>	<b>10</b>
3.1	Principlösningar för värmesystem med stammar vid yttervägg samt centralt placerad värmestam	12
3.2	Nybyggnad: Radiatorstam synlig bredvid fönster med 1-3 anslutna radiatorer åt ett eller två håll från radiatorstammen	13
3.3	Radiatorstam i slits i flerbostadshus från början av 1960-talet	15
3.4	Central placerad värmestam med fördelnings-skåp i lägenheten	16
3.5	Kostnad för värmemängdsmätning	18
3.6	Sammanfattning av möjligheter till mätning	19
<b>4</b>	<b>Beräkningsresultat och diskussion</b>	<b>20</b>
4.1	Besparingssammanställning för temperatursänkning	24
4.2	Större värmebehov i Malmö än i Stockholm	25
4.3	Resultat från beräkningar för andra hustyper	27
4.4	Månadsvis värmebesparingsfördelning	27
4.5	Värmevandring mellan lägenheter	28
4.5.1	Scenario 1: Maximal värmevandring från hörnlägenhet	28
4.5.2	Scenario 2: Maximal värmevandring till och från mittlägenhet	30
4.5.3	Värmevandring i tidigare studier	31
4.6	Kostnader	33
<b>5</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>35</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Boverket har med anledning av ett regeringsuppdrag beslutat att utföra beräkningar av energibesparing och kostnader för individuell mätning och debitering (IMD) av värme och tappvarmvatten i flerbostadshus och lokalbyggnader. I denna rapport redovisas olika genomförda beräkningar för att kunna bedöma besparingspotentialen för IMD av värme i flerbostadshus. Dessutom behöver genomförbarhet i förhållande till befintliga värmesystem utredas.

## 1.2 Syfte

Syftet med den i denna rapport redovisade studien är att undersöka besparingspotentialen och genomförandemöjligheter för IMD av värme i flerbostadshus. Detta för att bidra med underlag till Boverket om beslut kring kommande regeländringar.

## 1.3 Metod

En representativ byggnadstyp och storlek för flerbostadshus har tagits fram med hjälp av Boverkets energideklarationsdatabas Gripen. Sju varianter av byggnadens energiprestanda har tagits fram för att representera både befintliga och nya flerbostadshus. För att nå detta har klimatskärmens isolergrad och prestanda på värmeåtervinning varierats. Brukarrelaterade aspekter såsom personvärme och tappvarmvattenanvändning är identiska i samtliga fall.

Husvarianterna har följande egenskaper avseende energiprestanda:

- Nära BBR-kravet för klimatzon 3.
- Ungefär 10 % lägre än BBR-kravet för klimatzon 3.
- Ungefär 25 % lägre än BBR-kravet för klimatzon 3.
- Ungefär 50 % lägre än BBR-kravet för klimatzon 3.
- Ungefär 25 % högre än BBR-kravet för klimatzon 3.
- Ungefär 50 % högre än BBR-kravet för klimatzon 3.
- Ungefär 75% högre än BBR-kravet för klimatzon 3.

Byggnaderna där energiprestandan är enligt BBR-kravet och lägre, är tänkta att representera nyproducerade flerbostadshus, medan de byggnader som har sämre energiprestanda än BBR-kravet representerar det befintliga beståndet.

För de tre typbyggnaderna har sedan en parameterstudie utförts där den ena parameterändringen var byggnadens placering på följande orter:

- Stockholm (klimatfil IWEC2 STOCKHOLM, BROMMA)
- Malmö (klimatfil IWEC2 MALMÖ, STURUP)
- Sundsvall (klimatfil IWEC2 TIMRÅ FLYGPLATS)
- Kiruna (klimatfil IWEC2 KIRUNA)



Den andra parameterändringen var inomhustemperaturen, där följande värden har simulerats:

- 23 °C
- 22 °C
- 21 °C.

En temperatursänkning för hela byggnaden motsvarar den maximala sänkningen vid de givna temperaturdifferenserna, och således maximal besparing för värmebehoven.

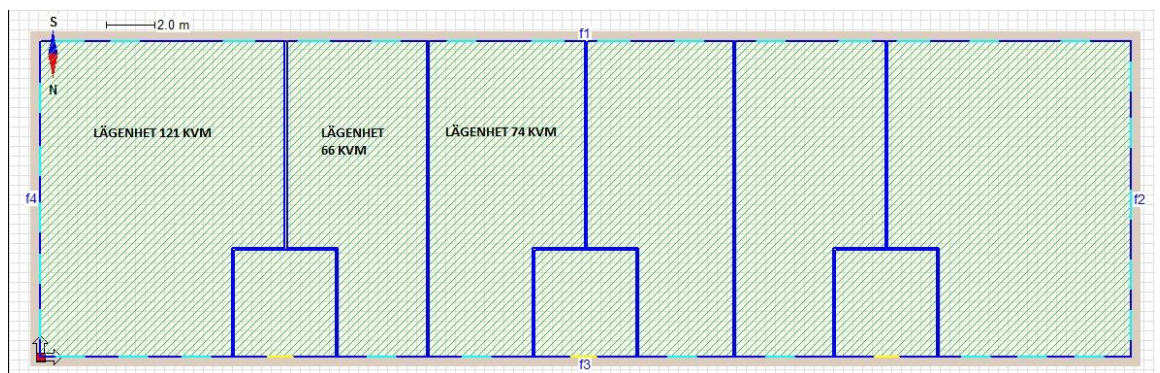
Föra att utreda effekter av värmevandringen mellan lägenheter har simuleringar genomförts för en hörnlägenhet och en mittlägenhet för energiprestandanivån nära BBR-kravet i Stockholm.

Totalt har 92 beräkningar utförts i denna parameterstudie. Beräkningarna har utförts som flerzonsberäkningar i IDA ICE 4.6. Våning två och tre har slagits ihop och beräknats med zonmultiplikator för att förkorta beräkningstiden. Automatisk fönstervädning vid temperaturer över 25 grader med PI regulator har antagits i beräkningen.

## 2 Byggnaden

Byggnaden som simuleras är ett lamellhus med 6 lägenheter per våning, 3 trappuppgångar och 4 våningar, se figur 1. Valet av antalet våningar, trappuppgångar och boyta baseras på medelvärdet från statistik ur "Gripen". Multizonsberäkningar har sedan utförts i IDA ICE 4.6. Lägenheterna har beräknats som separata beräkningszoner.

Byggnaderna med energiprestanda enligt BBR eller bättre, har betongstomme med sandwichkonstruktion i ytterväggar. Byggnaderna med sämre energiprestanda har ytterväggar med puts på lättbetong. Grunden har modellerats som platta på mark, med markmodell enl. ISO 13370.



**Figur 1. Våningsplan 1. Våningsplanen är symmetriska. Resterande våningsplan har samma planlösning.**

Byggnaden är modellerad med en balkong för varje lägenhet. Inga övriga skuggande yttre objekt ingår i modellen.

### 2.1 Indata

Byggnadens klimatskärmkonstruktion och installationstekniska aspekter varierar i beräkningarna. Gemensamma och varierande indata för byggnaderna redovisas per indatategори.

#### 2.1.1 Geometri

De geometriska förhållandena är desamma för samtliga byggnadsvarianter. Areor m.m. redovisas i tabell 1.

**Tabell 1. Geometriska indata för byggnaden.**

A <sub>temp</sub>	2310	m <sup>2</sup>
Byggnadsvolym	7220	m <sup>3</sup>
Omslutande area	2594	m <sup>2</sup>
Yttervägg	1146	m <sup>2</sup>
Yttertak	579	m <sup>2</sup>
Grund	577	m <sup>2</sup>
Fönster	284	m <sup>2</sup>

### 2.1.2 Transmission

U-värden och köldbryggor varierar med de olika byggnadsvarianterna enl. tabell 2.

**Tabell 2. U-värden och köldbryggor för klimatskärmen för samtliga byggnadsvarianter.**

Byggnad		BBR-hus	BBR -10%	BBR -25%	BBR -50%	BBR +25%	BBR +50%	BBR +75%
<b>U-värden (W/m<sup>2</sup>K)</b>	Yttervägg	0,21	0,21	0,16	0,10	0,46	0,65	0,78
	Yttertak	0,12	0,12	0,11	0,07	0,14	0,17	0,33
	Grund	0,12	0,12	0,12	0,06	0,12	0,12	0,19
	Fönster	1,55	1,55	1,28	0,83	1,28	1,55	2,0
	U <sub>m</sub>	0,44	0,39	0,35	0,2	0,53	0,65	0,87
<b>Köldbryggor (% av tot. transmission)</b>		28	18	25	15,5	23,7	19,2	21,6

### 2.1.3 Installationer och luftläckning

Byggnader med energiprestanda enl. BBR eller bättre har utrustats med FTX där värmeåtervinning och SFP-tal varierar mellan byggnadstyperna enl. tabell 3. För byggnader med sämre energiprestanda antas enbart frånluft med varierande SFP-tal på fläktarna enligt tabell 4.

Luftflöden antas till 0,35 l/sm<sup>2</sup> för samtliga byggnader. Fjärrvärme har använts i beräkningarna för värme och varmvatten.

Radiatorsystemet är satt som idealvärmare i IDA, där P-bandet för den proportionella regleringen är satt till 2° C.

**Tabell 3. SFP-tal och återvinningsgrad för byggnadsvarianter med energiprestanda enl. BBR eller bättre. Förvärmning av tilluftstemperaturen sätts till 17 grader.**

Byggnad		BBR-hus	BBR-10	BBR-25	BBR-50
Luftbehand- ling	SFP (kWh/(m <sup>3</sup> /s))	2,1	1,6	1,3	1,0
	Återvinningsgrad, $\eta$	0,5	0,6	0,75	0,9

**Tabell 4. SFP-tal för frånluftsfläktar för byggnadsvarianter med energiprestanda sämre än BBR.**

Byggnad		BBR+25	BBR+50	BBR+75
Frånluft	SFP (kWh/(m <sup>3</sup> /s))	0,7	0,7	1,2

Luftläckning beräknas i samtliga byggnadstyper som vinddriven med tryckkoefficienter enl. IDAs förval för byggnader med medalexponering, ("Semi-exposed"). Lufttäthet för klimatskärmen varierar för de olika byggnadstyperna enl. tabell 5.

**Tabell 5. Luftläckning vid tryckskillnad 50 Pa för de olika typhusen.**

Byggnad	BBR-hus	BBR-10	BBR-25	BBR-50	BBR+25	BBR+50	BBR+75
Luftläckning, $q_{50}$ (l/sm <sup>2</sup> )	0,8	0,8	0,6	0,3	0,8	0,8	1,0

#### 2.1.4 Brukarindata

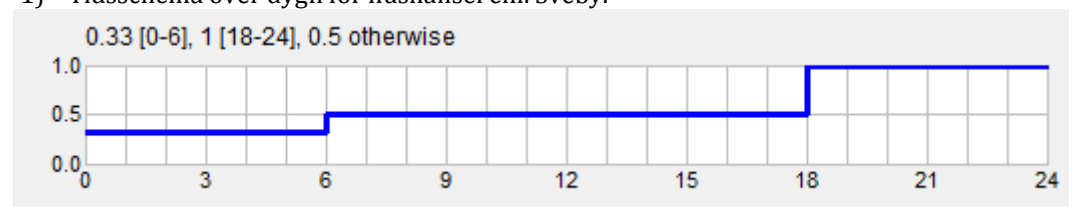
Brukarrelaterade indata är samma i samtliga byggnadsvarianter, se tabell 6. Valet av indata är baserad på Sveby, som är en branschstandard för beräkning och verifiering av energiprestanda i byggnader ([www.sveby.org](http://www.sveby.org)).

Vädringspåslaget läggs på den totala energianvändningen och representerar extra värmeförluster pga. vädring under uppvärmningssäsongen (enl. Sveby).

**Tabell 6. Brukarindata för samtliga byggnadsvarianter. Värderna för hushållsel har anpassats så att den totala tillgodogjorda värmeeffekten blir 70 % av 30 kWh/m<sup>2</sup>år enl. Sveby.**

<b>Personvärme</b>	Antal/m <sup>2</sup> per person	0,03
	Schema, närvaro	17-7
<b>Utrustning</b>	Effekt (W/m <sup>2</sup> )	3,0
	Schema	Sveby <sup>1</sup>
<b>Belysning</b>	Effekt (W/m <sup>2</sup> )	1,1
	Schema	Sveby <sup>1</sup>
<b>Vädringspåslag (kWh/m<sup>2</sup>år)</b>		4
<b>Tappvarmvatten</b>	Anv. (kWh/m <sup>2</sup> år)	25
	VVC-förluster (W/m <sup>2</sup> )	0,57
	Tot. Inkl. VVC (kWh/m <sup>2</sup> år)	30
	Andel tillgodogjord som internvärme (%)	20

1) Tidsschema över dygn för hushållsel enl. Sveby.



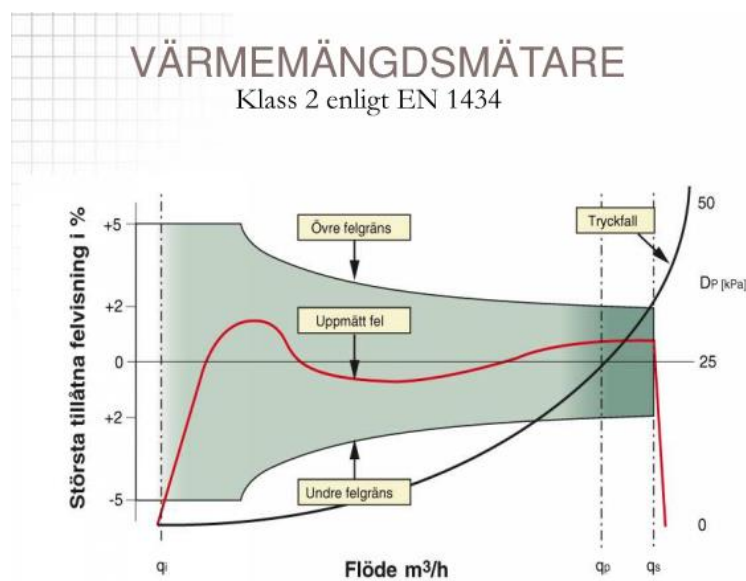
### 3 Möjligheter att installera värmemängdsmätare

Möjligheter att installera värmemängdsmätare beror dels på var man valt att placera radiatorstammarna och dels hur man har möjlighet att dra värmerören inom lägenheten, vilket påverkas av byggnadsstommens konstruktion.

För mätnoggrannheten krävs en raksträcka på ca 20 cm före mätaren, som tar ca 11 cm plats på röret. Det skall finnas avstängningsventiler på båda sidor om mätarna, vilket innebär att man behöver en raksträcka på sammanlagt 35-40 cm för att installera en värmemängdsmätare. Dessutom skall mätarna fästas på ett sådant sätt att en dammsugare eller stol som slår till mätaren inte skapar ett vattenläckage.

De värmemängdsmätare som finns är sällan anpassade för radiatormätning och man har haft problem med värmemängdsmätningen i Passivhuslägenheter. De minsta värmemängdsmätarna med endast  $Q_p$  0,6 (600 l/h) har ett minflöde  $Q_i$  på 6 l/h ( $Q_i / Q_p = 0,01$ ). Vid flöden lägre än 6 l/h erhåller man stora mätproblem.  $Q_p$  heter i tidigare standarder  $Q_n$ . Nedan är ett par värmefall genomräknade. Dessutom finns det krav på en minsta temperaturdifferens på 3K mellan fram- och returtemperatur, vilket kan ge problem i början och slutet av värmesäsongen.

Vid 55/40-system fungerar värmemängdsmätaren när radiatorn avger 50-100 % av sin värmeeffekt och vid lågflödessystem (65/35-system) fungerar värmemängdsmätaren, när radiatorn avger 70-100 % av sin värmeeffekt. Detta betyder att när solen lyser in i rummet, det är några personer i rummet, TV är påslagen eller andra internlastar kommer termostatventilen att minska värmevatten-flödet genom radiatorn, för att minska avgiven värmeeffekt. Då kommer värmemängdsmätningens mätfel att öka samt sluta fungera, se figur 2 och tabell 7.



Figur 2. Felgränser för värmemängdsmätare vid olika flöden. Figuren är tagen från en leverantörsbroschyr.

**Tabell 7. Tabellen är beräknad för ett värmeeffektbehov på 380 W, med enkelpanel radiator 500x1000 mm som fyller ut utrymmet under fönstret (TP11-5-10). Vid beräkningen har en leverantörs radiator dimensioneringsprogram använts.**

55/40-system						Qn 0,6 (600 l/h)	Qmin 6 l/h	
Fram temp	Retur temp	Rums temp	dt <sub>in</sub>	Avgiven effekt W	Andel av maxeffekt	Flöde l/s	Flöde l/h	Andel av Qn
55	40	20	26,8	386		0,0062	22,2	3,7%
55	26	20	16,4	204	53%	0,0017	6,1	1,0%
Låg-flödesinjustering (65/35)								
65	34	20	26,6	381		0,0029	10,6	1,8%
65	26,5	20	19,9	261	69%	0,0016	5,8	1,0%

I kap 3.1 visas var värmestammar kan placeras i den layout som använts vid energiberäkningarna. Två olika principer för värmestammar är redovisade med en summering av antalet stammar för respektive princip samt antal värmemängdsmätare. Bilder på radiatorstammar, deras koppling till radiatorer samt några fördelningsskåp visas i kap 3.2-3.4.

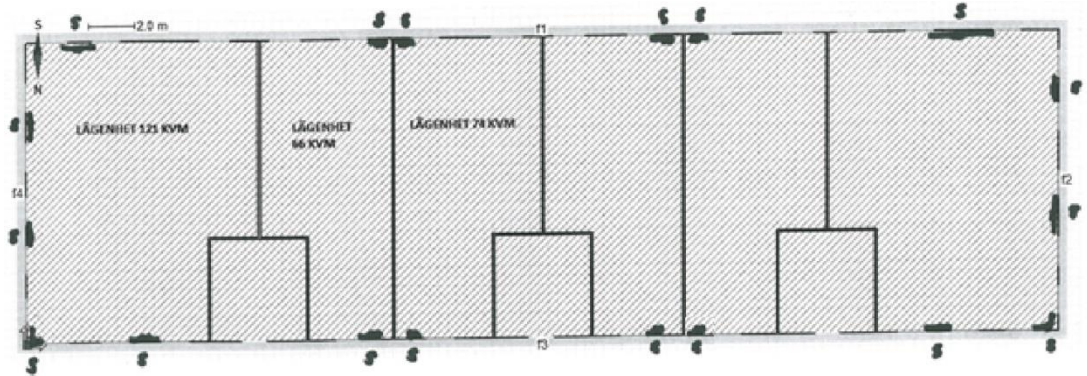
Vid centralt placerad värmestam kan värmerören fördelas i ett fördelningsskåp, som även kan innehålla en värmemängdsmätare om man från början har reserverat plats för den. Annars finns risken att fördelningsskåpet är för litet för att värmemängdsmätaren skall rymmas. Även om fördelningsskåpet är tillräckligt stort kan det krävs en del arbete att ändra rördragningen i fördelningsskåpet om det inte är förberett för mätning. Värmesystemet i lägenheter med centralt placerad värmestam fördelas via bjälklaget (Filigranbjälklag) eller i övergolvet (högluftat golv exempelvis: Granab, Nivell).

Vid radiatorstammar vid fasad blir det en värmemängdsmätare per radiator alternativt en per 2 radiatorer och värmemängdsmätarna kommer troligast att bli väl synliga. Det kan vara problem med att få till raksträckorna i en del fall samt att mätarna sticker ut i rummet, så att det finns risk för att de boende slår i dem vid städning, flyttning av möbler, etc. Det kan eventuellt bli trångt att montera mätarna om exempelvis radiatorstammen ligger bakom en passbit mellan skåp och yttervägg.

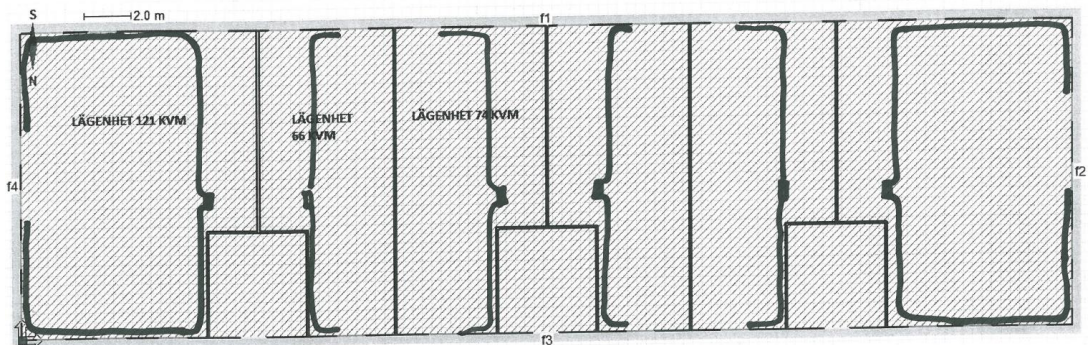
### 3.1 Principlösningar för värmesystem med stammar vid yttervägg samt centralt placerad värmestam

I det beräknade fallet, se figur 3 och 4 nedan, blir det 4,5 ggr fler värmemängdsmätare vid värmestammar vid yttervägg jämfört med en centralt placerad värmestam med fördelningsskåp.

Centralt placerad värmestam med fördelningsskåp kräver att det finns möjlighet att distribuera ut värmen i lägenheten via ett rörsystem i bjälklaget alternativt i övergolvet (högluftat). Om den möjligheten finns beror på stomkonstruktionen.



**Figur 3. Principlösningar för värmesystem med värmestammar "S" vid yttervägg. Det erfordras 18 radiatorstammar och 27 radiatorer på ett plan. Det innebär att man behöver 27 värmemängdsmätare.**



**Figur 4. Principlösningar för värmesystem med centralt placerad värmestam med fördelningsskåp. Det innebär 6 fördelningsskåp och då 6 värmemängdsmätare per plan. Det förutsätter att det finns goda möjligheter för dragning av lägenhetens värmesystem i bjälklaget.**



### 3.2 Nybyggnad: Radiatorstam synlig bredvid fönster med 1-3 anslutna radiatorer åt ett eller två håll från radiatorstammen

Nedan visas bildexempel med kommentarer på utförande av värmesystem i nya byggnader.

	
<p>Värmestam t.h. om fönster och fördelningsrör 20 mm från vägg. Kort raksträcka för mätare. Värmestam placeras ibland nära rumsskiljande vägg och kan gömmas bakom passbit vid skåp.</p>	<p>Värmestammen är placerad på andra sidan om väggen (vänstra bilden).</p>
	
<p>Värmestam t.v. om fönster och fördelningsrör 20 mm från väggen och båda radiatorerna sitter på samma fördelningsledning.</p>	<p>Bilden visar hur det ser ut på översta våningen och man kan se vilket utrymme som finns kring värmerören.</p>

Några fler exempel med synlig stam på yttervägg från nybyggnad.

	
<p>Här ryms inte värmemängdsmätning.</p>	<p>Raksträckor finns för värmemängdsmätning.</p>
	
<p>Raksträckor finns för värmemängdsmätning.</p>	<p>Under montage av radiatorstam.</p>

### 3.3 Radiatorstam i slits i flerbostadshus från början av 1960-talet





Befintlig radiatorstam i yttervägg. Man skall vara försiktig, så att man inte får rörelse i kopplingar, vilket kan ge läckage.

Övre bild anslutningsrör till radiator och nedre bild med radiator monterad. Ingen plats för värmemängdsmätare finns.

### 3.4 Central placerad värmestam med fördelningskåp i lägenheten

	
<p>Fördelningskåp för värme där det krävs omfattande omdragningar för att få plats med värmemängdsmätning (PEX-rör).</p>	<p>Radiatorns värmerör kommer via bjälklaget från fördelningskåpet.</p>
	
<p>Om man från början önskar möjlighet till värmemängdsmätning kan man dra isär matningen och fördelningen innan monteringen, så att man får plats för värmemängdsmätning (Alupex-rör).</p>	<p>Radiatorns värmerör kommer via bjälklaget från fördelningskåpet.</p>

	
<p>Om man använder Quattro-koppel så kan man ha en värmeslinga vid varje fasad och alla kopplingar synliga. Annars blir det två rör till varje radiator med större värmeförluster.</p>	<p>Radiatorns värmerör kommer via bjälklaget från fördelningskåpet.</p>
	
<p>Värmerör i högluftad golvkonstruktion till radiator under fönster.</p>	<p>Tappvatten och värmerör som kommer ut från lägenhetscentral. Golvet blir varmt närmast lägenhetscentral, pga. att det är många meter rör i golvet närmast lägenhetscentralen.</p>

	
<p>Exempel på golvvärmefördelare där det är trångt, men inte omöjligt att få plats med värmemängdsmätning.</p>	<p>Platsbyggd lägenhetscentral i "garderob" i trapphus med beredning av tappvatten och värme. Värmemängdsmätare i mitten och till höger av bilden. (Det finns kompaktare prefabricerade lägenhetscentraler).</p>

### 3.5 Kostnad för värmemängdsmätning

Kostnaden per värmemängdsmätare och installation, när det är förberett för installation av värmemängdsmätare (passbit och tomrör) är ca 4000 kr ex moms, varav anslutning till M-bus-system för insamling av mätdata i fastigheten kostar ca 500 kr ex moms. Vid inskärning av mätare i befintliga rör ökar kostnaden kraftigt. Rörliga kostnader för mätinsamling till databas och debiteringsstöd kostar ca 300 kr/lägenhet och år enligt en offert. Kostnaden är beroende på vald lagringstid och tidsupplösning. Sedan tillkommer fastighetsägarens tid.

Vid mindre bra förutsättningar, så att man måste ändra rördragning, dra tomrör etc. ökar kostnaderna mycket snabbt (explosionsartat).

Sedan tillkommer kostnader för revision av värmemätarna enligt Mätinstrumentdirektivet (MID). I STAFS 2007:2 finns regler om återkommande kontroll av vatten- och värmemätare. Utesittningstiden för flödesmätare i värmemätare med  $Q_n > 1,5$  är 5 år och 10 år för de små flödesmätarna, temperaturgivarna samt integreringsverken.

Stickprov skall göras på minst 20 % av de mätare, dock minst 50 mätare, som omfattas av den återkommande kontrollen. Priset för revision hos ackrediteringsverkstad är ca 800 kr / mätare sedan tillkommer hanteringen på plats med mätaren ca 3-500 kr / mätare.

Som exempel redovisas kostnader för installation av IMD för värme i typhuset, som innehåller 24 lägenheter uppdelat på fyra plan. Följande kostnader för alternativen med horisontella respektive vertikala värmestammar uppkommer då:

	<b>Kostnadspost</b>	<b>Horisontella stammar</b>	<b>Vertikala stammar</b>
	Antal mätare i lgh	24	108
Investeringskostnad:	Mätarkostnad inkl gränssnitt, kr	96 000	432 000
Årskostnader:	Insamling, databas m.m., kr /år	7 200	7 200
	Administration	Ej bedömd	Ej bedömd
Revisionskostnad:	Kr per år vid 10-årsintervall (jämt fördelat)	2 880	12 960
Summa år 1:	Kr	106 080	452 160
Summa följande år:	Kr	10 080	20 160

Kostnader i tabellen är exklusive moms. Eftersom bostadsbolagen betalar moms ska den läggas till, dvs kostnaderna ska multipliceras med 1,25.

### 3.6 Sammanfattning av möjligheter till mätning

Den enda värmesystemslösning som har rimlig kostnad och representativ mätning är vid centralt placerad värmestam med förberedd plats för värmemängdsmätning i fördelningsskåpet, som ska sitta i trapphuset så att revisionen av mätare underlättas. Ett större fördelningsskåp kan behövas för att få plats med mätaren inkl. nödvändiga raksträckor. Värmeisolering i lägenhetsskiljande väggar och bjälklag krävs också.

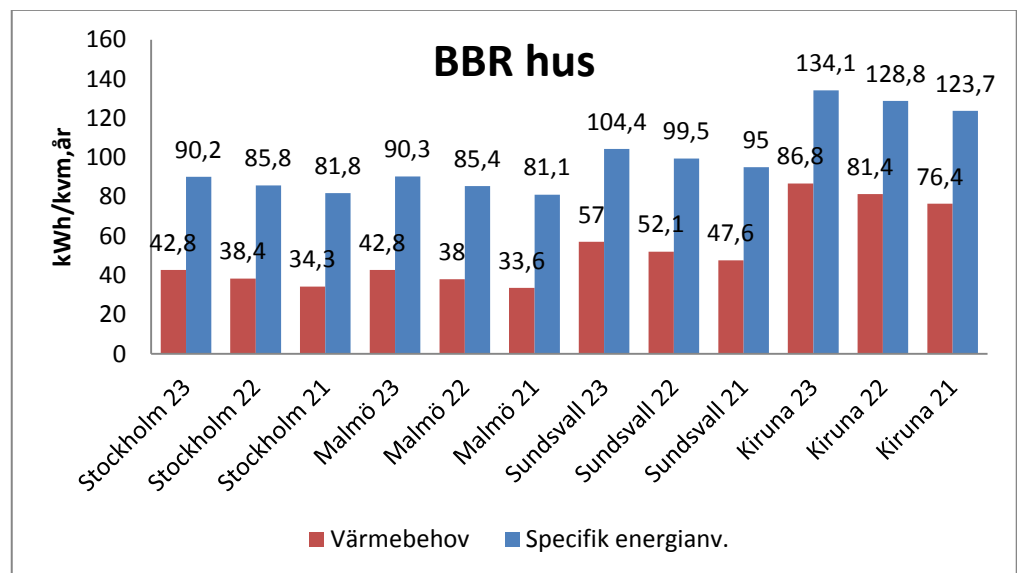
Hur påverkas värmeanvändningen om de boende är beredda att betala lite extra för att få ett par grader varmare i lägenheten? I princip behöver fastighetsägaren då leverera ut varmare värmevatten i byggnaden, för att en del av de boende skall ha möjligheten att få lite varmare. Vid krånglande termostatventiler begränsas inte värmeavgivningen som avsetts, och varmare värmevatten än vad som var tänkt levereras ut.

## 4 Beräkningsresultat och diskussion

Besparingen som kan uppnås genom IMD för värme i flerbostadshus bygger på att inomhustemperaturen kan sänkas och att vädringen kan minska. Vissa hinder för temperatursänkningar finns inbyggda genom att lägenhetsskiljande konstruktioner nästan alltid är oisolerade samt att injusteringen i centrala värmesystem försvåras vilket medför högre värmedistributionsförluster. I figurerna nedan redovisas beräkningsresultat för temperatursänkning med en eller två grader för de sju olika byggnadsvarianterna, vilket kan sägas utgöra den maximala besparingen som kan uppnås (Om alla sänker temperaturen behövs inte individuell mätning för energibesparande syfte.).

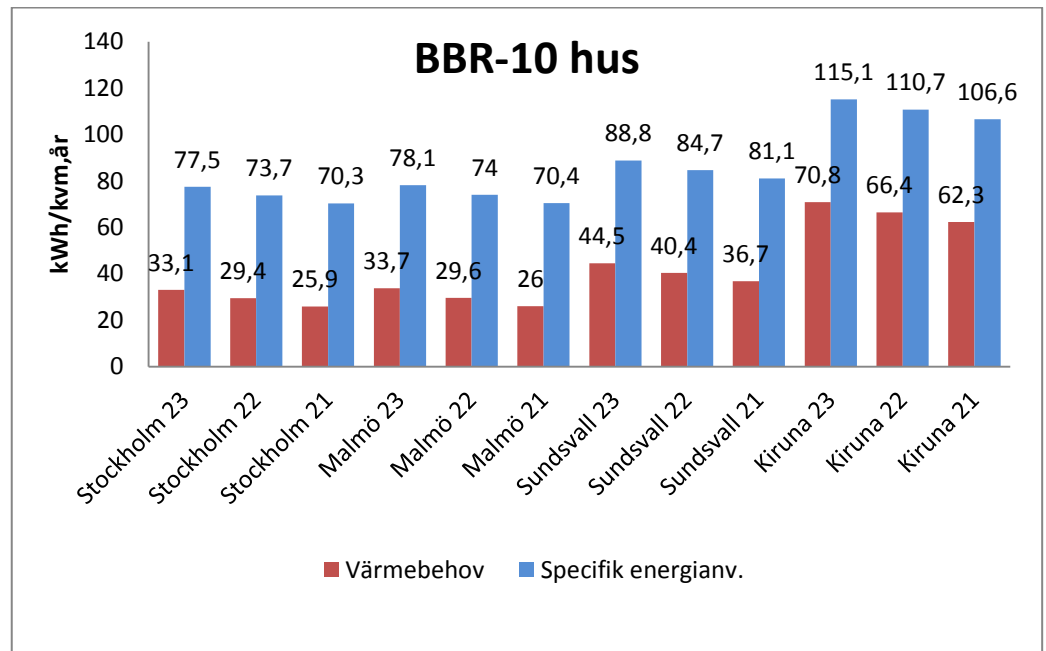
Eventuell effekt av IMD värme på boendes vädringsvanor är svår att bedöma och att ta med i en energiberäkning. Övertemperaturer och dålig luftomsättning påverkar vädringen och problem med dessa måste åtgärdas först. Om vanorna hos de som vädrar för "känslan" eller gamla vanor påverkas av IMD är osäkert. Vid debitering genom temperaturmätning i lägenheterna kan ökad vädring medföra en sänkt inomhustemperatur och således ge en lägre debitering. Vid mätning av värmeflödet till radiatorer försvinner denna olägenhet. Vid beräkningarna har ett vädringspåslag enligt Svebys riktlinjer använts både före och efter temperatursänkning.

Resultatet av temperatursänkingsberäkningarna redovisas i figurerna 5-11 nedan.

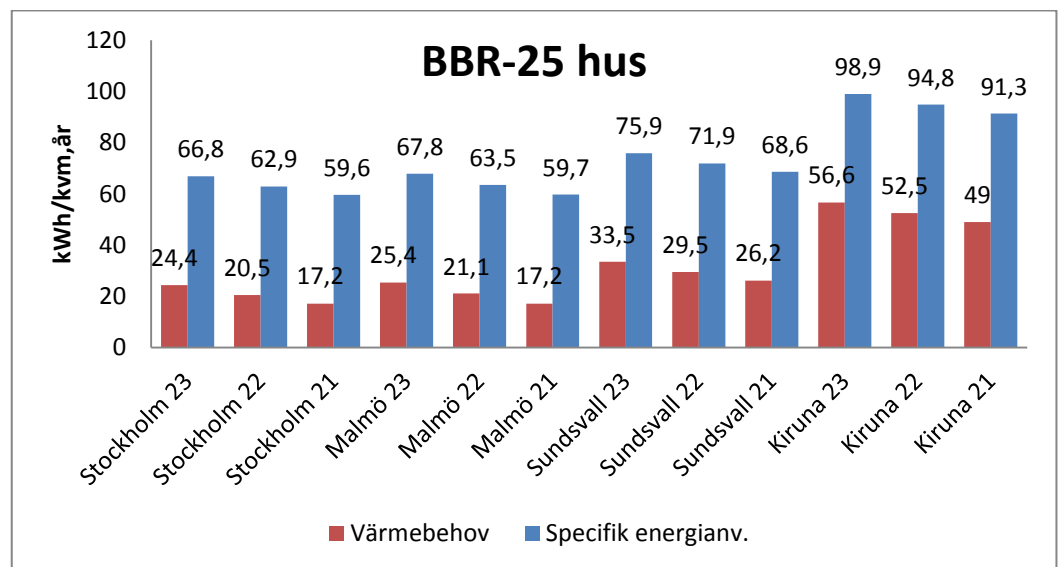


Figur 5. Resultat för byggnaden med energiprestanda nära BBR-kravet vid 23 graders inomhustemperatur och med temperatursänkning med en och två grader.

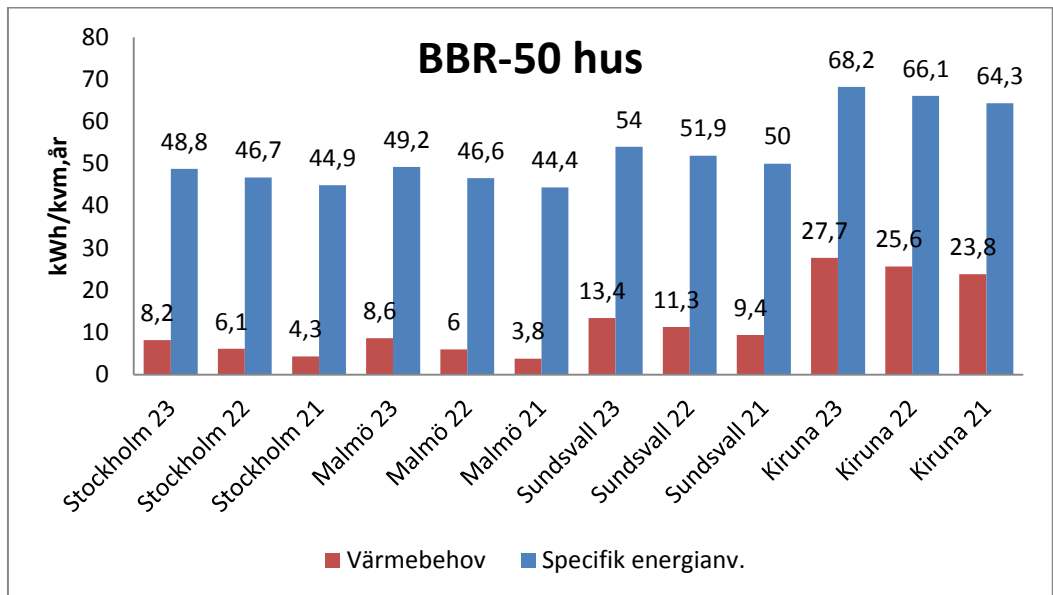




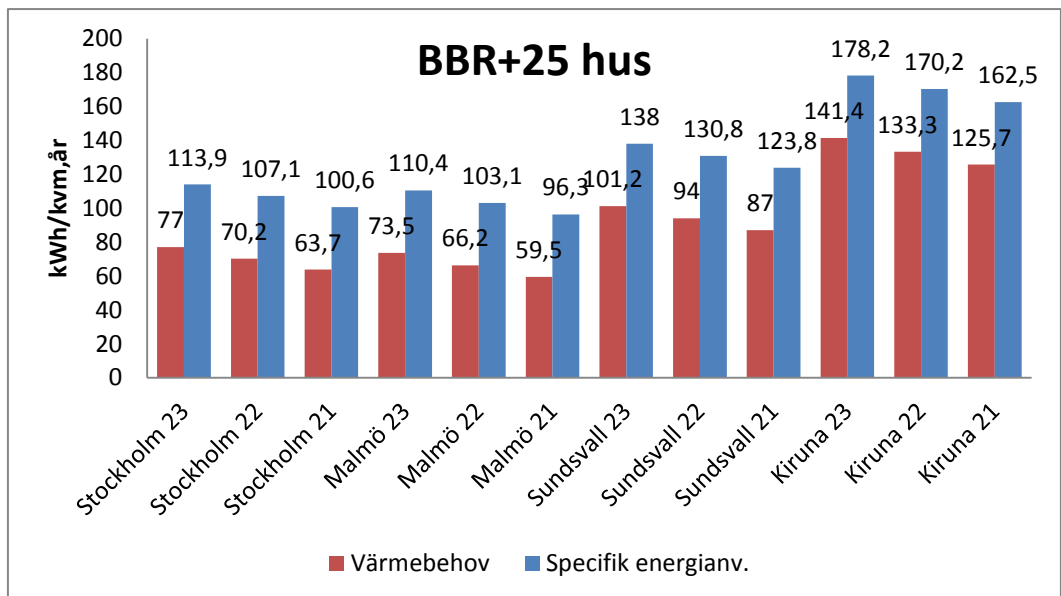
Figur 6. Resultat för byggnaden med energiprestanda ungefär 10 % under BBR-kravet vid 23 graders inomhustemperatur och med temperatursänkning med en och två grader.



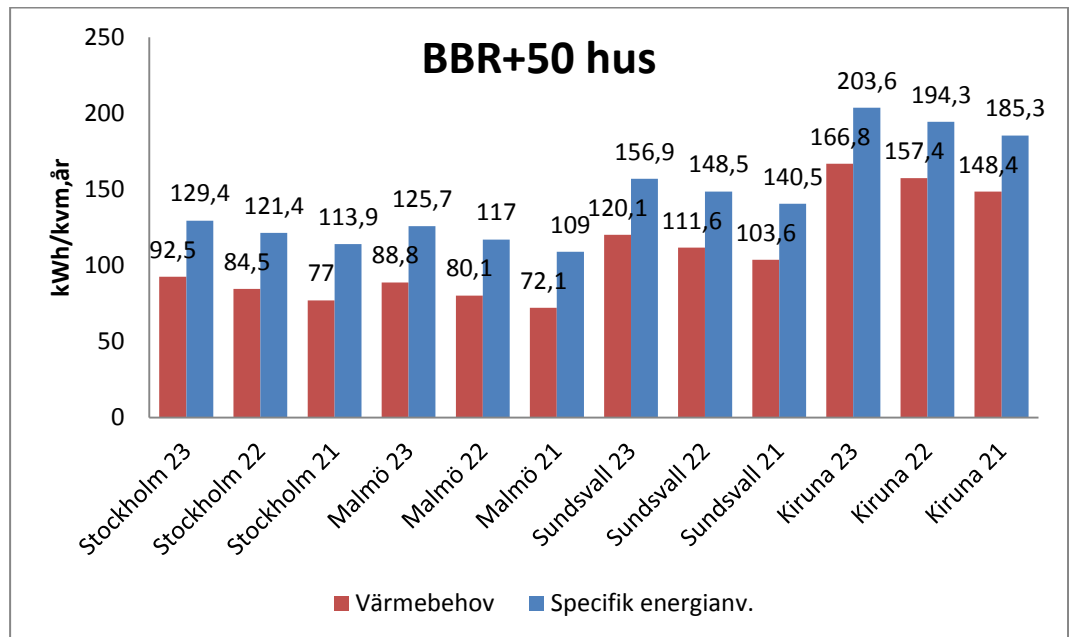
Figur 7. Resultat för byggnaden med energiprestanda ungefär 25 % under BBR-kravet vid 23 graders inomhustemperatur och med temperatursänkning med en och två grader.



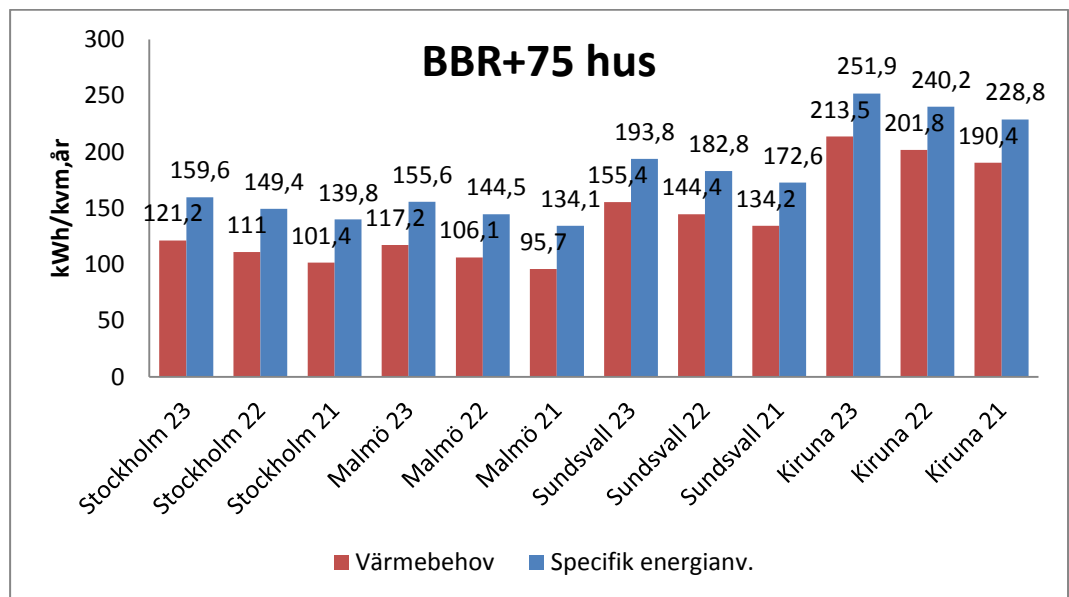
Figur 8. Resultat för byggnaden med energiprestanda ungefär 50 % under BBR-kravet vid 23 graders inomhustemperatur och med temperatursänkning med en och två grader.



Figur 9. Resultat för byggnaden med energiprestanda ungefär 25 % över BBR-kravet vid 23 graders inomhustemperatur och med temperatursänkning med en och två grader.



Figur 10. Resultat för byggnaden med energiprestanda ungefär 50 % över BBR-kravet vid 23 graders inomhustemperatur och med temperatursänkning med en och två grader.



Figur 11. Resultat för byggnaden med energiprestanda ungefär 75 % över BBR-kravet vid 23 graders inomhustemperatur och med temperatursänkning med en och två grader.

#### 4.1 Besparingssammanställning för temperatursänkning

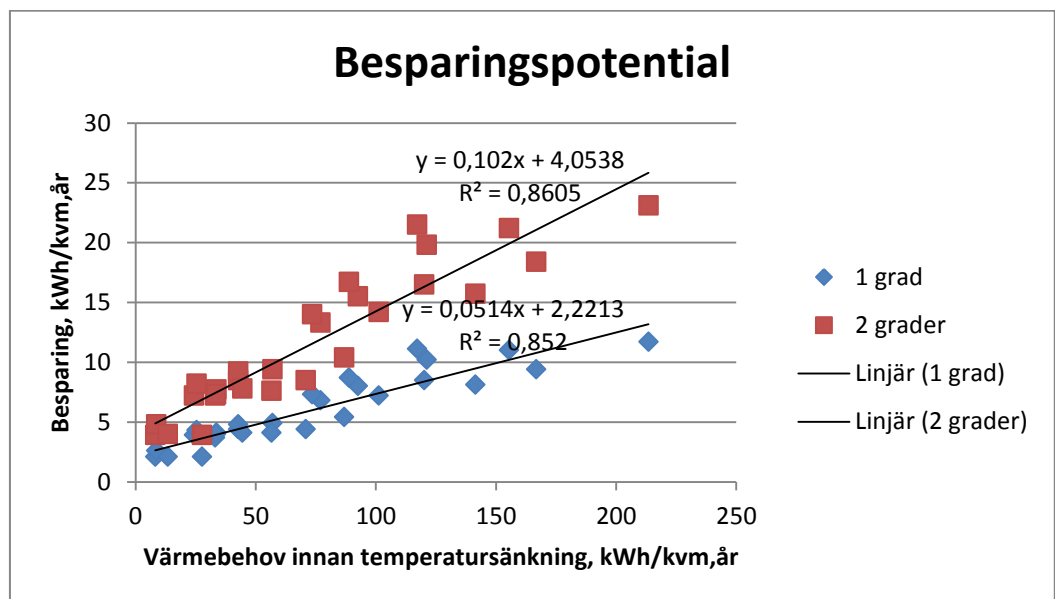
Den totala besparingen av värmebehovet per grad temperatursänkning redovisas i tabell 8. För byggnader med sämre energiprestanda blir den absoluta besparingen som väntat högre än för byggnader med bättre energiprestanda.

I fallet ombyggnad ska energiprestandanivåerna nedan ses som de nivåer som gäller efter genomförd ombyggnad.

**Tabell 8. Besparingar i kWh/m<sup>2</sup> (A<sub>temp</sub>) till följd av temperatursänkning i hela byggnaden.**

Temp. sänkning	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna	
	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C
<b>BBR hus</b>	4,4	8,5	4,8	9,2	4,9	9,4	5,4	10,4
<b>BBR-10 hus</b>	3,7	7,2	4,1	7,7	4,1	7,8	4,4	8,5
<b>BBR-25 hus</b>	3,9	7,2	4,3	8,2	4,0	7,3	4,1	7,6
<b>BBR-50 hus</b>	2,1	3,9	2,6	4,8	2,1	4,0	2,1	3,9
<b>BBR+25 hus</b>	6,8	13,3	7,3	14	7,2	14,2	8,1	15,7
<b>BBR+50 hus</b>	8,0	15,5	8,7	16,7	8,5	16,5	9,4	18,4
<b>BBR+75 hus</b>	10,2	19,8	11,1	21,5	11,0	21,2	11,7	23,1

En regressionsanalys, där besparingen i värmebehov vid 1 och 2 graders sänkning jämfördes mot värmebehovet vid 23 graders inomhustemperatur, visar linjärt samband med en determinationskoefficient på ca 0,85, se figur 12.



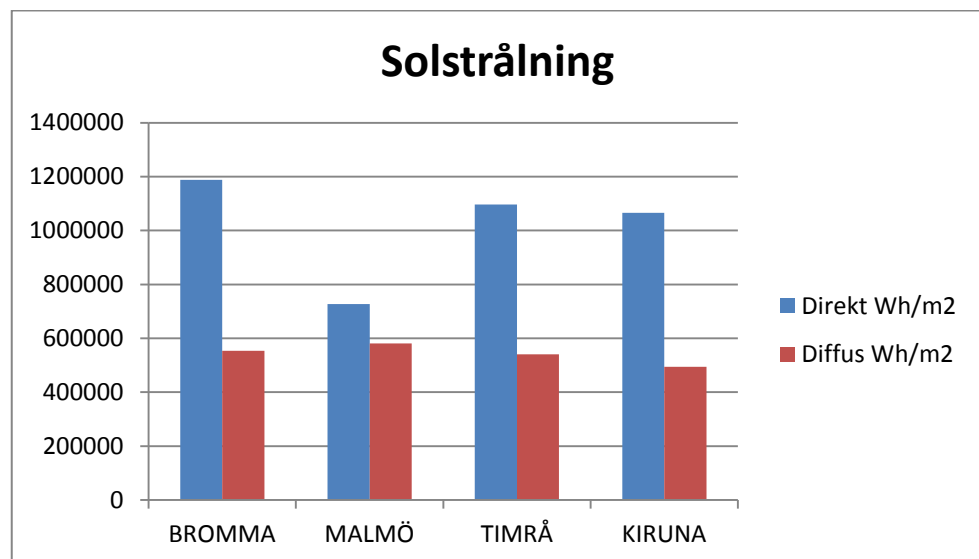
**Figur 12.** Den totala besparingspotentialen som funktion av byggnadens värmebehov vid temperatursänkning i hela byggnaden.

## 4.2 Större värmebehov i Malmö än i Stockholm

Något överaskande visar resultaten i flera fall ett högre värmebehov då byggnaden är placerad i Malmö än i Stockholm (se resultat för byggnader med energiprestanda bättre än BBR). En vidare analys av de klimatfiler som använts i beräkningen visar att Malmö har en i genomsnitt högre vindhastighet än i Stockholm (se figur 14). Vid högre vindhastighet erhålls större luftläckningsförluster, vilket delvis förklarar att värmebehovet i Malmö, i vissa fall, blir oväntat stort.

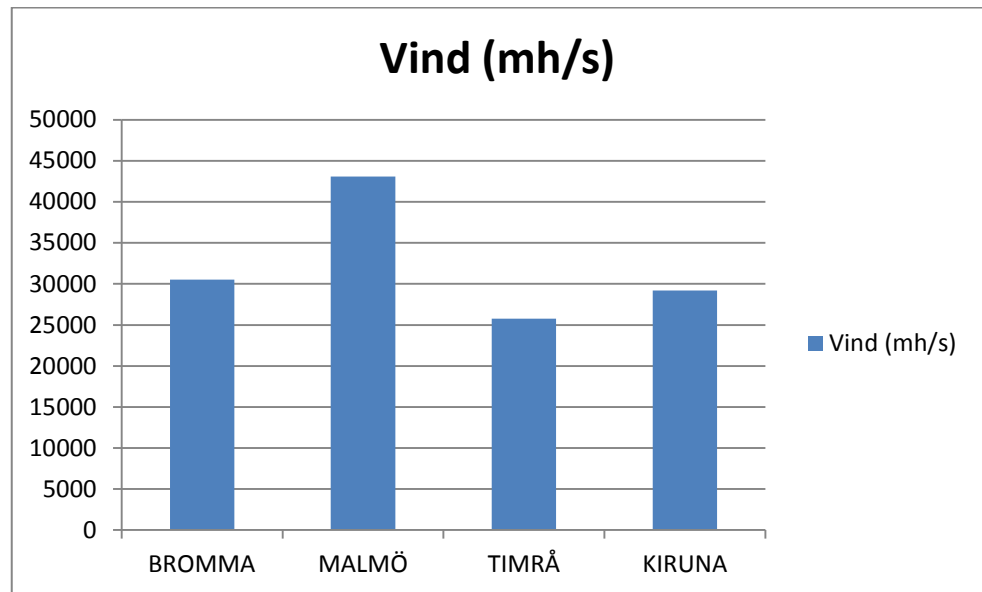
Solstrålningen är anmärkningsvärt låg i klimatfilen för Malmö, vilket framgår i figur 13. Även detta påverkar värmebehovet i simuleringarna. Antalet graddagar är, som förväntat, större i klimatfilen för Stockholm än för Malmö, vilket framgår av figur 15. Dock är inte antalet graddagar så pass mycket lägre att de alltid kompenserar för de högre vindhastigheterna samt den lägre solstrålningen.

Klimatfilerna som använts i beräkningarna är utvecklade genom ASHRAE Research Project RP-147, och baseras på data som samlats in från väderstationer i upp till 25 år<sup>1</sup>.

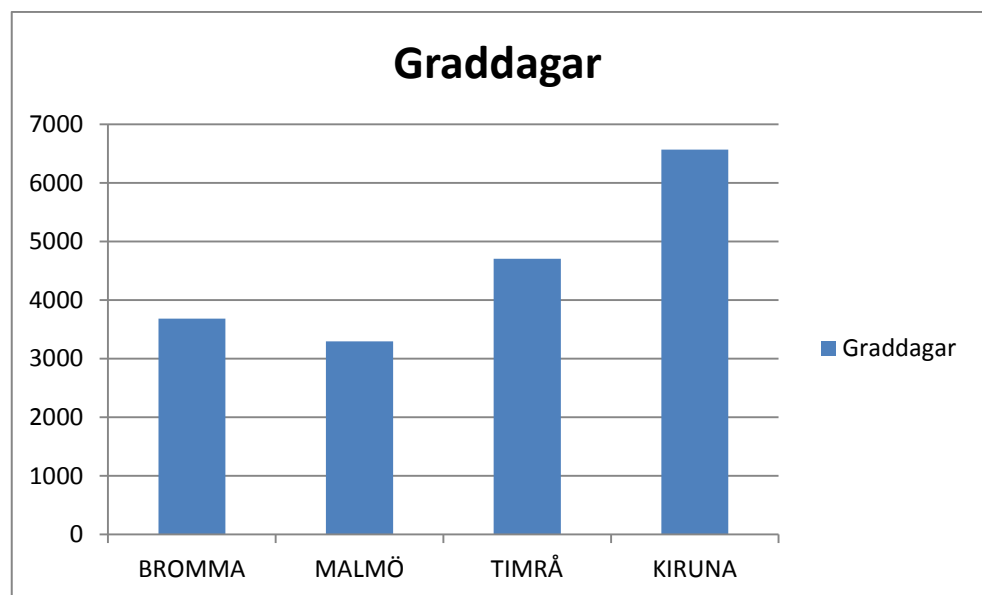


Figur 13. Direkt och diffus solstrålning för de olika klimatfilerna. Beräkningen har utförts genom att summera solstrålningseffekten för varje timme i klimatfilen.

<sup>1</sup> <http://weather.whiteboxtechnologies.com/ASHRAE/faq>



Figur 14. Summering av vindhastigheten för varje timme i de olika klimatfilerna.



Figur 15. Antal graddagar för de olika klimatfilerna. Referenstemperaturen för summering av antalet graddagar är 17 °C. Inga eldningsgränser har tillämpats.

### 4.3 Resultat från beräkningar för andra hustyper

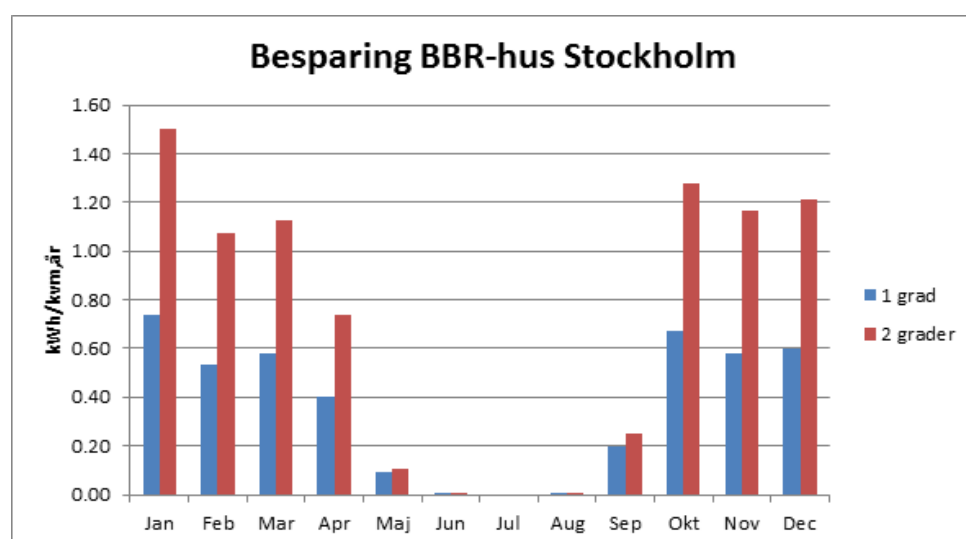
För att kontrollera husformens betydelse på besparingens storlek, visas i tabell 9 nedan några exempel på andra byggnadstyper än det valda typhuset. Besparingar i samma storleksordning erhålls.

**Tabell 9. Energibesparing vid temperatursänkning för några tidigare beräknade byggnader.**

Byggnad	Ort	Typ/ bygg- nadsår	Antal plan/lgh	Energi- prestanda kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>	Besparing vid 1 grads sänkning kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub>
Konstnärsgillet	Stockholm	Skivhus/ 1964	10/70	95	3,5
Draken	Stockholm	Skivhus/ 1968	11/49	120	6,4
Motorn	Stockholm	Lamell- hus/ 1919	4/131	169	8,0

### 4.4 Månadsvis värmebesparingsfördelning

Figur 5 till 11 visar värmebehov och specifik energianvändning för samtliga simuleringar på årsbasis. I figur 16 nedan visas beräkningsresultatets fördelning månadsvis för byggnaden BBR-hus i Stockholm. Som väntat inträffar besparingen när uppvärmningsbehov finns. De ytterst små relativa besparingsökningarna för mars och oktober beror på variationer i vindhastighet och solstrålning i klimatfilerna.



**Figur 16. Månadsvis besparingsfördelning för BBR-huset i Stockholm.**

## 4.5 Värmevandring mellan lägenheter

Eftersom nästan alla lägenhetsskiljande konstruktioner i Sverige är oisolerade, kommer värmeflöden mellan lägenheterna att utgöra en allt större relativ andel allteftersom klimatskärmen förbättras.

Värmevandringen mellan lägenheter gör att två intilliggande lägenheter inte kan ha vitt skilda temperaturer. Problemet är väl beskrivet i en rad studier och ett utdrag redovisas i ett följande avsnitt. Avsaknad av värmeisolering i lägenhetsskiljande konstruktioner medför att lägenheter i varierande grad får sin uppvärmning från grannlägenheter eller avger värme till dessa.

Ytterligare simuleringar har utförts för BBR-huset i Stockholm för att undersöka hur stor värmevandring mellan lägenheterna som uppstår till följd av att olika börvärden för inomhustemperaturen sätts. Två olika scenarier beräknas enl. 4.5.1 och 4.5.2.

Mellanväggarna räknas som 200 mm betong med U-värde 3,5 W/m<sup>2</sup>K. Bjälklag räknas som 200 mm betong, 20 mm flytspackel och 15 mm trägolv med U-värde 2,6 W/m<sup>2</sup>K.

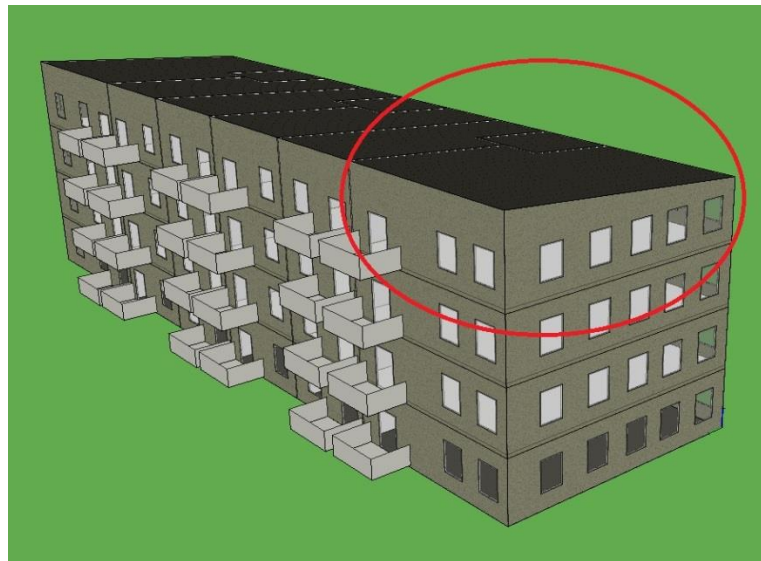
Det totala värmeflödet genom lägenhetsskiljande konstruktioner samt det totala uppvärmningsbehovet från radiatorer har beräknats över uppvärmningssäsongen oktober till och med maj. Det är viktigt att komma ihåg att internlasterna fortfarande är enl. kap 2.1. Dessa kommer att täcka delar av det totala värmebehovet.

### 4.5.1 Scenario 1: Maximal värmevandring från hörnlägenhet

För att undersöka värsta tänkbara scenario har undersökts hur värmebehovet varierar för en lägenhet högst uppe i hörnet av byggnaden beroende på skillnaden i temperaturbörvärde gentemot angränsande utrymmen. Lägenheten som undersökts har en  $A_{temp}$ -area på 121 m<sup>2</sup> och angränsar till trapphus och två lägenheter, se figur 17.

Det totala värmebehovet för lägenheten under ett år beräknades först för det fall då hela byggnaden har ett börvärde på 23 grader. Sedan sänktes temperaturen för omgivande rum vilket skapade en värmeförlust för hörnlägenheten. Se resultat i tabell 10.





Figur 17. Utvald hörnlägenhet för beräkning av scenario 1.

Hörnlägenheten har följande areor mot intilliggande zoner:

- Väggyta mot lägenhet: 31,3 m<sup>2</sup>
- Väggyta mot trapphus: 21,5 m<sup>2</sup>
- Golvyta mot lägenhet: 121 m<sup>2</sup>.

Tabell 10. Beräknat värmebehov från radiatorer samt totalt värmeflöde mellan lägenheterna under uppvärmningssäsongen för tre olika beräkningsfall med utgångspunkt från hörnlägenheten enl. figur 17. Börvärde för värmen i hörnlägenheten är 23 grader för samtliga beräkningsfall. Negativa värden visar värmeförlust.

Temperatur i omgivande utrymmen		23	22	21
Värmebehov i hörnlägenhet (kWh)		6920	8243	9457
Transmission mot angränsande utrymmen (kWh)	Vägg mot lägenhet	-11,3	-316,8	-620,1
	Golv mot lgh	-50,2	-926,7	-1686,8
	Vägg mot trapphus	-55,5	-254,2	-450,9
	Totalt	-117,1	-1497,7	-2757,9

Man kan se i tabell 10 att värmebehovet i hörnlägenheten ökar med ca 35 % när omgivande utrymmens temperatur sjunker två grader. Av resultaten framgår också att angränsande utrymmen ofta blir varmare än de avsedda på grund av den extra värmeförlusten.

#### 4.5.2 Scenario 2: Maximal värmevandring till och från mittlägenhet

Värmevandring till och från en mittlägenhet har simulerats för att visa dels maximala värmeenergin som kan "stjälas" av en lägenhet dels för att visa hur mycket energi som kan "förloras" till andra lägenheter då dessa har ett lägre börvärde för temperaturen. Lägenheten är inringad i figur 18.

Mittlägenheten har följande areor mot intilliggande lägenheter:

- Väggyta mot lägenhet i östlig riktning: 39,0 m<sup>2</sup>
- Väggyta mot lägenhet i västlig riktning: 25,6 m<sup>2</sup>
- Väggyta mot trapphus: 19,9 m<sup>2</sup>
- Golvyta mot lgh: 74 m<sup>2</sup>
- Takyta mot lgh: 74 m<sup>2</sup>.

Följande beräkningsfall har simulerats:

1. 23 grader i hela byggnaden
2. 22 grader i mittlägenheten och 23 grader i övriga byggnaden
3. 21 grader i mittlägenheten och 23 grader i övriga byggnaden
4. 23 grader i mittlägenheten och 22 grader i övriga byggnaden
5. 23 grader i mittlägenheten och 21 grader i övriga byggnaden.



Figur 18. Utvald mittenlägenhet för beräkning av scenario 2.

Beräknat totalt värmebehov från radiatorer samt total värmeöverföring mellan lägenheter under uppvärmningssäsongen med utgångspunkt i mittlägenheten redovisas i figur 18 och i tabell 11 nedan. Negativa värden visar värmeförlust och positiva värden visar vunnen värmeenergi.

**Tabell 11. Beräknat totalt värmebehov från radiatorer samt total värmeöverföring mellan lägenheter under uppvärmningssäsongen med utgångspunkt i mittlägenheten i figur 18. Alla fem beräkningsfallen redovisas. Negativa värden visar värmeförlust och positiva värden visar vunnen värmeenergi.**

Beräkningsfall		1	2	3	4	5
<b>Värmebehov i mittlägenhet (kWh)</b>		1103	15,9	0	2627	4135
<b>Transmission mot angränsande utrymmen (kWh)</b>	Vägg mot lägenhet väst	3,4	122,8	124,6	-187,2	-391,2
	Vägg mot lägenhet öst	10,5	187,1	189,6	-263,2	-542,6
	Golv mot lgh	-106,2	191,4	195,9	-536,6	-909,8
	Tak mot lgh	21,2	300,8	304,6	-509,4	-1036,9
	Vägg mot trapphus	-54,5	29,3	30,6	-197,5	-343,3
	<b>Totalt</b>	<b>-125,6</b>	<b>831,4</b>	<b>845,4</b>	<b>-1694,0</b>	<b>-3223,9</b>

Vid normala internlasten (Sveby i detta fall), visar resultaten att det kan uppstå situationer där de boende kan få i princip hela värmebehovet tillgodosett enbart utifrån att grannarna har satt en något högre temperatur än vad en själv har. Vid omvända förhållanden kan en fyrdubbling av värmebehovet uppstå.

Det blir även svårt att komma ner i temperatur om värmeförlusten från grannarna är hög. Om de boende är medvetna om detta kan det finnas en risk (eller chans beroende på vilket perspektiv man har) att dessa kapplöper om att sänka temperaturen för att inte riskera att man finansierar grannens värmebehov. Detta kan vara bra för energibesparingen men dåligt för boendekomforten och kanske även för husets goda bestånd. Äldre personer vill oftast ha varmare än övrig befolkning, vilket innebär att dessa skulle drabbas hårdare än de som föredrar en lägre temperatur.

För att det ska bli rättvist krävs att man antingen tilläggsisolerar lägenhetsskiljande konstruktioner ordentligt i samband med installation av IMD, eller att man tar fram en debiteringsmetod som kompenserar för förluster mellan lägenheter.

#### 4.5.3 Värmevandring i tidigare studier

Värmevandring mellan lägenheter har utretts tidigare. En sammanställning av några tidigare undersökningar finns i Svensson 2012<sup>2</sup>, en rapport utförd på uppdrag av BeBo,

<sup>2</sup> Svensson, Göran, 2012, Problem och möjligheter med individuell mätning och debitering av värme i flerbostadshus, rapport, [www.bebostad.se](http://www.bebostad.se).

Energimyndighetens beställargrupp för bostäder. Resultaten visar att värmevandring mellan lägenheter har stor betydelse för hur mycket energi radiatorerna i respektive lägenhet avger. Följande källor citeras i rapporten:

I Jagemar och Bergsten (Individuell värmemätning i flerbostadshus, 2003) har genom omfattande simuleringar undersökt ett antal faktorer och kombination av dessas effekter på energianvändningen för en simulerad lägenhet. Faktorerna är: Rumstemperatur, uteklimat, vädringsmönster, Byggnadsår (1950- 1990), lägenhetens placering och hushållsel (internvärme).

Störst påverkan på radiatorvärmens har rumstemperatur, uteklimat och vädringsmönster, vilket kan synas självklart. Byggnadsår och lägenhetens placering spelade mindre roll för hur mycket värmeenergi som lägenheten avger till eller tar emot från grannlägenheterna.

Värmetransporten mellan lägenheterna kan uppgå till ungefär samma storleksordning som radiatorvärmens. De simulerade fallen har en mycket stor variation på uppvärmningsbehov. Lägenheterna med störst uppvärmningsbehov är de som har mycket vädring. Ett mycket starkt samband finns mellan lägenhetens rumstemperatur och värmetransporten från respektive till grannlägenheterna. Det är svårt att uppnå 18° när grannlägenheterna har 20-21°.

I en simulering av ett miljonprogramshus i Göteborg konstateras att en mittenlägenhet kan avge en fjärdedel (12 kWh) av sin dygnsvärmeenergi till grannlägenheterna under ett februaridygn. Mittlägenheten antogs ha temperaturen 22° och grannlägenheterna 20°.

I en teoretisk beräkning av 94 lägenheter i Helsingborg (Nilsson och Wargman 1982) fann man att en mittenlägenhet utan värmeförsel inte kunde få en temperatur under 17° om grannlägenheterna hade 20° och utetemperaturen var 0°.

En studie av kv Jankowitz i Göteborg (Jensen 1999) visar att en lägenhet med en temperatur 3° under grannlägenheternas temperatur med väggar och bjälklag isolerade med 50 mm mineralull kan få 50 % av årsvärmebehovet från grannlägenheterna. Utan isolering kan grannlägenheterna ge 90-95 % av värmebehovet.

I en fastighet på Klockarbacken i Huddinge (Göran Andersson, Bengt Dahlgren AB, 2001) visas vid simulering en spridning av årsvärmebehovet på mellan 60 kWh/m<sup>2</sup> och 90 kWh/m<sup>2</sup> medan den uppmätta spridningen var hela 30 kWh/m<sup>2</sup> till 120 kWh/m<sup>2</sup>. Den senare stora variationen antogs till stor del bero på hyresgästernas vanor. Vidare konstateras att en lägenhet med inställt börvarde 18° inte får en temperatur under 20° om grannlägenheterna har börvärdet 24°. Lägenheten med den lägre temperaturen får då hela sitt värmebehov täckt från grannlägenheterna.

## 4.6 Kostnader

Kostnaden för fjärrvärme varierar med året. En exempelberäkning av kostnadsminskningen till följd av temperatursänkningen för BBR-huset i Stockholm har gjorts där fjärrvärmemetaxan varierat enligt tabell 12. Till grund för priserna ligger Fortum Flexibel för 2013 enl. figur 19. VVC-förluster har ej inkluderats i beräkningarna.

PRISINFORMATION		
Priserna nedan gäller för år 2013. Fortum Värme äger rätt att ändra priserna varje kalenderår per den 1 januari, även under prisavtalets bindningstid (12 månader).		
<b>EFFEKTPRIS</b>	<b>ENERGIPRIS</b>	<b>VOLYMRABATT</b>
Årseffekt 340 kr/kW, år	Utetemperatur +10 °C eller varmare 285 kr/MWh -2,0 °C till +9,9 °C 695 kr/MWh -2,1 °C eller kallare 980 kr/MWh	Årligt fjärrvärmebehov (MWh)
		Fast avgift
		Prisavdrag
<b>TEMPERATURAVGIFT/-BONUS</b>		
5 kr/MWh, °C		
	vid returtemperatur över 60°C tillkommer en avgift om 20 kr/MWh, °C.	
		0-250 MWh 0 kr/år ger 0 kr/MWh
		251-1 250 MWh 2 044 kr/år ger 8 kr/MWh
		1 251-2 500 MWh 48 034 kr/år ger 45 kr/MWh
		2 501-7 500 MWh 124 684 kr/år ger 76 kr/MWh
		över 7 500 MWh 354 634 kr/år ger 106 kr/MWh

Figur 19. Fjärrvärmemetaxan för Fortum Flexibel 2013.

Tabell 12. Månadsvis fjärrvärmeanvändning för uppvärmning samt kostnader. Fjärrvärmepriset har beräknats utifrån prisuppgift enl. figur 19 samt temperaturer i klimatfilen (IWE2 Bromma).

Månad	Pris (kr/kWh)	Användning innan IMD (kWh)	Användning 22 grader (kWh)	Användning 21 grader (kWh)	Kostnad innan IMD (kr)	Kostnad 22 grader (kr)	Kostnad 21 grader (kr)
Jan	0,980	22 396	20 688	18 934	21 948	20 274	18 555
Feb	0,980	17 811	16 585	15 329	17 455	16 253	15 022
Mar	0,695	12 913	11 578	10 306	8 975	8 047	7 163
Apr	0,695	5 173	4 250	3 470	3 595	2 954	2 412
Maj	0,285	534,3	315,1	297,5	152	90	85
Jun	0,285	37,8	29,4	29,2	11	8	8
Jul	0,285	1,4	1,4	1,4	0	0	0
Aug	0,285	8,6	8,3	8,3	2	2	2
Sep	0,285	808,2	348,2	235,9	230	99	67
Okt	0,695	6 483	4 935	3527	4 506	3 430	2 451
Nov	0,695	14 044	12 698	11 346	9 761	8 825	7 885
Dec	0,695	18 624	17 237	15 829	12 944	11 980	11 001
<b>Summa</b>		98 834	88 674	79 314	79 579	71 963	64 653

Effektpriset beräknas av Fortum genom att ta maximala uppmätta dygnsanvändningen och dividera med 24. Maxeffekten multipliceras sedan med 340 för att beräkna priset. Samma tillvägagångssätt har tillämpats för BBR-huset i Stockholm. Maxeffekt erhålls under en kall februaridag (se tabell 13).

Eftersom även tappvarmvatteneffekten skall medräknas för effektpriset antas den tappvarmvatteneffekt som antagits i den parallella studien för IMD tappvarmvatten, dvs. 9,5 kW. Beräknade effektpriser gäller alltså enbart på besparing av värme och inte tappvarmvatten.

**Tabell 13. Effekt för värme och tappvarmvatten för beräkning av effektpris samt totalt pris.**

	Innan IMD	1 grad sänkning	2 grader sänkning
Effekt värme (kW)	41,8	39,8	37,8
Effekt TVV (kW)	9,5	9,5	9,5
Effektpris (kr)	17 433	16 760	16 093
Rörligt pris (kr)	79 579	71 963	64 653
Totalt (kr)	97 012	88 722	80 746

Eftersom typhuset har ett energibehov under 250 MWh/år utgår ingen fast avgift eller volymrabatt. Totalkostnaden beräknas som summan av effektpris och rörlig avgift.

## 5 Slutsatser

Beräknade maximala besparingar har uppnåtts mellan 2 - 12 kWh/m<sup>2</sup>A<sub>temp</sub>, för en grads temperatursänkning i hela byggnaden, där variationen i besparingen är beroende på byggnadens energiprestanda och geografisk lokalisering. För två graders temperatursänkning i hela byggnaden erhöles besparingar mellan ca 4 och 23 kWh/m<sup>2</sup>A<sub>temp</sub>. Störst besparing erhöles i Kiruna för huset med BBR +75% i energiprestanda.

Eftersom värmeisolering nästan alltid saknas i lägenhetsskiljande konstruktioner, kan besparingen i enskilda lägenheter utebli om inomhustemperaturen i angränsande lägenheter är lägre. Omvänt kan en lägenhets värmebehov nästan helt täckas om omgivande lägenheter är en grad varmare.

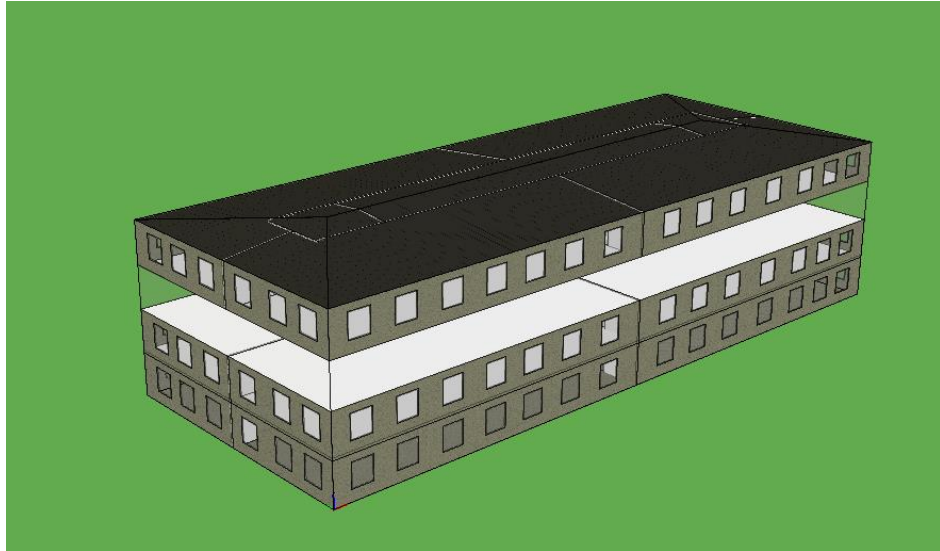
Kostnader för värmemängdsmätare, installation, drift och underhåll, hantering av mätvärden inklusive lagring, mätarrevison, kommunikation och administration, kan variera stort beroende på värmesystemets konstruktion, dvs horisontella eller vertikala värmestammar. För typhuset blev antalet mätare 24 respektive 108, vilket medför kostnader första året på ca 106 000 kr respektive 452 000 kr exklusive moms, eller 133 000 respektive 565 000 kr inklusive moms.

Handläggare  
Anton Clarholm,  
M.Sc.

Per Levin, docent

Datum  
2014-05-23

## Energibesparing som konsekvens av IMD i kontorshus



### Sammanfattning

Beräkning av möjlig besparing av värmebehov som konsekvens av individuell mätning och debitering (IMD) av värme i ett typiskt kontorshus har utförts på uppdrag av Boverket. Beräkningen har utförts genom dynamisk helårssimulering i programmet IDA ICE 4.6.

Energibesparingspotentialen för IMD för värme för har beräknats för fyra varianter av det framtagna typhuset. De olika varianterna skiljer sig avseende klimatskärmens konstruktion och isolergrad samt installationstekniska aspekter som värmeåtervinning. Egenskaperna har valts för att matcha olika nivåer på energiprestanda.

Beräkningar av värmebehovet med börvärden för inomhustemperaturer på 23, 22 och 21 grader i de olika varianterna i olika orter har utförts. Även kylbehovet, med tre olika börvärden för kyla, har utretts.

Resultaten, som redovisas i kapitel 3, visar att den största besparingspotentialen finns i byggnader med sämre energiprestanda i det kallare klimatet, där värmebehovet innan sänkning av inomhustemperaturen är högt. Resultaten visar även att sänkning av börvärdet för kylning ger en ökning av kylbehovet på motsvarande sätt som besparingen av värme.



Resultat avseende värmevandring mellan kontorslägenheter och installationskostnader för värmemängdsmätning liknar de som tagits fram för flerbostadshus. Således försvåras möjligheten att ha olika temperatur i de olika kontorslägenheterna, samt att värmemätningen också riskerar att bli orättvis och dessutom komma i konflikt med komfortkylan.

Det låga tappvarmvattenbehovet i kontorshus gör IMD ointressant. Det finns ett behov att minska VVC-förlusterna, som ofta är betydligt större än tappvarmvattenbehovet.

Sammanlagt gör detta att IMD knappast kan medföra någon kostnadseffektiv besparing för kontorslokaler.

## Innehåll

---

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte	4
1.3	Metod	4
2	Byggnaden	5
2.1	Indata	6
3	Beräkningsresultat och diskussion	8
3.1	Sammanställning av besparing	11
3.2	Kylbehovet ökar med tempsänkning	12
3.3	Beskrivning av installationssystem/möjligheter	13
3.4	Kostnader	13
3.5	Värmevandring mellan kontorslägenheter	13
3.6	IMD för tappvarmvatten	14
4	Slutsatser	14

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Boverket har med anledning av ett regeringsuppdrag beslutat att utföra beräkningar av energibesparing och kostnader för individuell mätning och debitering (IMD) av värme och tappvarmvatten i flerbostadshus och lokalbyggnader. I denna rapport redovisas beräkningarna för besparingspotential för IMD i en kontorsbyggnad.

## 1.2 Syfte

Syftet med den i denna rapport redovisade studien är att undersöka besparingspotentialen för IMD av värme i kontorshus. Detta för att bidra med underlag till Boverket om beslut kring kommande regeländringar.

## 1.3 Metod

En representativ byggnadstyp och storlek för kontorshus har tagits fram med hjälp av Boverkets energideklarationsdatabas Gripen. Fyra varianter av byggnadens energiprestanda har tagits fram för att representera både befintliga och nya kontorshus. Varianterna har tagits fram genom att främst variera U-värden på klimatskärmen och återvinningsgrad. Brukarrelaterade aspekter såsom personvärme och tappvarmvattenanvändning är identiska i samtliga fall.

Fyra olika varianter av typhusbyggnaden har modellerats för parameterstudien:

- Energiprestanda och U-medelvärde ligger nära BBR-kravet för klimatzon 3.
- Energiprestanda och U-medelvärde ligger ungefär 10 % lägre än BBR-kravet för klimatzon 3.
- Energiprestanda och U-medelvärde ligger ungefär 25 % lägre än BBR-kravet för klimatzon 3.
- Energiprestanda och U-medelvärde ligger ungefär 50 % högre än BBR-kravet för klimatzon 3.

För de fyra typhusvarianterna har sedan en parameterstudie utförts där den ena parameterändringen var placering av byggnaden enl. följande orter:

- Stockholm (klimatfil IWEC2 STOCKHOLM, BROMMA)
- Malmö (klimatfil IWEC2 MALMÖ, STURUP)
- Kiruna (klimatfil IWEC2 KIRUNA)
- Sundsvall (klimatfil IWEC2 TIMRÅ FLYGPLATS)

Den andra parameterändringen var börvärden för inomhustemperaturen, där följande värden simulerades:

- Värme: 23 °C, Kyla: 26 °C
- Värme: 22 °C, Kyla 25 °C

- Värme: 21 °C, Kyla 24 °C

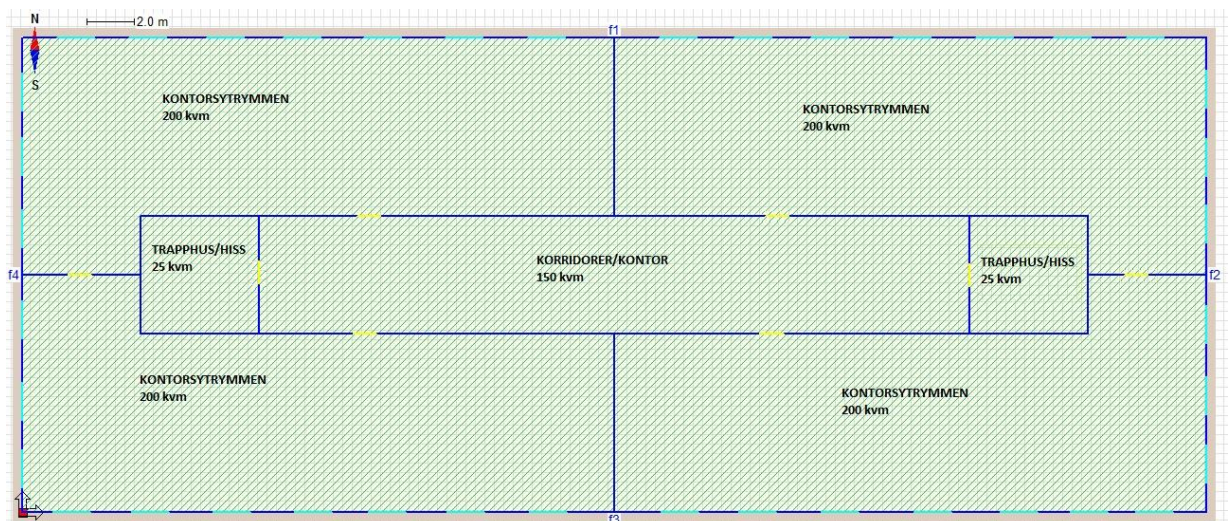
En temperatursänkning för hela byggnaden motsvarar den maximala sänkningen vid de givna temperaturdifferenserna, och således de maximala besparingarna för värmebehoven.

Totalt har 48 beräkningar utförts i denna parameterstudie. Komfortkyla i byggnaden antas i beräkningen där börvärdet sätts till 3 grader över börvärdet för uppvärmning. Eftersom börvärdet för kylning följer med i sänkningarna representerar denna temperatursänkning den maximala förändring i totalt kylbehov för hela byggnaden.

## 2 Byggnaden

Byggnaden som simulerats är ett kontorshus med 4 plan och  $A_{temp}=4000 \text{ m}^2$ .

Multizonsberäkningar har sedan utförts i IDA ICE 4.6. Inga skuggande objekt ingår i modellen. Planlösningen visas i figur 1.



**Figur 1. Våningsplan 1. Våningsplanen är symmetriska. Resterande våningsplan har samma planlösning.**

## 2.1 Indata

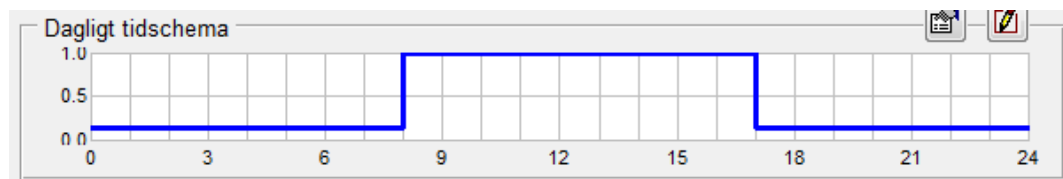
I tabell 1 nedan visas indatasammanställningen för de tre typhusvarianterna. Skillnader i indata mellan varianterna är markerade med gul färg.

**Tabell 1. Använda indata i beräkningarna.**

Byggnad		BBR-hus	BBR-10 %	BBR-25	BBR+50
<b>A<sub>temp</sub></b>		4000	4000	4000	4000
<b>U-värden (W/m<sup>2</sup>K)</b>	Yttervägg	0,54	0,32	0,27	0,79
	Yttertak	0,17	0,17	0,17	0,33
	Grund	0,16	0,16	0,16	0,16
	Fönster	2,0	2,0	1,55	2,81
<b>Beräknat U<sub>m</sub>-värde</b>		0,66	0,59	0,45	0,89
<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>	Yttervägg	1245	1245	1245	1245
	Yttertak	1006	1006	1006	1006
	Grund	1000	1000	1000	1000
	Fönster	435	435	435	435
<b>Luftläckning, q<sub>50</sub> (l/sm<sup>2</sup>)</b>		1,2	1,2	0,8	1,2
<b>Köldbryggor (% av tot. transmission)</b>		23,3	26,1	18,2	17,4
<b>Installationer</b>					
<b>Luftbehandling</b>	SFP (kWh/(m <sup>3</sup> /s))	2,1	2,1	2,1	2,1
	Återvinningsgrad η	0,4	0,5	0,6	0
	Tilluftstemp vid don	18	18	18	18
	Värmning/kylning av tilluft	Värmning & kylning	Värmning & kylning	Värmning & kylning	Värmning & kylning
	Luftflöde l/sm <sup>2</sup>	1,3	1,3	1,3	1,3
	Schema fläktar	7-19, mån-fre, övr. tid avstängd	7-19, mån-fre, övr. tid avstängd	7-19, mån-fre, övr. tid avstängd	7-19, mån-fre, övr. tid avstängd
<b>Uppvärmning simuleras med idealvärmare</b>	COP <sub>värme</sub>	1	1	1	1
	COP <sub>varmvatten</sub>	1	1	1	1
	COP <sub>kyla</sub>	1	1	1	1
<b>Brukarindata</b>					
<b>Personvärme</b>	Antal/m <sup>2</sup> (Sveby)	0,05	0,05	0,05	0,05
	Schema	8-17	8-17	8-17	8-17
<b>Utrustning (50 kWh/m<sup>2</sup>år enl. Sveby som fördelas enl. följande)</b>	Effekt (W/m <sup>2</sup> )	9,2	9,2	9,2	9,2
	Schema	1	1	1	1
<b>Belysning</b>	Effekt (W/m <sup>2</sup> )	6,2	6,2	6,2	6,2
	Schema	1	1	1	1

<b>Tappvarmvatten</b>	Anv. (kWh/m <sup>2</sup> år)	2	2	2	2
	VVC-förluster (W/m <sup>2</sup> )	0,57	0,57	0,57	0,57
	Tot. Inkl. VVC (kWh/m <sup>2</sup> år)	7	7	7	7
	Andel tillgodgjord som internvärme (%)	50 % av VVC	50 % av VVC	50 % av VVC	50 % av VVC

- 1) Schema för verksamhetsel enl. Sveby. 15 % tomgång vid frånvaro. 2 st. semesterveckor i juli har antagits.

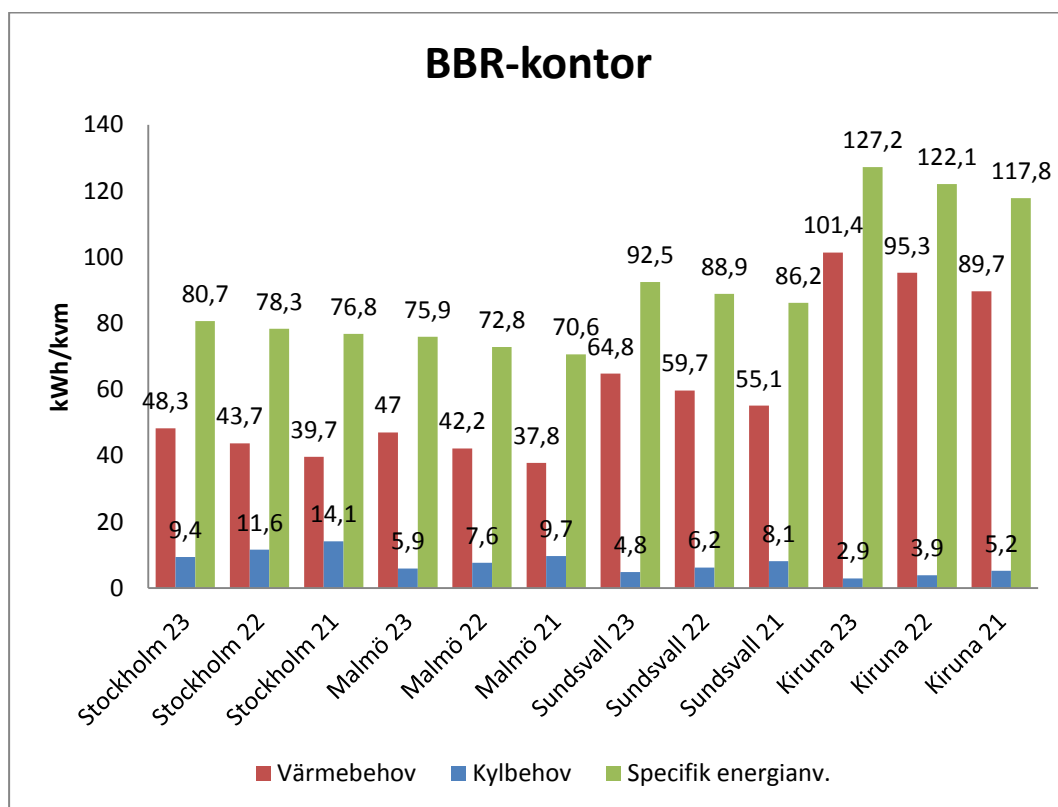


### 3 Beräkningsresultat och diskussion

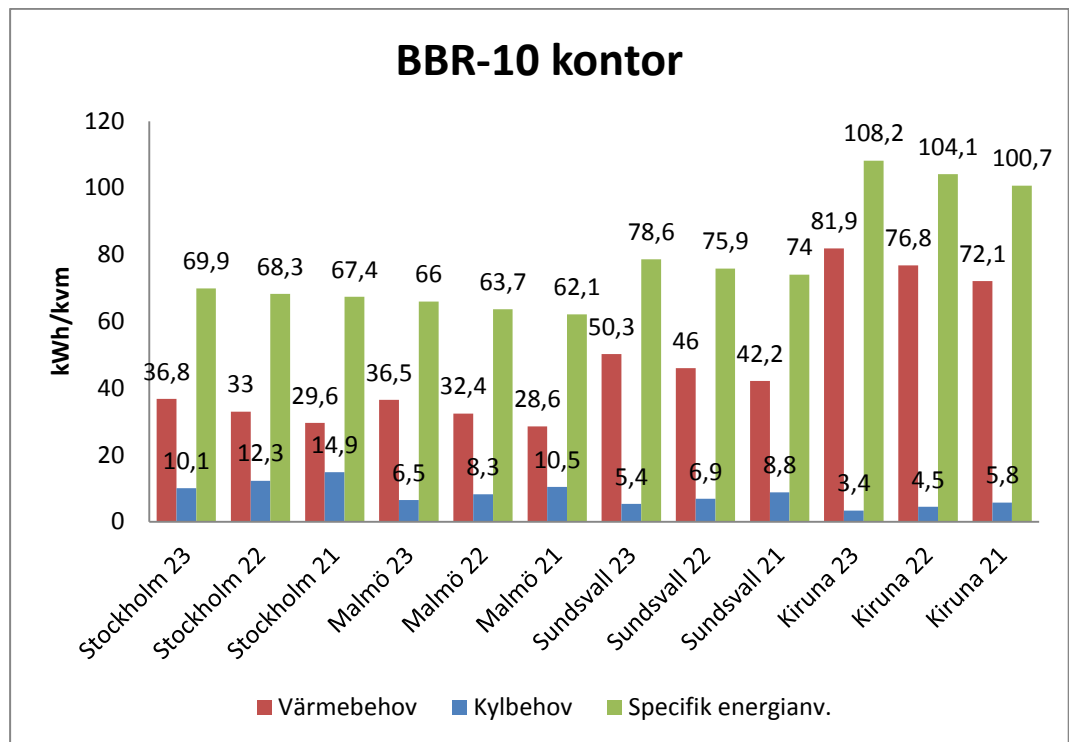
Besparingen som kan uppnås genom IMD för värme i kontorshus bygger på att inomhustemperaturen kan sänkas. Vissa hinder för temperatursänkningar finns inbyggda genom att lägenhetsskiljande konstruktioner nästan alltid är oisolerade samt att injusteringen i centrala värmesystem försvåras vilket medför högre värmedistributionsförluster. I figurerna nedan redovisas beräkningsresultat för temperatursänkning med en eller två grader för de fyra olika byggnadsvarianterna, vilket kan sägas utgöra den maximala besparingen som kan uppnås (Om alla sänker temperaturen behövs inte individuell mätning för energibesparande syfte.).

Eventuell effekt av IMD värme på brukarnas vädringsvanor är svår att bedöma och att ta med i en energiberäkning. Vädring i kontorshus är dock betydligt mindre än för flerbostadshus, varför vädring ej beaktats i denna studie.

Resultaten för beräkningarna redovisas i figur 2-5.

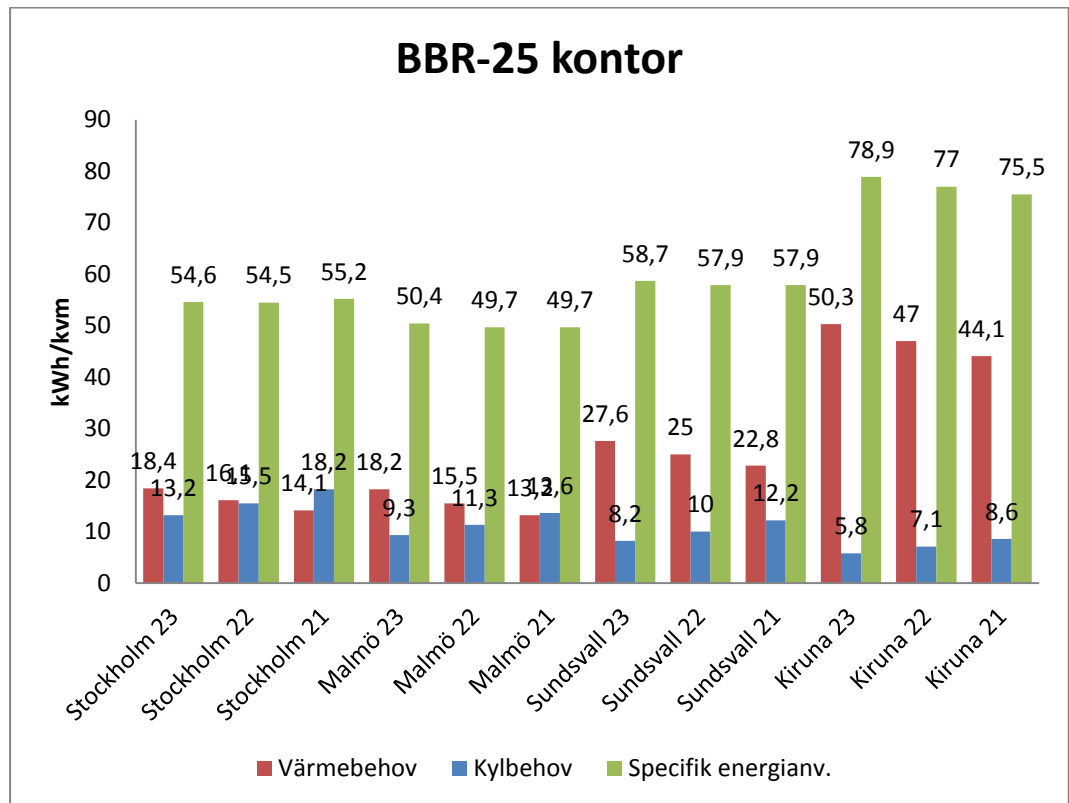


Figur 2. Resultat för värme, kyla och specifik energianvändning för BBR-kontoret.

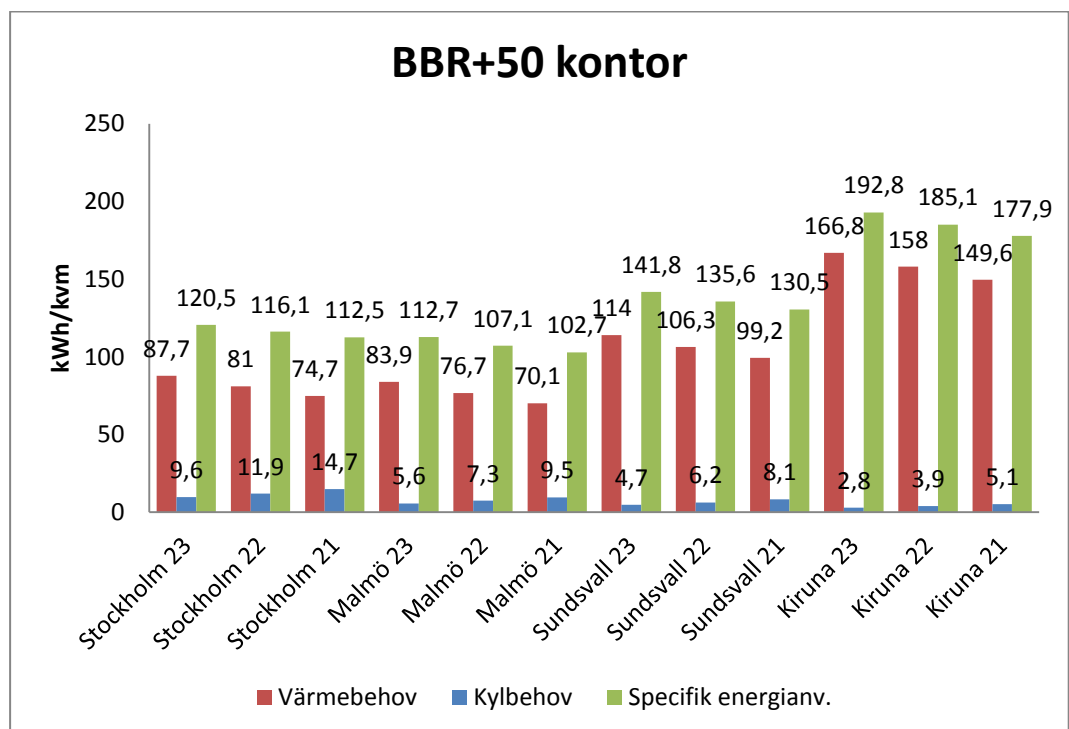


Figur 3. Resultat för värme, kyla och specifik energianvändning för BBR-10 kontoret.





Figur 4. Resultat för värme, kyla och specifik energianvändning för BBR-25 kontoret.



Figur 5. Resultat för värme, kyla och specifik energianvändning för BBR+50 kontoret.

### 3.1 Sammanställning av besparing

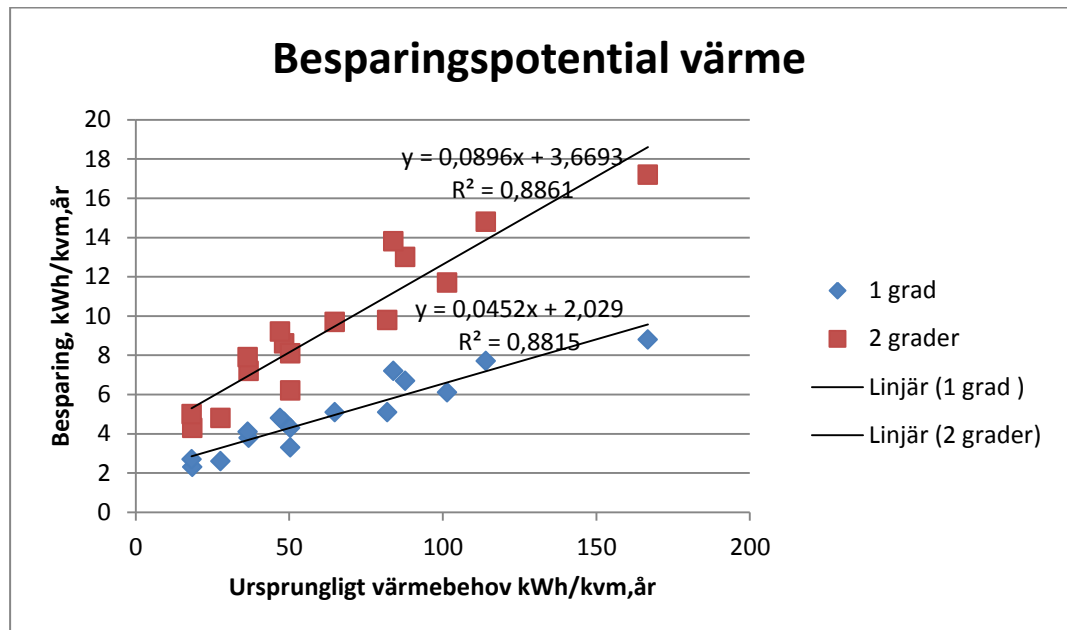
Den totala besparingen av värmebehovet per grad temperatursänkning redovisas i tabell 2. För byggnader med sämre energiprestanda blir den absoluta besparingen som väntat högre än för byggnader med bättre energiprestanda.

**Tabell 2. Besparing av värme samt ökning av kyla.**

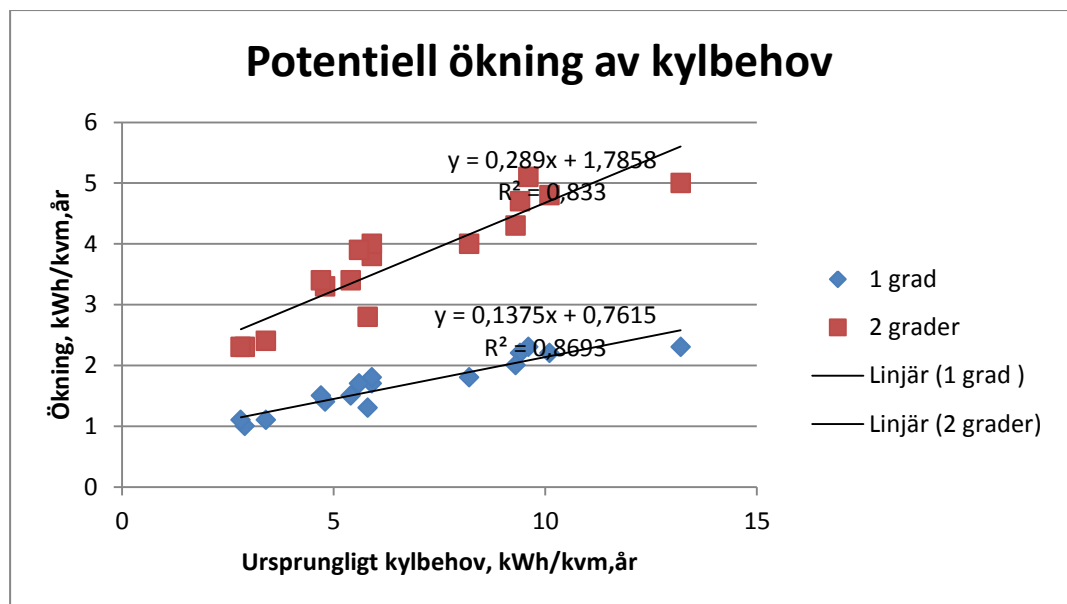
		Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna	
Temp. sänkning		1 °C	2 °C	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C
<b>BBR-kontor</b>	Värme	4,6	8,6	4,8	9,2	5,1	9,7	6,1	11,7
	Kyla (ökning)	2,2	4,7	1,7	3,8	1,4	3,3	1	2,3
<b>BBR-10 kontor</b>	Värme	3,8	7,2	4,1	7,9	4,3	8,1	5,1	9,8
	Kyla (ökning)	2,2	4,8	1,8	4	1,5	3,4	1,1	2,4
<b>BBR-25 kontor</b>	Värme	2,3	4,3	2,7	5	2,6	4,8	3,3	6,2
	Kyla (ökning)	2,3	5	2	4,3	1,8	4	1,3	2,8
<b>BBR+50 hus</b>	Värme	6,7	13	7,2	13,8	7,7	14,8	8,8	17,2
	Kyla (ökning)	2,3	5,1	1,7	3,9	1,5	3,4	1,1	2,3

Regressionsanalys av den potentiella förändringen i värme- och kylbehov visas i figur 6 och 7. Determinationskoefficienten är ca 0,88 för värme och 0,85 för kyla för de linjära sambanden mellan ursprungligt behov samt potentiell ökning vid en resp. två graders förändring i börvärdet.

Resultaten visar att besparingen av en temperatursänkning i princip ökar linjärt med värme- och kylbehov före temperatursänkningen.



Figur 6. Den totala besparingspotentialen som funktion av byggnadens värmebehov vid temperatursänkning i hela byggnaden.



Figur 7. Den potentiella ökningen av kylbehov som funktion av byggnadens kylbehov vid temperatursänkning i hela byggnaden.

### 3.2 Kylbehovet ökar med tempsänkning

I beräkningarna har börvärdet för kylan sänkts med samma proportion som värmen. I samband med individuell mätning av kyla behöver detta inte vara fallet i verkligheten. Vissa av användarna i byggnaden kan tänka sig ha ett lägre börvärde för värmen men behålla ett

högre värde för kylan, vilket medför en besparing för värmen utan att kylbehovet ökar. Detta är givetvis beroende på hur regleringen är inställd och hur väl den fungerar. I IDA-beräkningarna har idealsystem för värmen och kylan använts, vilket är en betydande förenkling av en komplicerad verklighet.

Några testkörningar har utförts där börvärdet för värmen sänks utan att börvärdet för kylan följer med. Resultaten pekar på att kylbehovet stannar på ungefär samma nivå som innan sänkning av värmen.

Skulle spannet mellan börvärdet för värme och kyla minska så finns det risk för att värmesystemet och kylsystemet motarbetar varandra, vilket kan öka energianvändningen markant.

Kombinationen av värme och kyla i lokaler gör att IMD blir betydligt mer komplicerat än för bostäder.

### 3.3 Beskrivning av installationssystem/möjligheter

Värmeinstallationer i kontorsbyggnader skiljer sig något från bostäder genom att det är vanligare med horisontella dragningar längs ytterväggarna. Det är också mer vanligt att värme tillförs via ventilationsluften.

I lokalbyggnader är det vanligt att byggnadens planlösning ändras efter hyresgästers ändrade behov. Detta kan innebära att man bygger om och flyttar på avgränsande innerväggar. I samband med IMD måste detta beaktas så att mätning kan anpassas efter förändringar utan att ominstallation av mätare behöver göras.

### 3.4 Kostnader

Kostnaderna för installation av värmemängdsmätare på vattenburna värmesystem i lokalbyggnader är i princip samma som för installation av värmemängdsmätare i flerbostadshus. Möjligen är det lite lättare att få tillgång till kontorslägenheter jämfört med bostadslägenheter.

Kostnaderna för mätare, kommunikation, revision mm. bör vara ungefär densamma som för flerbostadshuset.

Det som kan skilja är antalet mätare per lägenhet, vilket kommer att bero på hur stora kontorslägenheterna är. Troligtvis är storleken betydligt större än bostadslägenheter.

### 3.5 Värmevandring mellan kontorslägenheter

I en parallellt utförd studie för flerbostadshus undersöktes värmevandringen mellan lägenheter och dess påverkan på lägenheternas värmebehov. Fenomenet är inte unikt för flerbostadshus. Vid dåligt isolerade lägenhetskonstruktioner för lokalbyggnader kommer

värmevandringen genom dessa att ha lika stor betydelse för värmebehovet, vilket kan ställa till stora problem i samband med IMD.

### 3.6 IMD för tappvarmvatten

Då tappvarmvattenanvändningen i lokaler generellt, och kontorshus i synnerhet, är ytterst låg (enligt Sveby ca 2 kWh/m<sup>2</sup>år), finns inte incitament att installera IMD. Det skall i sådana fall göras för verksamhetstyper som har hög tappvarmvattenanvändning, t.ex. restauranglokaler.

## 4 Slutsatser

Värmebesparingar mellan 2-9 och 5-14 kWh/m<sup>2</sup> är enligt beräkningarna teoretiskt möjligt vid en respektive två graders temperatursänkning i kontorslokalerna. Besparingarna blir störst där värmebehovet är störst, dvs för det befintliga huset i Kiruna.

Vid sänkning av börvärdet för komfortkyla ökar kylbehovet på motsvarande sätt. Om skillnaden mellan börvärdena för värme och kyla blir för liten, kan värmning och kylning pågå samtidigt och kraftigt påverka värme- och kylbehoven.

Resultat avseende värmevandring mellan kontorslägenheter och installationskostnader för värmemängdsmätning liknar de som tagits fram för flerbostadshus. Således försvåras möjligheten att ha olika temperatur i de olika kontorslägenheterna, samt att värmemätningen också riskerar att bli orättvis och dessutom komma i konflikt med komfortkylan.

Det låga tappvarmvattenbehovet i kontorshus gör IMD ointressant. Det finns ett behov att minska VVC-förlusterna, som ofta är betydligt större än tappvarmvattenbehovet.

Sammanlagt gör detta att IMD knappast kan medföra någon kostnadseffektiv besparing för kontorslokaler.

## Besparing av IMD för tappvarmvatten i flerbostadshus

Det råder olika åsikter om hur stor besparingen kan bli för tappvarmvatten vid installation av individuell mätning och debitering (IMD). Mellan 10-20 % besparing av användningen tycks vara en vanlig siffra. Om besparingen i tappvarmvattenvolym varierar över året kompliceras beräkningen av den totala besparingen då fjärrvärmepriset samt kallvattentemperaturen varierar över året. Detta betyder att en besparing på vintern är mer lönsam än en besparing på sommaren. Fjärrvärmepriset innehåller dessutom en effekttaxa samt en volymrabatt som ytterligare komplicerar lönsamhetsberäkningar för besparingen.

En överslagsberäkning på besparingen i kronor har gjorts i Microsoft Excel där fjärrvärmeflexibel varierat med en årlig profil enligt tabell 1 samt figur 1. Priserna baseras på Fortum flexibel där priset sätts efter utetemperatur. Effekttaxan varierar. Dessutom erhålls en volymrabatt. Båda dessa är dock beroende på den totala fjärrvärmeanvändningen och inte bara på tappvarmvattnet.

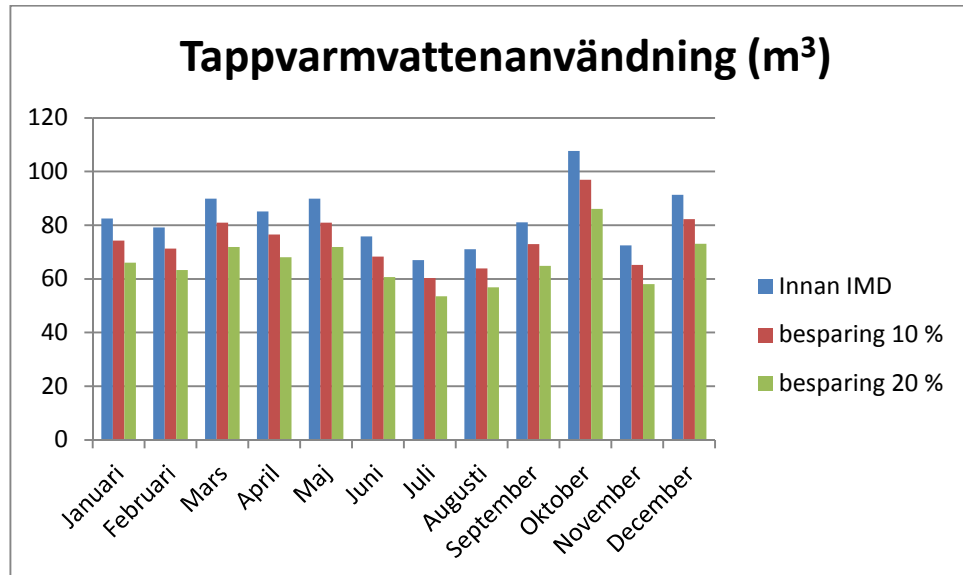
PRISINFORMATION			
Priserna nedan gäller för år 2013. Fortum Värme äger rätt att ändra priserna varje kalenderår per den 1 januari, även under prisavtalets bindningstid (12 månader).			
EFFEKTPRIS	ENERGIPRIS		VOLYMRABATT
Årseffekt	Utetemperatur		Årligt fjärrvärmebehov (MWh)
340 kr/kW, år	+10 °C eller varmare	285 kr/MWh	Fast avgift
	-2,0 °C till +9,9 °C	695 kr/MWh	Prisavdrag
	-2,1 °C eller kallare	980 kr/MWh	
TEMPERATURAVGIFT/-BONUS			
5 kr/MWh, °C			
vid returtemperatur över 60°C tillkommer en avgift om 20 kr/MWh, °C.			
			0-250 MWh
			251-1 250 MWh
			1 251-2 500 MWh
			2 501-7 500 MWh
			över 7 500 MWh
			0 kr/år ger 0 kr/MWh
			2 044 kr/år ger 8 kr/MWh
			48 034 kr/år ger 45 kr/MWh
			124 684 kr/år ger 76 kr/MWh
			354 634 kr/år ger 106 kr/MWh

Figur 1. Prisinfo på fjärrvärmeflexibel "Flexibel" från Fortum 2013.

Ett exempel på månadsvis användningsprofil har tagits fram för ett kvarter med mätning av varmvattenvolym för 78 lägenheter. Denna användningsprofil har sedan anpassats för det typhus som tagits fram i den parallella studien för IMD för värme i flerbostadshus. Fjärrvärmepriserna har sedan multiplicerats med användningen månadsvis. Tappvarmvattenanvändningen exklusive VVC visas i tabell 1 samt figur 2. Värderna för temperaturdifferensen för inkommande kallvatten och uppvärmt

PEEKA

tappvarmvatten (58 °C) är enligt tabell 1. Besparingen har sedan beräknats utifrån tre olika fall: Innan åtgärd, 10 % besparing och 20 % besparing av tappvarmvattenvolymen.



Figur 2. Tappvarmvattenanvändning för typhuset (exklusive VVC) innan och med 10 och 20 % besparing.

Tabell 1. Fjärrvärmepris, temperaturdifferens samt tappvarmvattenanvändning månadsvis.

Månad	Pris (kr/kWh)	$\Delta T$ (°C)	Användning innan besparing (m³)	Användning med 10 % besparing (m³)	Användning med 20 % besparing (m³)
Jan	0,980	54	83	74	66
Feb	0,980	54,5	79	71	63
Mar	0,695	54	90	81	72
Apr	0,695	52,5	85	77	68
Maj	0,285	49,5	90	81	72
Jun	0,285	45,5	76	68	61
Jul	0,285	47,5	67	60	54
Aug	0,285	45,5	71	64	57
Sep	0,285	45,5	81	73	65
Okt	0,695	45,5	108	97	86
Nov	0,695	49,5	73	65	58
Dec	0,695	52,5	91	82	73

Kostnaden varje månad beräknas som:

$$K_{\text{månad}} = \frac{(k_{\text{värme}} - R_{\text{volym}}) * \rho * c_p * V_{\text{vv}} * \Delta T}{3,6 * 10^3}$$

där

$k_{värme}$	är fjärrvärmekostnaden, som varierar över året (kr/kWh),
$\rho$	är densiteten för vatten, (998 kg/m <sup>3</sup> ),
$c_p$	är specifik värme för vatten, (4,19 kJ/kgK),
$\Delta T$	är temperaturdifferensen på varmvattnet, som varierar över året (K),
$V_{vv}$	är den använda tappvarmvattenvolymen, som varierar över året (m <sup>3</sup> ). Denna varierar även med 100, 90, och 80 % beroende på vilken sänkning av förbrukningen som antagits.
$R_{volym}$	är volymrabatten enligt figur 1. Oavsett volymbesparing på tappvarmvatten påverkas inte denna post. Denna är 0 kr/MWh då typhuset använder mindre än 250 MWh fjärrvärme per år.

Ovanpå dessa kostnader tillkommer den fasta kostnaden samt effektpriset. Dessa utgår dock från den totala fjärrvärmeanvändningen. I detta exempel påverkas inte vare sig effektpriset eller det fasta priset nämnvärt av en besparing av tappvarmvattnet, vilket förklaras i efterföljande avsnitt.

Den totala kostnaden över året beräknas genom att summera månadskostnaderna enligt:

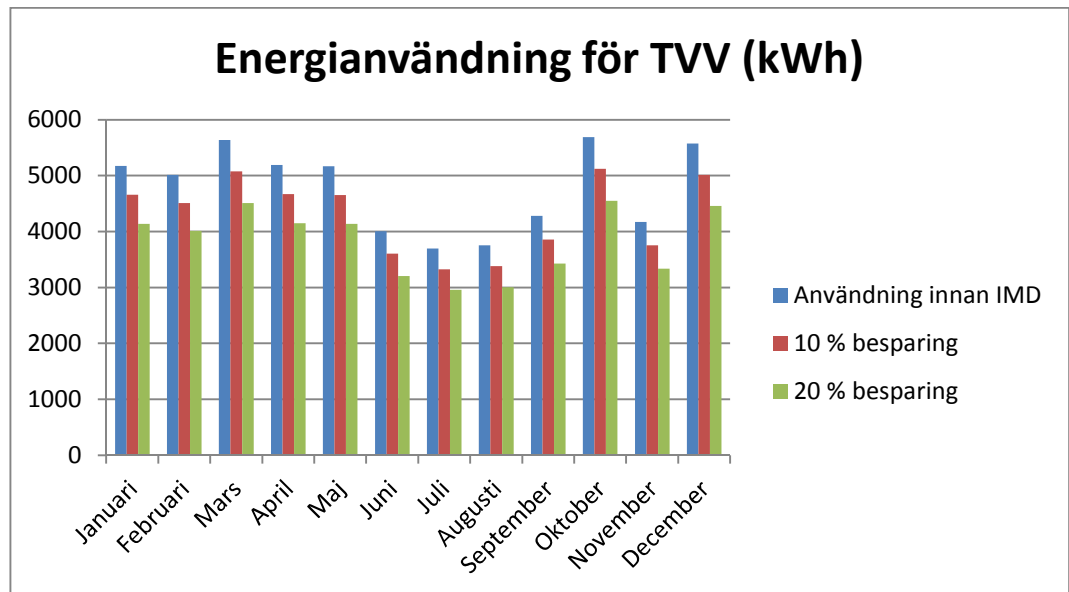
$$K_{\text{år}} = \sum K_{\text{månad}}$$

Beräkningarna visar att kostnadsbesparingen i kronor andelsmässigt blir densamma som besparingen per m<sup>3</sup>. Månadsvisa energianvändningar och kostnader för tappvarmvatten exklusive VVC-förluster visas i figur 3 och 4 nedan.  $K_{\text{år}}$  för de tre olika fallen visas i tabell 2. Eftersom besparingen i % är uniformt antagen blir kostnadsbesparingen densamma som kostnaden innan IMD minus besparingen. Om besparingen istället skulle vara högre andelsmässigt under vintern än under sommaren så skulle den totala besparingen, givetvis, bli större. Underlag som pekar på att detta skulle vara fallet i samband med IMD har ej hittats.

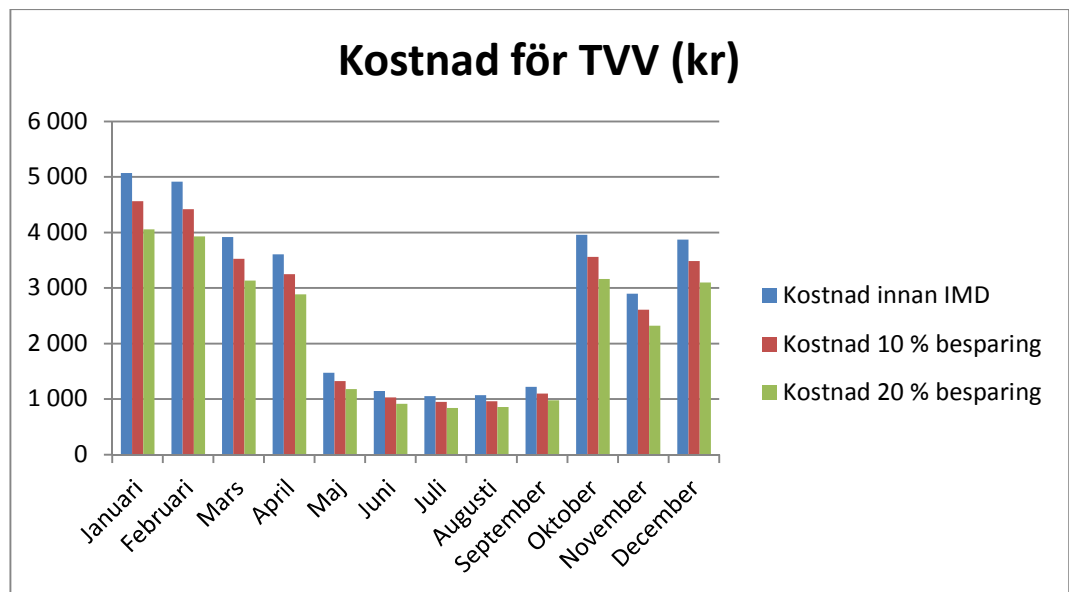
**Tabell 2. Resultat för rörliga kostnader innan och efter volymbesparing för tappvarmvatten. Effektpriset är ej inkluderat här.**

Kostnad innan IMD	34 196
Kostnad 10 % besparing	30 776
Kostnad 20 % besparing	27 357





Figur 3. Energianvändning för tappvarmvatten exklusive VVC-förluster. Besparingen antas uniform över året.



Figur 4. Månadsvis kostnad för tappvarmvatten. Besparingen antas uniform över året.

## Effektpris

Fortum beräknar maxeffekten genom att ta den maximala dygnsanvändningen av fjärrvärmens i kWh och dividera med 24. Samma beräkningsprincip har utförts för typhuset (BBR-huset i Stockholm) där maxeffekten enbart för uppvärmning (rumsvärme samt eftervärmning av tilluften) är 41,7 kW, som inträffar en kall februaridag. För beräkning av effektpris antas att under det dygn där fjärrvärmeanvändningen är som högst för värme är även tappvarmvattenanvändningen hög.

Eftersom tappvarmvattnet enbart har månadsupplösning beräknas fjärrvärmeeffekten för denna del som:

$$Q_{TVV} = \frac{\alpha * E_{max}}{n_{dagar} * 24}$$

där

$Q_{TVV}$  är maxeffekt för tappvarmvatten under det dygn där fjärrvärmeeffekten totalt är som störst.

$E_{max}$  är maximala användningen under februari månad (kWh), där tappvarmvattendelen varierar.

$n_{dagar}$  är antalet dagar under denna månad

$\alpha$  är korrigeringsfaktor för att kompensera för att den maximala dygnseffekten inte är densamma som medelvärdet av användningen under månaden. Denna har beräknats genom att utgå från ett verkligt exempel, brf Draken, där faktorn beräknats för 8 olika månader som

$$\alpha = \frac{E_{max,dygn}}{\sum E_{månad} / (n_{dagar} * 24)}$$

där

$E_{max,dygn}$  är den maximala dygnsanvändningen under månaden

$E_{månad}$  är den totala fjärrvärmeanvändningen för månaden.

Indata för beräkning av genomsnitt för  $\alpha$  redovisas i bilaga 1.

Medelvärdet för  $\alpha$  som beräknats är 1,27.

Effektpriset beräknas sedan genom att summera effekten för värme och tappvarmvatten och multiplicera med kostnaden enligt

$$K_{effekt} = k_{effekt}(41,7 + Q_{TVV})$$

där

$K_{effekt}$  är den beräknade effektkostnaden för typhuset (kr)

$k_{effekt}$  är effektkostnaden enligt figur 1, (340 kr/kW)

Medtas en besparing av tappvarmvattnet enligt föregående kapitel erhålls effektpriser enligt tabell 3 nedan.

Tabell 3. Effektpriser med varierande spetslast pga. besparing av tappvarmvatten till följd av IMD. Besparingen i effektpriset blir ytterst liten, mindre än 4 % vid 20 % minskning av tappvarmvattnet.

	Innan IMD	Besparing 10 %	Besparing 20 %
Maxeffekt (kW)	51,2	50,2	49,4
Effektpris (kr/år)	17 399	17 077	16 785

## Kostnader och möjligheter för IMD för tappvarmvatten i flerbostadshus

Kostnader för varmvattenmätning blir något lägre än de som tidigare redovisats för värmemängdsmätning i flerbostadshus, eftersom man oftast inte har så många stammar och inte behöver installera temperaturgivare. Däremot behövs separata fördelningskåp för varm- och kallvatten installeras för att inte få för varmt kallvatten (Legionellarisk).

## Slutsatser

Besparingen av tappvarmvattenanvändningen påverkar sannolikt inte effektpris, fast pris eller volymrabatt för ett normalt flerbostadshus. Om besparingen av tappvarmvatten fördelas uniformt över hela året har inte temperatur på inkommande kallvatten, rörligt fjärrvärmepris eller användningsprofil över året någon egentlig betydelse, besparingen är i stort sett enbart beroende på hur stor minskning av användningen som kan antas. Här finns olika erfarenheter som skiljer sig markant ifrån varandra. Besparingen är mycket svår att förutsäga, då volymbesparingspotentialen är starkt beroende av boendeinformation och sociala parametrar som det saknas underlag för.

## Bilaga, mätvärden för beräkning av $\alpha$

Datum	(MWh)	Datum	(MWh)	Datum	(MWh)	Datum	(MWh)
2013-01-01	3,181	2013-02-01	3,496	2013-03-01	2,927	2013-04-01	2,904
2013-01-02	3,222	2013-02-02	3,798	2013-03-02	3,38	2013-04-02	2,809
2013-01-03	3,215	2013-02-03	3,838	2013-03-03	3,359	2013-04-03	2,655
2013-01-04	2,714	2013-02-04	3,393	2013-03-04	3,123	2013-04-04	2,658
2013-01-05	3,228	2013-02-05	3,19	2013-03-05	2,777	2013-04-05	2,641
2013-01-06	3,472	2013-02-06	3,168	2013-03-06	2,778	2013-04-06	2,779
2013-01-07	3,385	2013-02-07	3,197	2013-03-07	3,285	2013-04-07	2,765
2013-01-08	3,214	2013-02-08	3,281	2013-03-08	3,385	2013-04-08	3,005
2013-01-09	3,236	2013-02-09	3,563	2013-03-09	3,564	2013-04-09	2,941
2013-01-10	3,548	2013-02-10	3,845	2013-03-10	3,78	2013-04-10	2,771
2013-01-11	3,669	2013-02-11	3,835	2013-03-11	3,834	2013-04-11	2,622
2013-01-12	3,942	2013-02-12	3,567	2013-03-12	3,515	2013-04-12	2,409
2013-01-13	4,264	2013-02-13	3,499	2013-03-13	3,568	2013-04-13	2,6
2013-01-14	3,934	2013-02-14	3,285	2013-03-14	3,867	2013-04-14	2,306
2013-01-15	3,779	2013-02-15	3,119	2013-03-15	3,862	2013-04-15	2,026
2013-01-16	3,706	2013-02-16	3,15	2013-03-16	3,791	2013-04-16	2,091
2013-01-17	3,815	2013-02-17	3,336	2013-03-17	3,464	2013-04-17	1,616
2013-01-18	4,225	2013-02-18	3,201	2013-03-18	3,566	2013-04-18	1,575
2013-01-19	5,012	2013-02-19	3,435	2013-03-19	3,716	2013-04-19	1,622
2013-01-20	4,438	2013-02-20	3,643	2013-03-20	3,662	2013-04-20	1,922
2013-01-21	4,066	2013-02-21	3,833	2013-03-21	3,551	2013-04-21	1,97
2013-01-22	4,473	2013-02-22	3,776	2013-03-22	3,755	2013-04-22	1,885
2013-01-23	4,534	2013-02-23	3,599	2013-03-23	3,723	2013-04-23	1,713
2013-01-24	4,609	2013-02-24	3,436	2013-03-24	3,379	2013-04-24	1,631
2013-01-25	4,609	2013-02-25	3,409	2013-03-25	3,145	2013-04-25	1,548
2013-01-26	4,151	2013-02-26	3,553	2013-03-26	3,088	2013-04-26	1,49
2013-01-27	3,771	2013-02-27	2,784	2013-03-27	2,991	2013-04-27	1,692
2013-01-28	3,282	2013-02-28	3,037	2013-03-28	2,941	2013-04-28	1,844
2013-01-29	2,986			2013-03-29	3,007	2013-04-29	1,675
2013-01-30	2,855			2013-03-30	2,858	2013-04-30	1,66
2013-01-31	2,841						

Datum	(MWh)	Datum	(MWh)	Datum	(MWh)	Datum	(MWh)
2014-01-01	2,728	2014-02-01	3,572	2014-03-01	2,825	2014-04-01	2,657
2014-01-02	2,544	2014-02-02	3,279	2014-03-02	3,053	2014-04-02	2,672
2014-01-03	2,554	2014-02-03	2,96	2014-03-03	2,711	2014-04-03	2,539
2014-01-04	2,375	2014-02-04	3,132	2014-03-04	2,695	2014-04-04	2,505
2014-01-05	2,679	2014-02-05	3,043	2014-03-05	2,823	2014-04-05	2,45
2014-01-06	2,662	2014-02-06	3,102	2014-03-06	2,545	2014-04-06	2,054
2014-01-07	2,322	2014-02-07	2,873	2014-03-07	2,281	2014-04-07	1,987
2014-01-08	2,306	2014-02-08	2,957	2014-03-08	2,306	2014-04-08	2,29
2014-01-09	2,212	2014-02-09	2,876	2014-03-09	2,083	2014-04-09	2,567
2014-01-10	2,99	2014-02-10	2,756	2014-03-10	1,963	2014-04-10	2,397
2014-01-11	3,509	2014-02-11	2,864	2014-03-11	2,219	2014-04-11	2,098
2014-01-12	3,939	2014-02-12	2,971	2014-03-12	2,051	2014-04-12	1,943
2014-01-13	3,953	2014-02-13	2,997	2014-03-13	2,05	2014-04-13	1,603
2014-01-14	3,854	2014-02-14	2,915	2014-03-14	1,99	2014-04-14	1,542
2014-01-15	3,831	2014-02-15	2,994	2014-03-15	2,592	2014-04-15	1,686
2014-01-16	3,744	2014-02-16	2,861	2014-03-16	3,071	2014-04-16	1,829
2014-01-17	3,849	2014-02-17	2,641	2014-03-17	2,96	2014-04-17	1,493
2014-01-18	3,778	2014-02-18	3,065	2014-03-18	3,128	2014-04-18	1,578
2014-01-19	3,871	2014-02-19	3,107	2014-03-19	3,187	2014-04-19	1,421
2014-01-20	3,628	2014-02-20	3,256	2014-03-20	2,84	2014-04-20	1,251
2014-01-21	3,648	2014-02-21	3,074	2014-03-21	1,88	2014-04-21	1,223
2014-01-22	3,808	2014-02-22	2,72	2014-03-22	2,252	2014-04-22	1,184
2014-01-23	3,902	2014-02-23	2,49	2014-03-23	2,37	2014-04-23	1,637
2014-01-24	3,809	2014-02-24	2,225	2014-03-24	2,325	2014-04-24	1,843
2014-01-25	3,852	2014-02-25	2,615	2014-03-25	2,418	2014-04-25	1,813
2014-01-26	3,854	2014-02-26	2,87	2014-03-26	2,366	2014-04-26	1,537
2014-01-27	3,659	2014-02-27	2,758	2014-03-27	2,283	2014-04-27	1,243
2014-01-28	3,478	2014-02-28	2,688	2014-03-28	2,234	2014-04-28	0,984
2014-01-29	3,65			2014-03-29	2,102	2014-04-29	1,157
2014-01-30	3,797			2014-03-30	2,047	2014-04-30	1,498
2014-01-31	3,752			2014-03-31	2,268		

## Bilaga 8 – Konsultrapport Göran Stålbom, Allmänna VVS Byrån AB



# *Installationer för uppvärmning, kyla och tappvarmvatten*

Bakgrund, historik och utformning i flerbostadshus  
och lokalbyggnader

Dokumentet utgör underlag för Boverkets utredning om individuell mätning av energi.

2014-07-04



## Förord

Boverket genomför en utredning om individuell mätning och debitering av värme, kyla och tappvarmvatten i flerbostadshus och lokalbyggnader. För att öka förståelsen och ge underlag till kostnadsberäkningar krävs en teknisk beskrivning av hur svenska bostads- och lokallägenheter värms och hur uppvärmnings- och tappvarmvattensystem är utformade och konstruerade, dels i nyproduktion, dels vid ombyggnad.

Föreliggande text som skrivits av Göran Stålbom, Allmänna VVS Byrån AB, avser att ge en kort och övergripande orientering om detta.

Den baserar sig dels på handböcker och litteratur i ämnet, men också i mycket hög grad på egna erfarenheter, ”deltagande observation”, av installationer i bebyggelsen, i Sverige.

Texten avser inte att dra slutsatser om huruvida det är motiverat att installera individuella mätare för värme och tappvarmvatten. Men några praktiska synpunkter kan ändå ges:

- Majoriteten av befintliga flerbostadshus har värmesystem med fasadfördelning, i vilka det kan vara svårt att installera värmemängdsmätare.
- Rörledningsar och radiatorer i värmesystem har stor teknisk livslängd och används under lång tid i byggnader.
- Vid stambyte av värmesystem är det vanligt att fasadfördelning bibehålls.
- Individuell mätning av värme och kyla i lokalbyggnader kan ofta innebära tekniska problem och lämpligheten måste bedömas från fall till fall.
- Individuell mätning av tappvarmvatten innebär sällan tekniska problem.

Stockholm i juli 2014

Göran Stålbom

## Innehåll

Innehåll.....	3
Orienterande inledning.....	4
Uppvärmning av byggnader.....	5
Centralvärme.....	6
Bränslekriser och värmemätning.....	7
Termisk komfort.....	9
Regler om innetemperatur.....	10
Teknik för uppvärmning i flerbostadshus.....	13
Teknik för värmning av uteluft i flerbostadshus.....	15
Förluster i ledningar.....	16
Teknik för uppvärmning/kylning i lokalbyggnader.....	16
Teknik för tappvarmvatten i flerbostadshus och lokalbyggnader.....	18
Möjligheter att installera individuell värmemängdsmätning.....	18
Litteratur.....	19

## **Orienterande inledning**

Bostads- och lokalbeståndet kan från debiteringssynpunkt delas in i byggnader med individuell respektive kollektiv uppvärmning. I enbostadshus, som utgör ungefär hälften av bostadsbebyggelsen i Sverige, är hushållsvis mätning och debitering det normala.

Bostäder med kollektiv uppvärmning finns dels i flerbostadshus, dels i enbostadshus eller exempelvis radhus i områden med gemensam värmecentral. I detta slag av byggnader har man sällan individuell mätning och debitering. Värmen och tappvarmvattnet debiteras vanligen efter lägenhetsyta.

Möjligheterna för installation av individuell energimätning som bygger på mätning av volym varierar med systemuppbyggnaden av installationen.

Nedan ges en orientering om två saker. Dels hur de tekniska systemen för uppvärmning och tappvarmvatten, i främst flerbostadshus och kontorshus utformats för de byggnader man normalt stöter på idag. Dels de tankar, den byggradition och de regler som utgjort grunden till att man gjorde som man gjorde.

### ***Uppvärmning och kylning***

Beroende av när värmesystem för flerbostadshus utfördes kan de i detaljerna vara uppbyggda på olika sätt, men de har sedan början på 1900-talet följt en fast tradition och är förhållandevis likartade. Stammar placerade vid fasad, men sidoavstick ut till radiatorer under fönster. Först under senare tid har andra lösningar, exempelvis golvvärme och stammar i byggnadens kärna börjat användas.

Lokalbyggnader utfördes med likartade installationer för uppvärmning som flerbostadshus fram till 1940-talet. Efter 1950-talet förekom större variation i uppvärmningssystemen, Efter 1960-talet blev de tekniska systemen i lokalbyggnader allt mer sofistikerade. Man gjorde inte alltid separata system för uppvärmning, ventilation och temperaturhållning. De integrerades i "klimatsystem" och efter 1970-talet tillkom allt oftare komfortkyla, som efter hand kom att integreras med uppvärmnings- och ventilationssystemen till klimatsystem.

Värmesystem – rörledningar och radiatorer – har stor teknisk livslängd. Det är inte ovanligt att 60, 80 eller rentav 100 år gamla värmesystem fortfarande fungerar väl och finns kvar i både lokalbyggnader och flerbostadshus. Under vissa perioder har värmesystemen utförts med sämre material eller andra brister och kan redan vara utbytta eller i behov av att bytas ut.

Klimatsystemen i lokalbyggnader byts ut med ibland täta intervall, kanske 15-30 år. När ett nytt system installeras kan det visserligen utformas för individuell energimätning. Men i vissa system är energibärarna för värme och kyla (vatten, luft) inte enkelt mätbara och ofta förekommande hyresgästanpassningar kan ändra gränser för lägenheterna.

För flertalet radiatorsystem i flerbostadshus kan individuell värmemängdsmätning vara svår att ordna. Vissa system som byggts under senare decennier är dock bättre anpassade för mätning.

Lokalbyggnader med intrikata system med elförsörjning, värmning, kylning och ventilation är i allmänhet svåra att förse med individuell värmemängdsmätning för energi. Täta intervall mellan utbyte av systemen innebär möjligheter för att planera systemen för mätbarhet. Samtidigt finns flera andra faktorer som försvårar individuell mätning.

### ***Tappvarmvatten***

Tappvarmvattenstammar har utförts på ett likartat sätt genom tiderna och i olika byggnader.

Tappvarmvattensystem har sällan samma höga ålder som vissa bevarade värmesystem kan ha. Tappvarmvattenledningarna kan i sig själva ha god teknisk livslängd, i Sverige har de under hela 1900-talet utförts med kopparrör (i senare tid även plast). Men spillvatten har utförts med mindre långlivade material. När toaletter, badrum, kök och pentryn renoveras innebär arbeten nästan alltid så stora förändringar att man i allmänhet även byter hela VA-stammen, ofta med ett intervall av ca 30-40 år.

VA-stammarna har utförts på ett likartat sätt för lokalbyggnader och flerbostadshus.

Individuell mätning av volym i tappvattensystem är normalt inte så tekniskt problematiskt, men det kan i vissa fall behövas många mätpunkter.

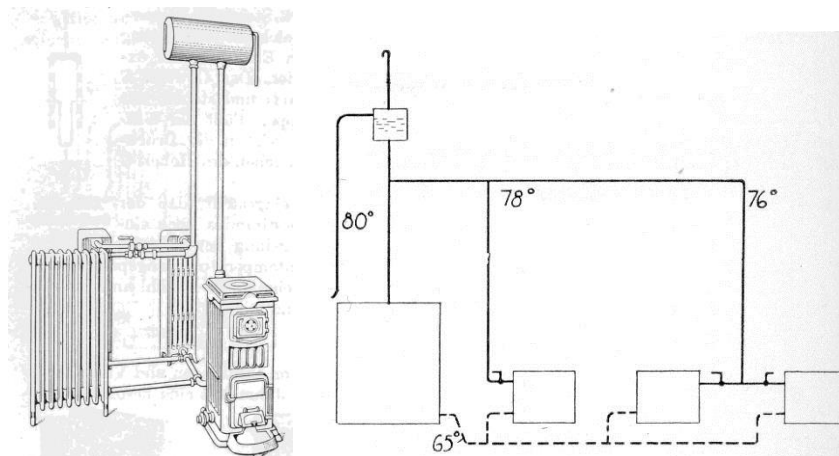
## Uppvärmning av byggnader

Lokala eldstäder, öppna spisar, kakelugnar och kaminer har använts sedan urminnes tider, och sådana lokala värmare var även senare, vid sidan av elkaminer, inte ovanliga i byggnader in på 1950-talet. Kostnaden för sådan uppvärmning, ved, koks, fotogen eller el hamnade på den enskilde eller på innehavaren av lägenheten.

I äldre tid och långt in på 1900-talet värmdes bara de rum som man för tillfället använde. Med lokala värmare kunde man lämna ouppvämt i oanvända rum utan risk att något frös sönder. Då man reste bort kunde hela byggnaden lämnas kallställd.

Ångsystem i exempelvis mindre industrier, som även utnyttjades för uppvärmning, stängdes förr av över helgerna. De var möjliga att starta upp på nytt efter helgen, även vid mycket kallt väder. Så kunde inte vattenvärmesystem hanteras, men de hade många andra fördelar.

När installationer för vatten och avlopp blev vanligare i början av 1900-talet uppkom ett bredare behov av fryssäker kontinuerlig uppvärmning. De nya sanitära systemen och tillgången till de nya vattenvärmesystemen följde därför varandra. Denna nya teknik innebar att man valde, eller rentav tvingades, att fortsättningsvis hålla byggnaden ständigt varm för att förhindra risk för sönderfrysning.



Våningsvärmeledning kallades små system för enbostadshus eller lägenheter i flerbostadshus. Pannan och spisen i köket var ofta en enhet, den kopplades till radiatorer som placerades i respektive rum.

Ett uppvärmningssystem som kallades ”våningsvärmeledning”, förekom i början av 1900-talet, främst för småhus, men även för flerfamiljshus. Dessa system kom att etablerats i andra länder i Europa, men i Sverige kom man snabbt att rikta in sig på vad som kom att kallas ”centralvärme”.

## Centralvärme

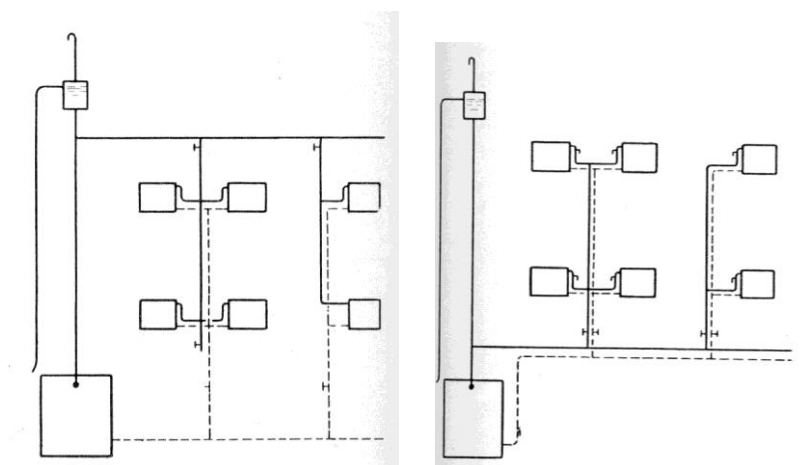
Centralvärme hade många fördelar, mer storskalig eldning gav större frihet för olika inhemska bränslen. Hanteringen av smutsigt bränsle förpassades till källare och pannrum och arbetet flyttades från den enskilde, till en professionell ”värmeledningskötare”.

Även utifrån hygieniska aspekter såg man stora fördelar. Dåtidens tongivande experter inom hygien och hälsoskydd förordade ofta centralvärme. Tidens värmetekniker hade patent på sina pannor, och samtidigt tycks det länge ha funnits ett motstånd mot fjärrvärme. Detta var två förutsättningar för att en gemensam eldstad för varje byggnad blev en typisk svensk lösning.

Från 1860-talet hade anläggningar med centralvärme installerats i Sverige, främst skolor, museer, sjukhus och fängelser. Fängelser och sinnessjukhus var byggnader där man sedan länge hade eftersträvat centralvärme, man ville undvika lokal hantering av eld.

Fram till 1910-talet var centralvärme med luftvärmesystem vanliga i lokalbyggnader. Även i enbostadshus förekom det tidigt att man installerade centralvärme, men för flerbostadshusen kom det att ta tid. Människor var vana vid kakelugnar och kaminer och kände länge tvekan inför centralvärme. Vissa upplevde sig även bli sjuka av centralvärme.

I tidiga system i sjukhus, hotell och liknande från 1850-talet fram till 1930-talet förekom ånga eller lågtrycksånga. Explosionsrisk och störande ljud hade skapat en utbredd (och berättigad) oro och en negativ attityd till ångvärme. Dessa system lämnades senare och systemen byggdes i allmänhet om till vattenvärmesystem, som var tysta, tillräckligt funktionella och mer trygga ur explosionssynpunkt.



*Äldre tvårörssystem med övre respektive undre fördelning. Vid övre fördelning (sådana system finns sällan kvar) ledde man upp en ”stigare” till en ledning på vinden, varifrån det sjönk ned genom stammarna till en motsvarande ledning i källaren. Vid undre fördelning – som efter hand blev helt dominerande – ligger båda ledningar nederst. Drivkraften av själv-cirkulationen beror av höjdskillnaden mellan radiatorns mitt och pannans mitt. Radiatorerna är här högt över pannan. Ofta förlades därför golvet i pannrummet extra lågt.*

De tidiga vattenvärmesystemen med själv-cirkulation behövde rörledningar med stora dimensioner och anläggningarna blev dyra. De uppfattades dessutom som mer tröga än ångsystem, men kom ändå att ersätta ångsystemen och blev den teknik som på bredden även kom att ersätta kaminer och kakelugnar. Efter hand som elförsörjningen blev mer driftsäker – utan alltför många störande elavbrott – blev pump-cirkulationssystem vanliga. Detta blev också det system som kommit att stå sig fram till idag.

Det finns inga säkra siffror, men år 1920 hade cirka fem procent av det svenska bostadsbeståndet centralvärme. År 1945 hade det ökat till cirka 45 procent och 1960 till cirka 75 procent.

I många fall finns de äldre systemen, med befintliga rörledningar och radiatorer, fortfarande kvar. De har kompletterats med cirkulationspump, styrsystem, nya injusterings- och radiatorventiler.

Även om exempelvis direktverkande elvärme och luftburen värme tidvis har använts kan man säga att vattenburen värme med radiatorer varit helt dominerande under de senaste 50 åren i Sverige. Golvvärme har ökat under senare decennier, men detta har i högre grad berört enfamiljshus än flerfamiljshus.

I många fall bevaras äldre radiatorer och ledningar i värmesystem vid renovering och ombyggnad.

Äldre ångvärmesystem eller luftvärmesystem (kalorifersystem) har i allmänhet sedan länge blivit utbytta till radiatorsystem.

## **Energikriser och värmemätning**

I Sverige har det alltid funnits tillgång till brännved. Arbetsinsatsen har satt gräns för hur mycket bränsle man kunde ta ut. Bergsbrukets industrier var utplacerade för att ha god tillgång till skog. De upplevde andras slöseri som ett hot och odlade bilden av en kommande skogsbrist. När kungen 1767 utsåg en kommission för att utveckla en ny kakelugn så var detta i hög grad politik. Någon energikris fanns ännu inte.

Befogad oro för landets bränsleförsörjning uppkom först år 1916, två år efter första världskrigets utbrott. Då minskade stenkolsimporten kraftigt och i mars 1917 inrättade staten den institution som blivit känd som "1917 års Bränslekommission". Den bedömde att man behövde få fram 13 miljoner kubikmeter extra ved. Kommissionen fick tillgång till 56 000 man för vedhugning och veden såldes till hushållen långt under självkostnadspris.

År 1917 fanns värmefördelningsmätare i Danmark. Mätarna var baserade på en termoelektrisk mätprincip och marknadsfördes av firman Kemp & Lauritzen.

I Sverige tycks mätarna ha varit ovanliga. Men redan några få år efter första världskriget stod det klart att ett värmesystem med en panna som försörjer flera lägenheter, innebar ett problem med att fördela värmekostnaden på ett rättvist sätt. Detta kommenteras övergripande efter första världskrigets bränslekris i en skrift från IVA år 1924:

Under krisåren med deras säregna förhållanden ha vi vant oss vid att i hyresvåningar med centraluppvärmning betala värmen efter ett visst pris pr kubikmeter rumsvolym. Det framhölls från värmetekniskt håll vid fastställandet av denna fördelningsgrund, att den var en nödfallsutväg, som måste tillgripas, emedan någon uppmätning av de värmemängder, som levereras till de skilda lägenheterna ej var möjlig.

Sedan dess har i Danmark framkommit en av ingenjör Viggo Petersen upfunnen mätare, som registrerar värmeförbrukningen i varje lägenhet. Denna mätare har nu varit i bruk i några tusen exemplar i Köpenhamn under flera års tid, och även i Stockholm har en installation varit i drift sedan hösten 1924.

På 1930-talet hade den danske ingenjören Constantin Brun läst en tysk artikel om en ny metod för värmemätning. Han konstruerade en egen värmefördelningsmätare där förbrukningen registrerades av en vätskefylld ampull, som var monterad på radiatorm. Han startade 1935 en verksamhet för värmefördelningsmätning med CB-mätare.

År 1938, då det utrikespolitiska läget åter började mörkna, var man bättre förberedd. Arbetet med en bränsleförsörjningsplan påbörjades direkt. I juni 1940 minskade importen av fossilt bränsle kraftigt. En ny bränslekommission tillsattes. Inomhustemperaturen maximerades till 18 °C, varmvattnet ransonerades; folk skulle inte frysa, men varmvatten var onödigt, ansåg kommissionen.

År 1946, efter andra världskrigets bränslekris, presenterade verkställande direktören för AB Svensk värmemätning dåtidens olika system för ”Värmemättningsanläggningar för värmekostnadsfördelning”. Han skrev:

Som bidrag till lösningen av problemet *bättre bränsleekonomi* införes numera i allt större omfattning *värmemätning*. Härigenom åstadkommes nämligen intresse för värme- och varmvattenförbrukningen från lägenhetsinnehavarnas sida, enär alla få ekonomiskt intresse av att undvika slöseri i olika former.

Man kan tekniskt särskilja dels värmemätningens begreppen mängdmätning och punktmätning, dels kalorimätning och fördelningsmätning.

Han beskriver de olika system som då förekom. Det framgår att ”Siemens värmemängdsmätare” är en teknisk möjlighet för lägenheter, men att den kräver en mängd shuntkopplingar i systemet och därför blir den ”totala anläggningskostnaden relativt dyrbar”. Däremot blev de så kallade ”CB-mätarna” relativt vanliga, även i Sverige.



*CB-mätare från AB Svensk Värmemätning, den enda mätare för individuell värmemätning som fått större användning i Sverige, konstruerad av Constantin Brun.*

Efter andra världskriget upptäcktes stora oljefält i Mellanöstern och oljan blev billig. Oljan uppfattades som något rent och modernt, och leveranserna föreföll tillförlitliga. Vid Suezkrisen 1956 införde regeringen visserligen ett söndagstrafikförbud under några månader. Men som oljekris satte den inte djupare spår, inte heller sexdagarskriget 1967.

Med andra världskriget i färskt minne hade 1951 års bränsleutredning varnat för oljeberoende. Man betonade betydelsen av inhemska bränslen och föreslog bättre värmeisolering, vindkraft och värmepumpar. Men när slutbetänkandet skulle presenteras år 1956 var det andra tider. Det moderna samhällets uppgift var inte att hålla tillbaka utvecklingen. Det gällde i stället att förse industri och hushåll med tillräckliga mängder billig energi.

År 1973 inleddes oktober-kriget mellan Israel och arabvärlden. Den påföljande oljekrisen kom som en chock – västvärlden hade gjort sig helt oljeberoende. Sverige införde bensinransonering och det skulle bli kvotering av olja.

Oljepriserna steg men redan 1974 stabiliserades priset. Några år senare, 1978, inträffade nästa kris, nu knuten till revolutionen i Iran. Priserna steg ännu mer, men gick tillbaka igen under 1980-talet.

Oljekrisen följdes av ett riksdagsbeslut 1975 som avsåg att frysa fortsatt energianvändning på 1975 års nivå. Varje kommun inrättade en energisparkommitté. Alternativa inhemska energikällor skulle provas. Det kom en ny byggnorm, SBN 75, och ett supplement. ”Energihushållning mm” i augusti 1976, genomsyrat av energiambitioner. Den innehöll krav på dels en särskild kriskoppling (som kunde

leda ut kallvatten i varmvattensystemet) och krav på mätning av tappvarmvatten genom central mätare på det tillförda kallvattnet, dels tappvarmvattenmätning i varje lägenhet.

Kravet på kriskoppling och tappvarmvattenmätning togs dock bort redan 1979 genom SBN 1980, man nöjde sig med en passbit som möjliggjorde framtida montering.

År 1983 genomfördes värmemätningens utredningen som föreslog ett succesivt införande av kollektiv och individuell mätning och debitering. Något som dock ej kom att genomföras.

På 1980- och 1990-talet var priset på energi förhållandevis måttligt. Under 2000-talet började priset stiga och energifrågan kom tillbaka i miljödebatten. Och när hypotesen om en global uppvärmning flyttades från forskares datasimuleringar till massmediernas väderreportering kom energifrågan i händelsernas centrum på ett sätt som den aldrig tidigare hade varit.

Mellan 1999 och 2004 skrev Lennart Berndtsson ett flertal rapporter och artiklar om individuell värme och tappvarmvattenmätning. Men det fanns motstånd mot tekniken. Delvis beror detta på att värmesystemen och byggnaderna inte har utformats för att underlätta adekvat mätning. Då befintliga värmesystem (rörledningar och radiatorer) i många fall har mycket stor teknisk och ekonomisk livslängd, har det hittills i många fall bedömts som rimligt att behålla systemen, möjligen kompletterade med bättre isolering i exempelvis källare och med utbyte av armatur (avstängnings-, injusterings- och radiatorventiler).

## Termisk komfort

Uppvärmningen varierade fram till början av 1900-talet avsevärt beroende på ekonomi och tillgång till bränsle – och framför allt av den enskildes egen insats att bära ved och att elda.

I äldre system hade man dessutom accepterat en temperaturskillnad i rummen. Det var varmare kring kakelugnen/kaminen och svalare mot fasad. I tidiga radiatorsystem placerades radiatorerna mot innerväggar, delvis inspirerat av äldre kaminers placering. Först senare kom radiatorerna att placeras under fönster, på det sätt vi nu är vana med. Rummet fick därmed en mer enhetlig temperatur.

Med den moderna uppvärmningstekniken, centralvärme, flyttades hade ansvaret från den enskilde till fastighetsägaren. Då ökade också komfortkraven, från en varierande, subjektiv bedömning av rimlig komfort, till en mer avtalad eller myndighetsstyrd miniminivå, mätt som rumstemperatur.

Före 1850-talet kunde dåtidens experter på hygien och hälsoskydd anse att bostäder inte skulle värmas för mycket. En alltför stor skillnad mellan ute och inne kunde vara skadlig. Man skulle klä sig så man inte behövde högre rumstemperatur än 15-16 °C.

Det finns en svårdragen gräns mellan dels hygien – som berör hälsa, dels komfort – som berör bekvämlighet. Läkare och hygieniker har genom tiderna haft svårt med detta. Ibland har man hävdats att komfort är en grund för hälsa. Ibland, särskilt förr, det motsatta. Man ansågs bli försvagad av ett alltför komfortabelt liv. Nyttan av att härdas fördes fram, och ett sådant tänkande var inte ovanligt långt in på 1900-talet.

Den linje som hävdade sambandet mellan god komfort och god hälsa har ofta förespråkat en minsta temperatur i bostäder på ca 18-20 °C.

I Teknisk tidskrift omtalas ”vanlig rumstemperatur” år 1871 som 17-18° och år 1934 som 18-19 °C. I en bok om bostadshygien från 1931 utvecklas detta mer:

Uppvärmningen ska giva tillräckligt hög temperatur, 18-20° i boningsrum. I sovrum önskar man exempelvis temperaturer av 14-16°, i gymnastiksal 13-15°, i arbetslokaler 10-18°, allteftersom ett tyngre eller lättare kroppsarbete utföres. Vid stillasittande arbete, t.ex. i skolor, önskar man minst 16° vid arbetets början för dagen och högst 19° vid dess slut.



Kungl. Medicinalstyrelsens krav på ”lämplig värmegrad” i boningsrum och kök var år 1938 ”omkring +18 °C”. Det framhölls också att ”för natten behöves icke en så hög temperatur, men alltför stora svängningar böra icke förekomma”.

I *Handbok för värmelednings-skötare*, 1939, ansågs följande temperaturer ”lämpliga för olika lokaler”:

Bostads- och kontorsrum etc	20°
Lokaler för lätt arbete	16-18°
Lokaler för tungt arbete	12-15°
Badrum	25°
Garage	10°

Hygienprofessorn Carl Naeslund skrev i VVS-handboken år 1940 om rumstemperaturen 18 °C som ett ideal. I juni 1940 stoppades kolimporten till Sverige. Det var krig i Europa och statliga regler maximerade inomhustemperaturen till just 18 °C.

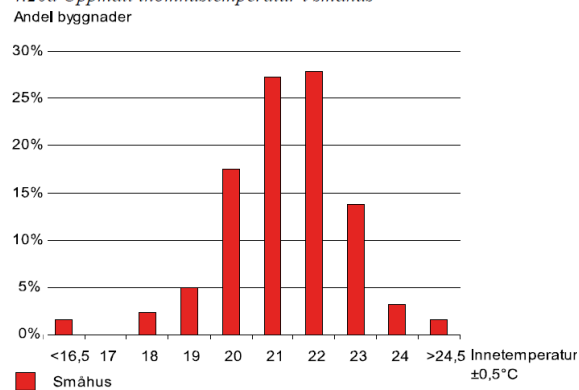
Med billig olja i efterkrigstiden etablerades 20 °C som ett nytt tumvärde. I VVS-handboken 1963 angav hygienprofessorn Hans Ronge 17-25 °C, ”allt efter ålder, sysselsättning och beklädnad”, men en ingenjör skriver 20-22 °C som dimensionerande för bostadsrum, skolor och kontorsrum.

Arbetskyddsstyrelsens Lokalanvisningar från 1972 skriver ”ca 20 °C” för stillasittande arbete.

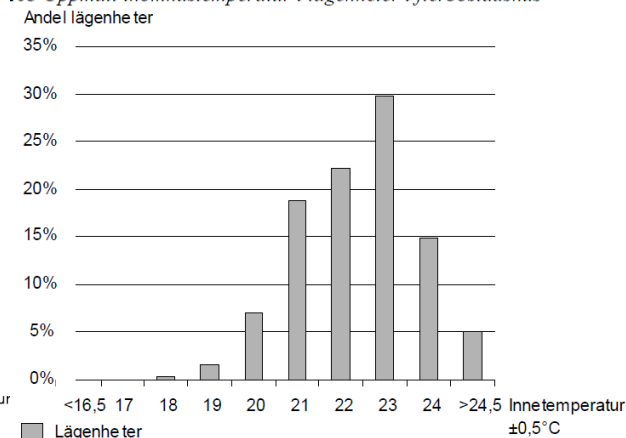
Ur energisynpunkt ifrågasattes höga rumstemperaturer efter oljekriserna på 1970-talet.

ELIB-rapporten uppmätte 1991-1992 i 3000 bostadshus en medeltemperatur på ca 21° i småhus och 22° i flerbostadshus, BETSI-rapporten 2007-2008 en något högre rumstemperatur.

4.20a Uppmätt inomhustemperatur i småhus



20b Uppmätt inomhustemperatur i lägenheter i flerbostadshus



*Lufttemperaturer i bostäder i Sverige okt-maj 2007-2008 enligt BETSI-rapporten. Det är en påfallande skillnad mellan småhus och flerbostadshus. Däremot kunde ingen påfallande skillnad mellan hus av olika ålder konstateras.*

I forskning hade man under 1970- och 1980-talen intresserat sig för samband mellan allt för hög rumstemperatur (under den varma årstiden) och trötthet och minskad koncentrations- och arbetsförmåga. Men ibland kom höga innetemperaturer att generellt ifrågasättas även ur hälsosynpunkt. Boverket noterade år 1997: ”Inomhustemperaturerna i Sverige är generellt sett höga. Boverket tycker det är angeläget att närmare studera detta för att utröna om det rentav kan ha några negativa hälsoeffekter.”

Mot allt detta stod dock en verklighet. Många människor upplever hög rumstemperatur som behaglig. I Sverige vill många kunna vara sommarklädda inomhus, även mitt i vintern. Många håller numera 22-24° i bostads- och kontorsrum.

## Regler om innetemperatur

Regler om rumstemperatur och termisk komfort grundas på tre lagar, PBL, Arbetsmiljölagen och Miljöbalken. Genom hyreslagstiftningen finns också praxis för termisk komfort.

Bestämmelserna om lägsta rumstemperatur har dock sällan stor praktisk betydelse. Den termiska komforten i bostäder, skolor och kontor är vanligen god i Sverige.

I flerbostadshus är rumstemperaturen vanligen en överenskommelse mellan hyresvärd och hyresgäst. Villaägare beslutar själva. Vissa uppfattar det som självklart är kunna vara sommarklädd året om. Andra tar på sig en tröja och låter energiekonomin styra.

PBL ställer krav genom BBR. Kravet är att byggnader ska ”utformas så att tillfredsställande termiskt klimat kan erhållas”.

Ett allmänt råd säger att tillfredsställande termiskt klimat innebär:

- termisk komfort i vistelsezonen vid normala driftförhållanden,
- ett för byggnaden lämpligt klimat i övriga utrymmen.

För ”termisk komfort” ges vissa konkreta riktlinjer (lägsta riktad operativ temperatur, ytemperatur på golv och högsta lufthastighet).

Men allt detta är egentligen endast krav på byggnadens och installationernas prestanda. Vilka temperaturer man ska hålla framgår av andra regler. För kontor gäller Arbetsmiljöverkets regler, för bostäder Folkhälsomyndighetens.

### *Temperaturen i kontor*

Arbetsmiljöverkets föreskrifter anger att det termiska klimatet ska vara anpassat till arbetets art, om arbetet är lätt eller tungt och om det är rörligt eller utförs stillasittande. För personallokaler ställer man högre krav.

Detta utvecklas i ett allmänt råd som både avser arbete i frysrum och i heta industrimiljöer. Rådet säger exempelvis ”Det s.k. neutrala klimatområdet omfattar ungefär intervallet 10–30 °C lufttemperatur. Till skillnad mot de extrema klimaterna medför detta ingen eller endast måttlig påfrestning på kroppen.” Och vidare ”En lufttemperatur över 16 °C ger i de flesta fall en tillräckligt god fingerfärdighet vid rörligt arbete.”

Om kontor, som jämförelsevis har mycket god komfort, säger rådet:

”Om lufttemperaturen vid lätt och stillasittande arbete varaktigt avviker från 20–24 °C vintertid och 20–26 °C sommartid bör det termiska klimatet undersökas närmare. Eftersom det inte bara är lufttemperaturen som påverkar det termiska klimatet kan det vara lämpligt att bestämma PMV och PPD enligt SS-EN ISO 7730:2006. Därefter bedöms förutsättningarna för termisk komfort och eventuellt behov av åtgärder. Under en kortvarig värmebölja med ungefär samma inomhustemperatur som utomhustemperatur behöver normalt inga särskilda åtgärder vidtas.”

Man ger dock ingen siffra eller riktvärde för kontor (med ett undantag: ”lufttemperaturen i personalutrymmen bör vara minst 20 °C”).

Arbetsmiljöverket gör egentligen inte gällande att höga eller låga temperaturer i kontor är förenade med sjukdoms- eller ohälsorisker. Rådet tycks vara grundat på ambitionen att uppnå tillfredsställande komfort.

## Temperatur i bostäder

Folkhälsomyndigheten (tidigare Socialstyrelsen) anger numera i allmänna råd rekommendationer till stöd för tillämpningen av miljöbalken 9:3 (olägenhet för människors hälsa).

Rådet gäller bostadsutrymmen samt lokaler för allmänna ändamål, exempelvis skolor.

Rådet anger samma ”indikerande” lufttemperaturer för fortsatt utredning som Arbetsmiljöverket enligt ovan. Vid en fortsatt utredning bör resultatet (dock ej vid ”extrema väderförhållanden”) vägas mot vissa riktvärden.

Operativ temperatur	Normalt	Känsliga grupper	Under sommaren
Rekommenderade värden	20-23 °C	22-24 °C	
Riktvärde, lägsta	18 °C	20 °C	
Riktvärde, högsta varaktigt	24 °C		26 °C
Riktvärde, högsta kortvarigt	26 °C		28 °C

Tabellen ger riktvärde. Det krav som ställs på verksamhetsutövaren, normalt hyresvärden, är att förhindra ”olägenhet för människors hälsa”.

Med olägenhet för människors hälsa avses en ”störning som enligt medicinsk eller hygienisk bedömning kan påverka hälsan menligt och som inte är ringa eller helt tillfällig”. Störningen ska vara skadlig i antingen fysiskt eller psykiskt hänseende för en människas hälsotillstånd. Bedömningen ska ske på objektiva grunder och kan inte enbart grundas på en enskild persons reaktion i det enskilda fallet. Det människor i allmänhet uppfattar som acceptabelt är inte en störning.

Vid bedömningen av detta bör man a) ta hänsyn till personer som är känsligare än normalt på grund av ålder, sjukdom eller funktionshinder, b) ta hänsyn till hur utrymmet används, c) ta hänsyn till vistelsezonen, d) göra en samlad bedömning av utrymmets termiska klimat.

En starkt ökande känslig grupp är de äldre. 1850 var medellivslängden 40 år, 1900 50 år, 1950 70 år och idag 80 år.

Frågan om vad som är bäst för hälsa är knappast slutligt besvarad. I samband med nya allmänna råd gav Socialstyrelsen ut en handbok, *Temperatur inomhus*, 2005. I denna sätter de låg och hög temperatur i samband med ett flertal sjukdomar och annan ohälsa. Men även frågan om hälsa och komfort är omstridd.

Frågan om det är möjligt att precisera bestämda idealvärden i siffror har under senare decennier ifrågasatts. Man har menat att P O Fangers uppmärksammade bok *Thermal Comfort* från år 1970 armerade en statisk syn på komfort. Många vill nyansera detta. Redan 1974 hade Börje Löfstedt, docent i hygien på Lunds universitet, skrivit att man inte får ”undervärdera människans anpassningsförmåga”.

I Energi & miljö 4/2014 redovisades en studie där frågor om tolkningen av Fangers resultat hade varit alltför okritiska. Studien visade stora individuella skillnader, könsskillnader och mellan åldrar.

I forskningen utmanas det ”Fangerska paradigmet” även av ett ”adaptivt paradigm”. Man menar att komfortupplevelsen just är anpassbar, att den styrs av exempelvis vana, vilja, inställning, förväntningar och möjlighet att påverka.

Studier har exempelvis visat att människor är mer förlåtande om de har möjlighet att själva påverka. Dessutom tycks människor vara mer förlåtande till låg temperatur i en gammal byggnad än i en ny.

## Teknik för uppvärmning i flerbostadshus

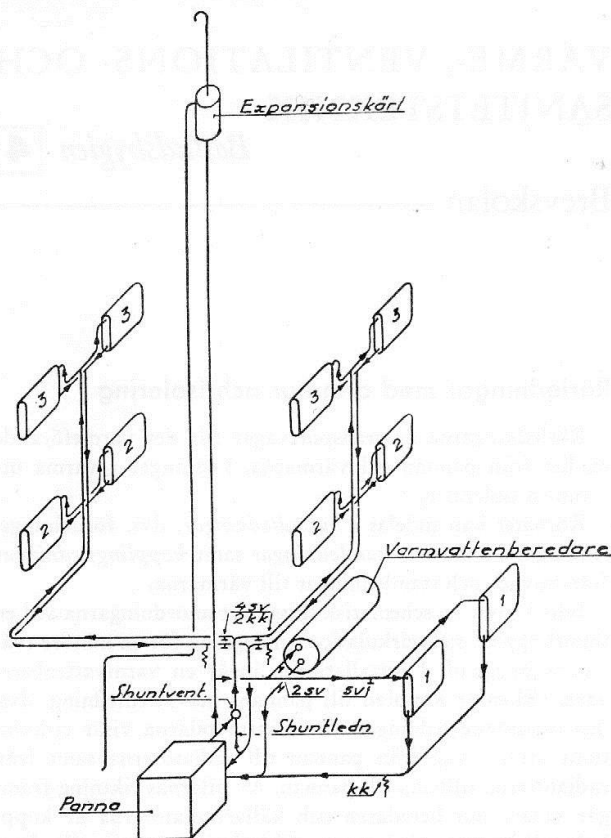
Det som kan sägas vara typiskt för det sena 1900-talets värmesystem, och som fortfarande är en grund för nya värmesystem i flerbostadshus och lokalbyggnader karaktäriseras främst av fem grunder:

- vatten som medium
- pumpar för cirkulation
- utetemperaturstyrd shuntning av värmevattnet
- ett gemensamt ledningssystem för hela byggnaden
- ofta två eller flera separata grupper

I ett värmesystem varieras vattentemperaturen med utetemperaturen, vid utetemperatur  $-15\text{ °C}$  håller värmevattnet  $60\text{ °C}$ , vid utetemperatur  $+5\text{ °C}$  håller värmevattnet  $30\text{ °C}$ . En så kallad "shunt" är till för att styra denna utgående temperatur.

I de äldsta systemen fanns ingen shunt. Värmen styrdes i stället av eldningen. Shuntkopplingar på pannor började användas på 1920-talet och blev snabbt vanliga. En viktig anledning var att man ville hålla hög temperatur i tappvattenvärmaren, samtidigt som man höll en lägre, årstidsanpassad, temperatur i radiatorkretsen.

Äldre vattenvärmesystem hade självcirkulation. Men det fanns många fördelar med pumpcirkulation. Rördragningen blev fri och ledningsdimensionerna kunde hållas små. Pumpsystemen var mindre tröga än självcirkulation. Dessutom blev styrningen av systemet lättare. Höst- och vårdrift var oekonomisk i självcirkulationssystem. Man behövde hålla en onödigt hög vattentemperatur för att få cirkulation. Det krävdes en minsta temperatur, som ofta var större än behovet för uppvärmningen.



Fram till omkring 1960 kopplades källarradiatorerna på hetvattnet.

Traditionella pumpvärmesystem var länge uppbyggda på liknande sätt som självcirkulationssystem. Det berodde på att man ville vara säker på att behålla viss cirkulation även vid elavbrott. Tilltron till elsystemen blev starkare från 1960-talet, men det fanns länge lokala och regionala skillnader.

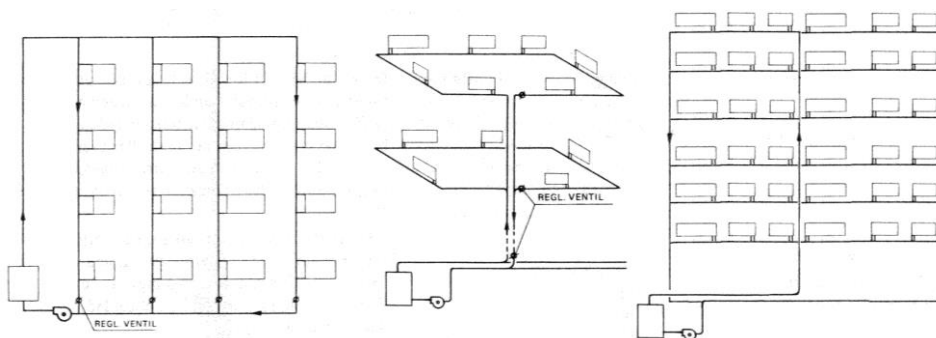
Systemen var fram till 1960-talet vanligen utförda som tvårörssystem, med en shuntad grupp som försörjde bostäder och andra lokaler ovanför källaren och en hetvattengrupp som försörjde varmvattenberedaren. Även torkaggregat i källare och ventilationsbatterier var kopplade på hetvattnet.

En uppvärmd källares radiatorer kopplades normalt på hetvattnet. Så hade man tidigare utfört självcirkulationssystemen.

I enstaka fall förekom att badrummen i bostäder hade radiatorer med separata stammar med oshuntat hetvatten, för att möjliggöra uppvärmning och uttorkning under en större del av året.

En gruppindelning med norr- och söderfasad förekom ofta i kontor, sjukhus och andra lokaler, men var mindre vanlig i bostäder. Efter 1970-talet, när termostatventiler blivit vanliga, förekom denna uppdelning mer sällan.

Efter 1970-talet blev ventilationsaggregat med tilluft efter hand mer vanliga i flerbostadshus. Värmesystemen fick en mer tydlig och systematisk gruppindelning med radiatorgrupp respektive ventilationsgrupp (för värmning av luft i ventilationsaggregat) och ibland separata grupper för golvvärme, snösmältning etc.



*Ettorrssystem med vertikal fördelning, med horisontell fördelning, samt ett system med "stamkopplade" ettorrsslingor. Det första är ett gammalt system. De två senare var inte ovanliga under 1970- och 1980-talen. Den andra bilden visar en utformning där slingan matar en lägenhet. Den tredje bilden visar ett system där slingorna passerade mellan lägenheterna (inte ovanligt på 1970-talet).*

Man brukar tala om tre olika värmarkopplingar med hänsyn till radiatorerna hur radiatorerna är anslutna:

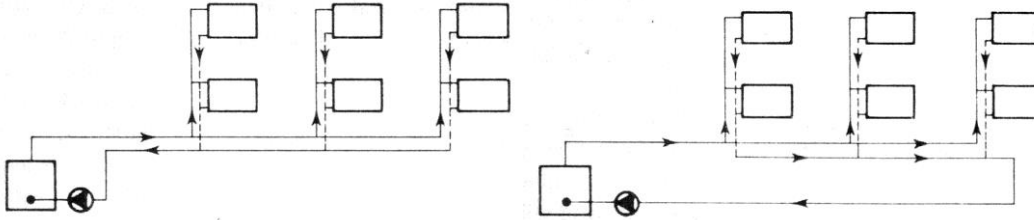
- ettorrssystem (seriekoppling),
- tvåorrssystem (parallellkoppling) och, mer ovanligt i Sverige,
- tichelmann-system (också kallat trerörssystem).

Tvåorrssystem är det i särklass vanligaste i Sverige. Ettorrssystem förekom, vilket antyds av äldre handböcker, i tidiga system på 1800-talet och i början på 1900-talet. Ettorrssystem började användas i mindre enplansbyggnader på 1960-talet och blev under 1970- och 1980-talen mer vanligt, säkert delvis som en följd av dataprogram gjorde det lättare att projektera systemen.

Ettorrssystemen innebar lägre installationskostnad, ett enkelt och utrymmesbesparande rörmontage, enklare injustering. Nackdelen var bara att radiatorerna i en slinga fick, relativt sett, allt större storlek.

Ettrörssystemen blev ovanliga under 1990-talet, delvis på grund av att de kom i vanrykte, möjligen efter ett antal felaktigt projekterade anläggningar som inte fungerade bra. Det finns fortfarande en utbredd tvekan inför ettrörssystem.

Enstaka konsulter har förespråkat och projekterat Tichelmann-system, från 1960-talet. Men systemet har aldrig mötts av samma intresse som på kontinenten.



*Jämförelse mellan tvårörssystem (överst) och tichelmann-system. Det senare är inget renodlat tichelmann-system – stammarna är tvårör. De två här redovisade alternativen har därför ibland kallats tvårörssystem med direkt retur respektive indirekt retur.*

De allra flesta befintliga radiatorsystemen har tvårörssystem, det finns en hel del ettrörssystem, och inte särskilt många tichelmann-system. När man bygger nytt eller vid renovering ersätter ett gammalt radiatorsystem så väljer man idag oftast ett tvårörssystem.

I normalfallet finns ett horisontellt isolerat rörstråk i källare eller bottenvåning, med avstick fram till vertikala stammar vid fasad. Dessa stammar är ibland inbyggda och isolerade, men oftast oisolerade, friliggande och synliga. Från stammarna går det ut horisontella fördelningsledningar, inbyggda/isolerade i golv eller vägg eller friliggande på vägg fram till radiatorerna.

Denna tekniska lösning ”fasadfördelning”, har varit helt dominerande för flerbostadshus i Sverige under 1900-talet och är det fortfarande. Sannolikt är mer än 90 procent av radiatorsystemen i Sverige av denna typ.

En teknisk lösning som då och då förekom tidigare, men som blivit vanligare sedan slutet av 1990-talet och numera används vid uppskattningsvis 20-50 procent av nybyggda flerbostadshus, är ”kärnfördelning”. Stammen placeras vanligen i trapphuset eller i lägenheten nära entrén. Från en fördelningslåda i detta läge dras ledningar i bjälklaget till radiatorerna vid fasad. Vanligast utförs installationen som tvårörssystem, då vanligen en fördelning matar en eller två radiatorer.

Installationen görs med prisrör av koppar som då förläggs i ett övergolv eller med PEX-rör som ”rör i rör”.

Vid stambyte av äldre värmesystem som haft fasadfördelning byter man sällan till kärnfördelning. Det beror på att rördragningen från kärna till radiatorer sällan kan göras på ett bra sätt vid en ombyggnad med krav på varsamhet.

Vid ettrörssystem, som är betydligt mindre vanligt, matas vanligen radiatorerna i varje lägenhet med en eller två slingor, eller med stamsystem utefter fasad.

## **Teknik för värmning av uteluft i flerbostadshus**

System där tilluften används för uppvärmning (luftburen värme) har varit mycket ovanlig i flerbostadshus, men förekommer, exempelvis i passivhus, ofta som direktelvärme.

I övrigt tillförs värme framför allt för uppvärmning av den tilluft eller ersättningsluft som motsvarar frånluft från framför allt kök, bad och WC. Uteluften värms från utetemperatur till en temperatur som är möjlig att tillföra utan upplevelser av störande drag.

Den traditionella strategin, helt dominerande fram till 1970-talet, har ofta varit att fördela ut ersättningsluften på många luftintag (klaffventiler, fönsterventiler, vädringsluckor, radiatorordon m.m.) I detta fall används radiatorsystemet för värmningen av luften.

Flerbostadshus med tilluftssystem innebära en komplikation om man vill kunna mäta värmen med värmemängdsmätare. I vissa fall kan ventilationsaggregatet ha så god återvinning att eftervärmning inte behövs. Annars värms tilluften från en vanligen separat vattenburen värmegrupp, eller med direktel.

Om värme behöver tillföras till denna ventilationsluft kan denna värme mätas med en värmemängdsmätare kollektivt för de bostäder som försörjs av ventilationsaggregatet. Denna uppmätta energi kan fördelas ut individuellt på de anslutna bostäderna efter aningen yta eller luftflöde. Fördelningen av denna värmeenergi måste alltså göras separat.

Observera att denna värmeenergi normalt inte har funktionen av ”uppvärmning”. I vissa fall, särskilt i lokalbyggnader kan luften användas för uppvärmning eller kylning. Men i flerbostadshus värms luften normalt bara för att klara komforten.

## **Förluster i ledningar**

I system med ”fasadfördelning” kan stammarna vid fasad vara friliggande och oisolerade (vanligt) eller inbyggda i vägg och isolerade eller oisolerade (förekommer i äldre byggnader).

Värmen avges framför allt vid friliggande ledningar, alltså inte bara från radiatorer, utan även från oisolerade stammar och fördelningsledningar utefter vägg. Från radiatorn och anslutningsledningen till resp. rum styrs värmeavgivningen av radiatorventilens termostat.

På grund av termostatventilernas funktion och att värmevattenet är utetemperaturstyrt nyttiggörs normalt en stor del av avgivningen från oisolerade stammar och fördelningsledningar.

Vid system med ”kärnfördelning” finns stammar placerade i kärnan i byggnaden och ledningarna är i allmänhet något mer isolerade. Från stammen dras horisontella matningsledningar ut till radiatorerna vid fasad, dessa är normalt mer välisolerade än vid fasadfördelning.

Beroende av värmemängdsmätarens placering kommer vissa ”förluster” att mätas, andra inte. Å andra sidan kommer en svårbedömd andel av förlusterna att nyttiggöras för uppvärmning.

## **Teknik för uppvärmning/kylning i lokalbyggnader**

Kontor, skolor, sjukhus och andra lokaler värmdes och ventilerades ofta på liknade sätt som bostäder fram till 1920-talet. Fram till dess förekom mer avancerad teknik nästan bara i industribyggnader. Men från 1930-talet blev system med frånluftkanaler och frånluftfläktar vanligare, och från 1940-talet började även fläktstyrd tilluft användas i kontor. Från 1960-talet blev de vanligare i kontor och skolor. Från 1940-talet och fram till mitten på 1970-talet var FT-system med återluft vanliga.

Fram till 1960-talet var installationer i kontor förhållandevis enkla. Det var en uppdelad teknik som installationsmässigt i hög grad liknade det som förekommer i bostadshus. Radiatorer under fönster för uppvärmning och ett ventilationssystem med till- och frånluft. Ibland bara ett enkelt frånluftssystem. Energibestämmelserna i SBN 1975 innebar förändringar i byggandet. Tekniken och byggandet av kontorshus utvecklades snabbt. Redan på 1980-talet hade gränsen mellan värme- och ventilationssystemen i lokalbyggnader börjat suddas ut. Man byggde integrerade klimatsystem.

### **Exempel på system som förekommit i kontor:**

1960-tal: Bakkant/radiatorer, Fönsterapparater, 2-kanal,  
1970-tal: Fönsterapparater, fancoil, induktionsapparater  
1980-tal: Bafflar (utan tilluft), miniluft,  
1990-tal: Tillufts bafflar, fancoil  
2000-tal: Bafflar, VAV

Fram till mitten på 1970-talet var kontor ofta uppvärmda med radiatorer. FT-system med återluft hade varit vanliga ventilationssystem. Under den kalla delen av året återfördes ca 70 procent av luften, dels för energibesparing, dels för att inte få alltför låg relativ fuktighet. En vanlig lösning var att låta frånluft från toaletter med mera ledas ut direkt via en separat frånluftfläkt.

Men systemen för kontor kom att efter hand integreras till ”klimatsystem” som hanterade både uppvärmning, komfortkyla och ventilation.

Ett tidigt alternativ till radiatorer var olika slag av induktionsapparater som ofta placerades i en fönsterbänk, där luften eftervärmades lokalt och blåstes upp utefter fönstret.

Ett system som förekom under 1960- och början av 1970-talen var tvåkanalsystem. Inspiration hämtades från USA. Två tilluftssystem distribuerade luft med olika temperatur. Luften blandades till lämplig inblåsningstemperatur i respektive rum.

Under 1970-talet förekom en lösning med frånluftfönster. Frånluften togs ut från rummet i springor i nederkant på fönstret, leddes upp mellan de inre glasen och leddes ut till kanalsystemet i fönstrets överkant. Fördelarna var låg risk för kallras vintertid och minskad solvärmebelastning till rummet sommartid.

Genom energireglerna i SBN 1975 kom även kontor att göras allt mer välisolerade. En följd av förändrad byggteknik och bland annat ökad datorisering blev ökande kylbehov. Klimatsystemen blev allt oftare försedda med komfortkyla vilket efter hand kom att bli normal standard för kontorslokaler.

Tidiga system utfördes med fläktkonvektorer, fan-coils, med en liten fläkt som cirkulerade luften genom kylbatteriet. Den placerades i tidiga lösningar i fönsterbänk med luftriktning uppåt. Ofta utnyttjades fläktkonvektorer med både värme och kyla.

System med VAV (Variable Air Volyme) lanserades under slutet av 1970-talet, efter att bättre teknik för flödesreglering lanserades. Problem med ljud i vissa system kom dock att skapa tvekan.

Under 1980-talet blev system med induktionsapparater eller fan-coils och låga tilluftflöden vanligt. Under 1990-talet ökades allmänt luftväxlingen. Det blev vanligt med kylbaffelsystem, först som separata takmonterade passiva kylare med egenkonvention, men ganska snart som integrerade apparater med både kyla och tilluft.

Kylbafflarna gjorde ofta att man återgick till att ha traditionella radiatorer under fönster för uppvärmning och som kallrasskydd.

Under slutet av 1980-talet höjdes röster som ansåg att systemen blivit alltför utrymmeskrävande och komplexa. En återgång till enklare system förespråkades och under slutet av 1990-talet utfördes en hel del system med ”förstärkt självdrag”, inte minst i skolbyggnader.

I början av 2000-talet ökade åter intresset för VAV-system, delvis som en följd av utvecklad datoriserad lokal styrteknik. Man utnyttjade varierande flöde för att styra kyleffekten. Fördelen var bland annat att man utnyttjade utelufts låga temperatur för kylningen.



Både när man bygger nytt och när man bygger om i en lokalbyggnad har valet av system varit präglad av dels byggnadens förutsättningar och arkitektur, dels av tidens mode. Tekniklösningar dyker upp och uppfattas som bra och moderna under en tid av ca 10-20 år, för att därefter ersättas av nya lösningar. Den produkttillverkande industrin konkurrerar om uppmärksamheten och lyssnar av branschens trender. Detta påverkar i hög grad utvecklingen.

## **Teknik för tappvarmvatten i flerbostadshus och lokalbyggnader**

I flerbostadshus finns normalt en horisontell fördelning av tappvattenledningarna. Den ligger ofta i källarkorridorens tak och består av tre ledningar, tappkallvatten, tappvarmvatten och varmvattencirkulation. Från fördelningen går stammar upp vertikalt, de är normalt placerade vid badrum och kök.

Att installera tappvarmvattenmätare för individuell mätning är i allmänhet tekniskt okomplicerat, ofta kan det bli två (eller flera) mätare, en i badrummet och en i köket.

I lokalbyggnader finns vissa verksamheter som använder stora mängder tappvarmvatten, exempelvis storkök och duschar i träningslokaler. För sådana och liknande verksamheter är det alltid rimligt att installera vattenmätare.

I kontor finns även personallokaler, och grupper med pentry och toaletter. Vanligen uppfattas dessa använda små mängder tappvarmvatten. VV och VVC-ledningarnas förluster genom isoleringen har ibland uppfattats vara i samma storleksordning som varmvattenanvändningen. I vissa byggnader (ex. högskolebyggnaderna i Kalmar och Visby) har behovet av tappvarmvatten i toaletter ifrågasatts, och därför inte installerats.

Mätare för individuell mätning av varmvattenflöde är rimligt dels om ledningssystemet är gynnsamt utformat (så man inte får orimligt många mätare), dels vid ombyggnad (som görs med korta intervall, framför allt i storstäder).

En generell svårighet med lokalbyggnader är att gränserna mellan olika hyresgäster förhållandevis ofta ändras, vid så kallad hyresgästanpassning.

## **Installation av individuell värmemängds- och vattenmätning**

Synpunkterna nedan bygger på att övrig energitillförsel (el, gas, kyla) mäts och debiteras individuellt.

### ***Tappvarmvatten***

För tappvarmvatten i flerbostadshus är det i allmänhet inte så stora problem att installera individuell vattenmätare. Praktiska problem kan vara att det är oestetiskt eller tar utrymme, och att man i större lägenheter kan få uppåt tre eller fyra mätare. Detta gäller ofta vid förvaltning och alltid vid större ändring/ombyggnad och nybyggnad.

I flerbostadshus finns olika slag av lokaler, dessa bör bedömas från fall till fall.

För lokalbyggnader måste en bedömning göras från fall till fall.

Ett bra alternativ vid verksamhet med liten förbrukning kan i vissa fall vara en el-varmvattenberedare, kopplad till hyresgästens abonnemang.

### ***Uppvärmning – befintliga flerbostadshus***

Att välja ett system med individuell värmemängdsmätning innebär att man accepterar att lägenheter mot tak, med hörnrum, med stora fönster etc, får betala högre en högre kostnad för dessa kvaliteter. Man får också betala för köldbryggor och andra ofullkomligheter i klimatskärmen.

En hyresgäst kan också, genom att sänka sin rumstemperatur få visst tillskott av värme från omgivande lägenheter genom oisolerade bjälklag och väggar. Denna effekt har dock ibland bedömts som avsevärt mindre än man kan tro.

Ett större problem är att det i den stora andelen av byggnadsbeståndet troligen kommer att vara svårt att på ett rimligt sätt installera värmemängdsmätare för individuell mätning av värme.

I befintliga flerbostadshus med fasadfördelning, uppskattningsvis är mer än 90 procent av beståndet, är det normalt svårt att installera individuell värmemängdsmätare om man avser att behålla värmesystemet. Men om värmesystemet ska bytas ut kan man från fall till fall överväga möjligheten att installera individuell värmemängdsmätare. I vissa fall kan detta vara möjligt. Men i många fall kan det leda till nya rördragningar som är dyra, opraktiska och kan uppfattas strida mot kraven på varsamhet.

Betydligt bättre möjlighet att installera värmemängdsmätare finns i befintliga, vanligen nyare system med kärnfördelning.

I byggnader finns också uthyrningslokaler, källarlokalerna, tvättstugor, förråd etc, som också har uppvärmning.

### ***Uppvärmning – ännu ej byggda flerbostadshus***

I ännu ej byggda flerbostadshus går det att planera installationen så individuell värmemängdsmätning av värme (och kyla, och uppvärmd luft) möjliggörs, exempelvis välja ett värmesystem med kärnfördelning.

Om ventilationssystem med tilluft utformas så att eftervärmning inte behövs. Detta medverkar till ett enklare system för individuell värmemängdsmätning.

I enstaka fall förekommer att man installerar komfortkyla i flerbostadshus. Genom att planera installationen kan individuell kylmätning underlättas.

### ***Uppvärmning – lokalbyggnader***

Lokalbyggnader är så komplexa och olikartade att det blir svårt att ge generella riktlinjer. Dessutom är energikostnaden vanligtvis en liten andel av hyran, som i sin tur är en liten andel av kostnaderna för den verksamhet som bedrivs i lokalerna. Kostnaden för energi är inte lika kännbar som i flerbostadshus. Däremot finns i många fall en stark vilja att uppvisa god miljöimage.

För lokalbyggnader är det i allmänhet klokt att göra en utredning av energianvändningen och hur den fördelas, identifiera stora förbrukare och analysera om stora förbrukningar kan mätas och synliggöras.

Från fall till fall får man studera hur mätning ska utformas för att bidra till lägre energianvändning.

## **Litteratur**

Berndtsson, Lennart, ”Mäta värme och varmvatten i varje lägenhet – självklart i framtidens flerbostadshus?” VVS Forum T&I, 2004

Billington och Roberts. *Building Services Engineering*, 1982.

Boverket Rapport 1997:9

Elgestad, Stig, *Värmeteknik*, NKI, 1952.

*Energiberedskap för kristid*, SOU 1975:60.  
*Energiboken*, BFR, 1995.  
 Flaniken, B. "Application of Electric Power in HVAC&R Systems", *ASHRAE Journal* januari 1999.  
 Friberg L. & H. E. Ronge. *Hygien*, 1964.  
 Hubendick, E., "Bränslen", i *Uppfinningarnas bok*, 1925.  
 Hökerberg, Otar (utg.), *Husbyggnad* 2, 1945.  
 Jansen, J.E. "The History of Ventilation and Temperature Control", *ASHRAE Journal* oktober 1999.  
 Jörgensen, Vilh., *Rörarbete*, Tekno's handböcker 2, 1949.  
 Kardell, L., *Svenskarna och skogen*, 2004.  
 Lundberg, Holger A., *En värmemätare för värmeledningar*, IVA, medd. 47, 1925.  
 Löfstedt, B., "Klimatet" i Acking C-A (red.), *Bygg mänskligt*, 1974.  
 Nicol, J. F. & Humphreys, M. A., "Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for Buildings", *NCEUB*, 2005.  
*Rationalitetsproblemet inom bostadsuppvärmningen*, IVA medd. 118.  
 Rohles, F H, "Temperature & Temperament. A Psychologist Looks at Comfort", *ASHRAE Journal* feb. 2007.  
 Sagström, Roland, *VVS installationer, Åtgärder i befintlig bebyggelse, handbok 3*, Svensk byggtjänst 1995.  
 Sjöstedt, Sten, "Värmemätningens problemet", i *Teknisk tidskrift*, 1946, s. 25-31.  
 Stålbom, G, *Varmt och vädrat, VVS-teknik i äldre byggnader*, Sveriges VVS-museum, 2010.  
 Stålbom, G, "VVS-teknik 1960-2010" i *Stockholms rörinstallatörer i tiden*, REFIS, 2013.  
 Stålbom, G, "Byggnormer och tekniska handböcker" i *Stockholms rörinstallatörer i tiden*, REFIS, 2013.  
*Teknos rörarbete* 1955. 1959  
 Theorell, Hugo, "Historisk återblick på uppvärmnings- och ventilationstekniken" i *Värme Ventilation och Sanitet 1*, 1949.  
 Tjelder, J. *Handbok för värmeledningsskötare*, Stockholm 1948.  
*Värme, Ventilation och Sanitet*, 1940.  
 Werner, Sven, *Fjärrvärmens utveckling och utbredning*, Värmeverksföreningen, 1989.  
 Wickbom, U., *Den goda kraften*, 1995.  
 Winther Nielsen, J., *Centralvarme og ventilation*, Köpenhamn 1936.  
 Wirgin, Germund, *Hälsovård I. Bostadens hygien*, 1931.  
 "VVS-Installationer" i *Bygg. Handbok för hus-, väg- och vattenbyggnad*, 6, 1962.  
*Värmehistoria och värmeteknik*, CTC 1923-1948, 1948.  
*Värme Ventilation och Sanitet 1-2*, Natur och Kultur, 1940.  
*Värme Ventilation och Sanitet 1-2*, Natur och Kultur, 1949.  
 Åstrand, Barbro, "Centralvärme" i *Kulturen* 1984.

Vissa handböcker ordnade efter årtal:

Tryckår	handbok
1919	Handledning vid skötseln av värmeledningar, Värme- och Sanitetstekniska föreningen.
1935	Handledning vid skötseln av värmeledningar, Värme- och Sanitetstekniska föreningen
1936	Albihn & Elgestad, Lärobok i värme- och sanitetsteknik
1939	Handbok för värmeledningskötare, Svenska gasverksföreningen
1940	Värme, ventilation och sanitet 1:a uppl.
1945	Husbyggnad
1948	Ingenjörshandboken, del 5
1949	Värme, ventilation och sanitet, 4:e uppl.
1949	Tekno's rörarbete
1951	BYGG, del 6 (bd III), 1:a uppl.
1952	Värmeteknik NKI
1952	Gustavsbergs värmetekniska handbok
1953	Från bränsle till värme

1954	Värmeinstallationer i småhus
1955	Värme, ventilation, sanitet, Tekno's rörarbete 3:e uppl.
1959	Byggteknik, Del II:2
1962	Gustavsbergs värmetekniska handbok, 2:a uppl.
1963	VVS Handboken
1964	BYGG, del 6, 3:e uppl.
1966	E. Bäckström, VVS-teknik
1967	Teknos Rörarbete, 5:e uppl.
1974	VVS-handboken
1982	Handboken Bygg, del H
2005 etc	VVS Företagens teknikhandbok

## Bilaga 9 – Konsultrapport Johnny Andersson, Ramböll



# Komfortkyla – individuell mätning av energianvändning

## Sammanfattning

Individuell mätning av komfortkyla ansluten till fjärrkyla i byggnader med flera hyresgäster (huvudsakligen kontorsbyggnader) är tekniskt mycket svårt och kostsamt att genomföra och blir inte kostnadseffektivt.

Två huvudlösningar används för komfortkyla ansluten till fjärrkyla. Antingen kan rummen kylas med luft (tilluft) som centralt har kylts och eventuellt avfuktats och via kanalsystem och don tillförs rummen och/eller med kallt vatten (köldbärare) som tillförs rums kylare (kyltor av olika slag) i rummen. Uppbyggnaden och funktionen hos de olika komfortkylsystem som använts/används i kontorsbyggnader beskrivs i utredningen. Gemensamt för systemen är således att de matas med luft och köldbärare från de fjärrkylanslutna centralenheterna via ventilationskanaler och köldbärarledningar till varje rumsmodul.

Gemensamt för dessa system är vidare att kyleffekten (möjligheten att föra bort värmeöverskott från rummen) styrs av en temperaturgivare (rumstermostat) som reglerar tilluftens flöde och/eller temperatur eller köldbärarflödet till de kylda ytorna i rummet. Värmetillskotten i rummen varierar med t ex personbelastning, belysning, maskinvärme (t ex datorer) och solvärmets tillskott varför varje rum förses med sitt eget temperaturstyrsystem.

Idag ingår användningen av komfortkyla normalt i hyran för en kontorsyta och kostnaderna fördelas mellan de olika hyresgästerna i relation till den hyrda ytan.

Ett normalt och primärt krav från ägaren av en kontorsfastighet är att systemen ska vara anpassningsbara till hyresgäster med olika krav på storleken av den hyrda kontorsytan. Den hyrda kontorsytan kan således bestå av ett större eller mindre antal komfortkylda rumsmoduler som alla har tidsmässigt varierande uttag av kyleffekt via luft och köldbärare. Någon separat matning av ventilationsluft och köldbärarvatten till enskilda rumsmoduler kan normalt inte göras, alla är matade från gemensamma system. En hyresgästpassad uppdelning av systemen för att möjliggöra en samlad individuell mätning av hyresgästens andel av den totala komfortkylan är därför inte möjlig.

En hyresgästpassad mätning måste därför baseras på mätning av den momentana användningen av den komfortkyla som tillförs varje rums tilluftsdon och rums kylare och överföring av dessa mätdata till en central enhet. De lokala mätarna måste mäta både temperaturdifferenser och luft- och köldbärarflöden och ha hög mätnoggrannhet (litet sannolikt mätfel). Mätarna kan kräva regelbunden kalibrering eller utbyte för att inte debiteringen ska kunna ifrågasättas av hyresgästerna. Detta skulle kräva en mycket omfattande mätutrustning med höga investerings- och användningskostnader.

Hyresgästpassad mätning av komfortkyla ansluten till fjärrkyla blir mycket kostsam och är inte kostnadseffektiv. Utredningen beskriver ytterligare skälen för detta ställningstagande.

## Innehåll

Komfortkyla – individuell mätning av energianvändning.....	1
Sammanfattning.....	1
1. Bakgrund .....	3
<b>1.1 Begränsningar av delutredningen för komfortkyla .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Vilka byggnader/verksamheter använder komfortkyla? .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Var används komfortkyla?.....</b>	<b>3</b>
2. Varför komfortkyla? .....	4
3. Generella systemförutsättningar i kontorsbyggnader .....	5
<b>3.1 Gemensamma förutsättningar.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Hus med flera hyresgäster .....</b>	<b>5</b>
4. Alternativa systemlösningar i kontorsbyggnader.....	6
<b>4.1 Kylning i ett eller två steg – med luft och/eller vatten .....</b>	<b>6</b>
5. Luftburen kyla.....	6
<b>5.1 Omblandande eller deplacerande ventilation?.....</b>	<b>7</b>
<b>5.2 Tvåkanalsapparater.....</b>	<b>7</b>
6. Kombination av luft- och vattenburen kyla.....	8
<b>6.1 Takmonterade rumskylare ("kylbafflar").....</b>	<b>8</b>
<b>6.2 Kylida undertak.....</b>	<b>8</b>
<b>6.3 Fläktkonvektorer ("Fancoilapparater") .....</b>	<b>8</b>
<b>6.4 Induktionsapparater – allmänt om funktionen .....</b>	<b>8</b>
<b>6.5 Två-rörs induktionsapparat .....</b>	<b>9</b>
<b>6.6 Fyr-rörs induktionsapparat .....</b>	<b>9</b>
<b>6.7 Tre-rörs induktionsapparat.....</b>	<b>10</b>
7. Systemlösningar i äldre hus.....	10
8. System för komfortkyla i nybyggda kontorslokaler.....	11
9. Ombyggnad och renovering av komfortkylsystem .....	11
10. Individuell mätning av fjärrkyla.....	12
<b>10.1 Teoretiskt möjligt men kräver omfattande och dyr utrustning .....</b>	<b>12</b>
<b>10.2 Flera storheter ska mätas och behandlas .....</b>	<b>12</b>
<b>10.3 Mätningen måste vara tillförlitlig och ha ett lågt sannolikt mätfel .....</b>	<b>12</b>
<b>10.4 Behov av kalibrering av utrustningen .....</b>	<b>12</b>
<b>10.5 Är det ekonomiskt och tekniskt rimligt?.....</b>	<b>12</b>



## 1. Bakgrund

Boverket skall enligt regeringsbeslut utreda i vilka typer av byggnader som mätsystem för värme, kyla och tappvarmvatten bör installeras. Komfortkyla ingår i följande frågeställningar:

- I vilka fall ska det vid nybyggnation och ombyggnation krävas att den energi som används för att påverka inomhusklimatet (värme eller kyla) kan mätas i varje enskild lägenhet?
- För nybyggnation ska utredningen baseras på en analys av kostnadseffektivitet. För ombyggnation ska utredningen baseras på en analys av teknisk genomförbarhet och kostnadseffektivitet.

### 1.1 Begränsningar av delutredningen för komfortkyla

- Utredningen avser byggnader anslutna till fjärrkyla och således inte byggnader med egna kyl- eller värmepumpsystem (där energianvändningen kan bedömas baserad på elanvändningen).
- Utredningen avser byggnader med flera hyresgäster där den för byggnaden använda energin för fjärrkyla ska kunna mätas och fördelas på de olika hyresgästerna.

Utredningen avser att utreda om individuell mätning av energianvändningen för komfortkyla är tekniskt möjlig och kostnadseffektiv.

### 1.2 Vilka byggnader/verksamheter använder komfortkyla?

I det svenska byggnadsbeståndet används komfortkyla främst i kontorsbyggnader men även i t ex varuhus, köpcentra och sjukhus.

Det har varit rimligt att begränsa utredningen om energifördelning till kontorshus med flera hyresgäster. Idag sker ingen individuell energimätning i kontorsbyggnader, istället debiteras hyresgästerna en brukshyra som inkluderar vattenburen komfortkyla och värme och som baseras på storleken av den hyrda ytan. Det förekommer även en typ av miljöhyresavtal där resultatet av miljöförbättringar, t ex minskad energianvändning, delas mellan parterna.

### 1.3 Var används komfortkyla?

Fjärrkyla började användas i Sverige 1992 med en anläggning i Västerås men dessförinnan hade vattenburna system för komfortkyla börjat användas i början av 1960-talet.

Hos kontorsbyggnader som färdigställdes under 1960-talet förändrades fasadutformningen under några få år från relativt små fönsterareor till fasadfönsterandelar på upp mot 60-70 % vilket kraftigt ökade solvärmestillskottet till rummen i byggnaden. Trots detta var det då ännu inte speciellt vanligt med komfortkyla i kontorsbyggnader.

Ett typiskt exempel var det första höghuset vid Konserthuset i Stockholm. Det saknade till en början komfortkyla när det togs i bruk 1959 (en varm sommar) vilket ledde till att byggnadens övre våningsplan (där TT:s centralredaktion låg) fick lov att utrymmas.

## 2. Varför komfortkyla?

Komfortkylans uppgift är att skapa ett termiskt acceptabelt inomhusklimat för människan och att föra bort de energitillskott som härrör från personvärme, belysning, maskinvärme (t ex från datorer) och, i tillämpliga fall, solvärme för att därigenom upprätthålla en behaglig rumstemperatur i lokalen.

Kyleffekterna för lika stora och likartat utformade kontorsmoduler varierar inte speciellt mycket, belastningen från personer, belysning och maskinvärme är relativt lika i olika kontorsbyggnader. Solvärmestillskottet däremot varierar med fasadutformning, fönstertyper, solavskärmning (t ex markiser och persienner) samt byggnadsorientering (väderstreck och skugga från angränsade byggnader) och tid på dygnet. Kyldon monterade utefter olika fasader kan därför vara styrda ("zonreglerade") med hänsyn till fasadernas varierande solvärmebelastning.

Värmeöverskottet, som annars höjer temperaturen i rummet, kan således föras bort genom att den kalla och avfuktade tilluften till rummet blandas med den varmare och fuktigare rumsluften. Som komplement förser man dessutom ofta rummen med rumsluftkylare där rumsluften kyls av ytor som har en lägre temperatur än den önskade rumstemperaturen. Även i detta fall blandas den kylda luften in i rumsluften till en lämplig blandningstemperatur.

Ett antal studier ansågs också visa att merkostnaden för komfortkyla var väl motiverad när man ställde den i relation till ökad trivsel, större prestation och noggrannhet i arbetet och lägre sjukfrånvaro som en lägre rumstemperatur resulterade i.

Vad som är lämpligt krav för termiskt klimat varierar från människa till människa och det klimat en person upplever som behagligt påverkas av en mängd faktorer:

- lufttemperaturen
- temperaturen hos ytor i närheten (kalla fönster, varma golv).
- lufthastigheten i vistelsezonen (på vintern kan den upplevas som "kalldrag", sommartid som "behaglig svalka")
- den relativa luftfuktigheten (aktuell vattenånghalt relativt maximalt värde)
- individens värmeavgivning ("metabolism") som varierar med arbetsbelastningen.
- klädernas värmeisolering.

Det stora antalet påverkande variabler gör att komfortkylsystemet därför helst bör utformas så att varje användare själv kan ställa in den temperatur som individen upplever som behaglig.

I de miljöklassningssystem som alltmer används (t ex svenska "Miljöbyggnad", brittiska "BREEAM" och amerikanska "LEED") bedöms bl.a. inneklimatekvaliteten hos byggnaden.

### 3. Generella systemförutsättningar i kontorsbyggnader

#### 3.1 Gemensamma förutsättningar

Alla systemlösningar för komfortkyla är baserade på samma grundkoncept: man tillför kall luft och/eller kallt vatten till lokalerna som behöver kylas. Ventilationsluften och/eller köldbärarvatten värms upp och för bort värmeöverskotten. Värmeöverskotten, som om de inte förs bort kommer att resultera i en oacceptabel hög rumstemperatur, kan bestå av värme från personer, belysning, maskiner och sol.

Systemlösningarna har dock alla ett antal gemensamma egenskaper: de är platskrävande, de måste vara anslutna till alla rum som behöver klimatkyla, de installeras innan byggnaden tas i bruk och de måste matas från samma centralutrustningar som är anslutna till värmeväxlare för fjärrkylan. Kanaler och köldbärarledningar dras från centralutrustningen upp i byggnaden genom schakt, fördelas på de olika våningsplanen och förgrenas till ventilationsdonen och rums kylarna.

Tilluftsdonen för ventilationen är anslutna till kanaler, antingen förlagda vid tak och kanske dolda av undertak eller utefter fasadväggarna och dolda i fönsterbänkar. Det har också förekommit lösningar där ventilationskanalerna till fasadplacerade don göts in och drogs i betongbjälklagen från centralt placerade matningsschakt. Våningskanalerna för ventilationen, som således kan placeras på skilda sätt, matas från stamkanaler som är dimensionerade för och matar hela eller del av våningsplanet.

Ventilationen och komfortkylan för en enskild modul kan antingen utföras med separata system eller med tilluftmatade kylapparater. Exempel på separata komfortkylsystem är fria kylbafflar och fläktkonvektorer. De två systemen kan också kopplas ihop till en gemensam apparat, exempel på sådana är induktionsapparater och kanalanslutna kylbafflar.

#### 3.2 Hus med flera hyresgäster

Ett normalt och primärt krav från ägaren av en kontorsfastighet är att ventilations- och komfortkylsystemen ska vara flexibla och anpassningsbara för uthyrning till hyresgäster med olika krav på storleken av den hyrda kontorsytan.

Fastighetsägaren vet normalt inte hur våningsytorna kan komma att bli uppdelade mellan olika hyresgäster i framtiden och kan därför inte heller hyresgästanpassa ventilations- och komfortkylsystem för individuell kostnadseffektiv hyresgästanpassad energimätning. Normalt sker därför hyresdebiteringen på basis av storleken på hyrd yta inklusive ventilation och komfortkyla.

I cellkontor – den vanligaste kontorshustypen – utrustas normalt varje fasadmodul (normalt med modulbredden 2,4 m) med lika dimensionerade ventilationsdon och rums kylare matade med ventilationsluft och köldbärarvatten från de centrala enheterna – tilluftsggregat, pumpar, värmeväxlare etc.). Den hyrda kontorsytan kommer således att bestå av ett större eller mindre antal av dessa komfortkylda kontorsmoduler. Någon separat matning av ventilationsluft och köldbärarvatten till enskilda rumsmoduler kan normalt inte göras, alla är matade från gemensamma system. En hyresgästanpassad uppdelning av systemen för att möjliggöra individuell mätning av hyresgästens andel av den totala komfortkylan skulle därför bli mycket kostsam.

## 4. Alternativa systemlösningar i kontorsbyggnader

Den rumstemperaturstyrda komfortkylan för ett kontorshus kan utföras på en mängd olika sätt som baseras på de generella förutsättningar som beskrivits ovan i avsnitt 3.

### 4.1 Kylning i ett eller två steg – med luft och/eller vatten

Komfortkylningen kan göras i ett steg då ventilationsluften centralt kyls (och eventuellt avfuktas) och via ett för byggnadsdelen gemensamt kanalsystem tillförs rummet. Anpassning till rummets aktuella kylbehov och önskade rumstemperatur sker antingen genom att luftflödet ändras (VAV-system, se nedan) eller genom att tilluftstemperaturen höjs genom eftervärmning med värmeväxlare för el eller värmebärarvatten (i kanalen före donet eller i tilluftsdonet, se nedan).

Komfortkylningen kan alternativt göras i två steg, centralt då ventilationsluften kyls (och eventuellt avfuktas) och via ett för byggnadsdelen gemensamt kanalsystem tillförs rummet där temperaturstyrningen, anpassning till rummets aktuella kylbehov, sker med lokala kylapparater (induktionsapparater, fläktkonvektorer, kylbafflar eller strålningstak). Rumstemperaturen kontrolleras genom styrning av köldbärarflödet (det kalla vattnet) till rums kylarna.

Installationerna för komfortkyla (ventilationskanaler med don och isolerade rörledningar anslutna till rums kylare) kan således utföras på olika sätt och den valda systemlösningen beror bl.a. på byggnadens ålder – systemen har utvecklats och lösningarna har varierat över tid. En mer detaljerad beskrivning av de alternativa systemlösningarna ges nedan.

## 5. Luftburen kyla

Tilluften till lokalerna kyls centralt i byggnadens luftbehandlingsaggregat. Den undertempererade tilluften värms av värmetilskottet i rummet – kyleffekten bestäms av luftflödet och luftens temperaturhöjning.

Ventilationssystemet kan antingen utföras för att tillföra ett konstant luftflöde till rummet (s.k. CAV-system – ”Constant Air Volume”) eller med ett variabelt luftflöde (s.k. VAV-system – ”Variable Air Volume”).

För att anpassa tilluftens temperatur och därmed kyleffekt till det aktuella behovet förses tilluftdonen för CAV-system ibland med elektriska eftervärmare styrda av temperaturgivare i rummet. I VAV-systemet anpassas istället kyleffekten genom att spjäll i donen ändrar tilluftflödet till rummet efter behov.

För att undvika dragproblem (”kallras” – den kalla tilluften är tyngre än den varma rumsluften och sjunker ner mot golvet i rummet) är det viktigt att typ och placering av tilluftdon väljs noga, det finns ett stort antal typer att välja bland.

## 5.1 Omblandande eller deplacerande ventilation?

Donens uppgift är att blanda den kallare tilluften med den varmare rumsluften till en lämplig temperatur – om detta görs med tilluft med högre hastighet sker blandningen turbulent och kallas ”omblandande ventilation”. Det är viktigt att blandningen med den varma rumsluften verkligen sker så effektivt som möjligt så att inte tilluften bara passerar genom och lämnar rummet utan att ha fört med sig värmeöverskott och föroreningar (kallas ”kortslutning”).

Alternativt kan den kalla tilluften tillföras rummet med låg hastighet genom don placerade i golvnivå – blandningen blir då mer laminär och kallas ”deplacerande ventilation”. Den kylda luften sprids ut över golvet närmast donet, värms av värmekällorna i rummet (t ex personerna), blir lättare och stiger upp mot taket där den förs bort som frånluft.

## 5.2 Tvåkanalsapparater

System med tvåkanalsapparater är en relativt exklusiv och effektiv systemlösning som är vanlig i USA men som också fick viss användning i Sverige. Funktionsmässigt påminner den om en 4-rörs induktionsapparat (se 5.5). Apparaten är ansluten till två ventilationskanaler, en för varm och en för kall luft. I apparaten blandas den varma luften från värmesystemet med kall luft från kylsystemet till en för rummet aktuell och lämplig tilluftstemperatur (liknande arbetssättet hos en termostatisk duschblandare!). Blandningsförhållandet mellan kall och varm luft bestäms av ett rumsgivarstyrt blandningsspjäll.

Apparaterna är ofta försedda med automatisk luftflödesstyrning som tar hänsyn till att det statiska lufttrycket i de två kanalerna oftast var olika (trycket i dem påverkades av hur mycket luft som lämnade respektive kanal till de andra anslutna apparaterna). Genom det motormanövrerade blandningsspjället reagerar apparaten mycket snabbt på omställningskommandon från rumstermostaten.

Systemet är bra men relativt dyrt och utrymmeskrävande – det kräver installation av ytterligare en parallell tilluftskanal som kräver mer utrymme än rörledningar för köldbärarvatten. Systemet är fortfarande relativt vanligt för kontorshus i USA men i Sverige har det ofta ersatts med alternativa systemlösningar.

## 6. Kombination av luft- och vattenburen kyla

Tilluften till byggnadens lokaler kyls centralt i luftbehandlingsaggregatet och fördelas med ett CAV-system (5) till de olika rummen. Luften kyls normalt till en temperatur som är lägre än intagsluftens daggpunkt (genom denna avfuktning förhindras kondensutfällning i de lokala rumsluftkylarna). Effekten för klimatkyln till rummet utgörs av summan av rummets andel av den centrala kylningen i luftbehandlingsaggregatet och den lokala kylningen i rummet med temperaturstyrda rumsluftkylare anslutna till köldbärarledningar.

Kyleffektandelen för luften bestäms därmed av kvoten av luftflöde och dess temperaturhöjning och andelen för rumskylarna av köldbärarflödet (som kan styras manuellt eller med termostat – rumstemperaturgivare) och dess temperaturhöjning.

Den lokala komfortkylningen med köldbärarvatten kan utformas på ett antal olika sätt:

### 6.1 Takmonterade rumskylare ("kylbafflar")

Den vanligaste systemlösningen idag är luft- och vattenburen kyla med rumsluftkylare ("kylbafflar") som avger sin kyla till rumsluften i huvudsak genom konvektion.

Tilluften till rummet kan antingen tillföras via kylbaffeln eller via ett separat tilluftsdon. Det första alternativet ger störst kyleffekt. Tilluftsflödet är dimensionerat för rummets ventilationsbehov och ger en grundkyla till rummet; batteriet i kylbaffeln svarar för merparten av kyleffekten.

Temperaturstyrningen sker med rumsgivare (rumstermostat) som via ventil påverkar köldbärarflödet till batteriet i kylbaffeln. Systemet används både för avskilda kontorsmoduler och för större landskapskontor. Kylbafflarna är normalt infällda i undertak (som även döljer kanalerna) om undertak behövs av rumsakustiska skäl.

### 6.2 Kyllda undertak

Ovanlig systemlösning för cellkontor men som ibland tillämpas i kontorslandskap där tillförseln av luft till rummen görs via perforerade undertak som kunde vara utförda med rörslingor för köldbärarvatten (t ex "Stramax-taket" som är utfört av gips och "Frenger-taket" som är ett plåttak). Genom att tilluften tillfördes genom hela takytan (princip som också tillämpas i renrum) fick luften låg hastighet och kunde ta hand om stora värmeöverskott i rummen. Värmeupptagningen sker genom en kombination av strålning och konvektion.

### 6.3 Fläktkonvektorer ("Fancoilapparater")

Fläktkonvektorapparater används främst i rum med höga kylbehov, t ex datorcentraler. Apparaten innehåller fläkt och kylbatteri genom vilket rumsluften passerar och kyls efter aktuellt behov. Kyleffekten regleras med en styrventil för köldbärarvattnet. Fläkten har normalt flera hastigheter och kan stängas av när den inte behövs. Tilluften till rummet som sker med VAV- eller CAV-system (5) används enbart för att täcka rummets ventilationsbehov.

### 6.4 Induktionsapparater – allmänt om funktionen

En vanlig systemlösning i äldre komfortkylda kontorshus är två-rörs induktionsapparater (även benämnda ejektorapparater) som primärt används för värmning vintertid men som också ibland kan kopplas om för kylning under den varma årstiden.

Apparaterna matas med tilluft som behandlats i ett centralt luftbehandlingsaggregat (vintertid värmts och kanske fuktats och sommartid kylts och kanske avfuktats). Rumstemperaturen kan sedan påverkas med värmning respektive kylning med värmebärar- alternativt köldbärarflödet till batterierna i de temperaturstyrda induktionsapparaterna.

Dessa är monterade i fönsterbänkar utmed fasaderna och anslutna till ventilationskanaler och köldbärarledningar normalt dragna i fönsterbänkarna (som även används dragning av el- och telekablar).

Ventilationsluften till rummen ("primärluften") tillförs med relativt högt tryck från de schaktförlagda stamkanalerna via våningskanaler (normalt förlagda i fönsterbänkarna) till induktionsapparaterna och vidare ut i rummen genom en serie munstycken med liten area. Den därigenom alstrade höga lufthastigheten genom munstyckena skapar ett undertryck runt apparaten i fönsterbänken vilket gör att rumsluft ("sekundärluften") dras in i apparaten ("induceras"), passerar genom ett kyl/värmebatteri, blandas med primärluften och tillförs rummet via galler i fönsterbänkens översida.

Temperaturen hos blandningsluften (tilluft och rumsluft) som tillförs rummet kan ändras, normalt manuellt med ett vred på ovansidan av fönsterbänken som påverkar en ventil för köldbärar- eller värmebärarvattnet till värmeväxlaren som ökar eller minskar vattenflödet och därmed värme- respektive kyleffekten, mer om detta nedan i 6.5.

Ett antal typer och fabrikat för induktionsapparater fanns på marknaden och kom till användning:

## 6.5 Två-rörs induktionsapparat

Den absolut vanligaste systemlösningen för värmning och kylning av kontorshus från 1960-talet. Apparaten innehåller en värmeväxlare ("batteri") som vanligast användes för värmning under den kalla årstiden (då de anslöts till värmebärarsystemet) men där man årstidsvis kunde skifta vattensystem till köldbärarvatten på sommaren ("Change-over system").

I kylfallet får temperaturen på det tillförda köldbärarvattnet inte ha för låg temperatur, den måste ligga över rumsluftens daggpunkt så att man inte riskerar kondensutfällning på ytorna i apparatens värmeväxlare – detta är skälet till att man ofta avfuktar tilluften centralt.

## 6.6 Fyr-rörs induktionsapparat

Detta är den dyraste men också bästa typen av induktionsapparat. Den möjliggör att man kyla eller värma ett rum oavsett de simultana behoven i grannrummen.

Apparaten är antingen försedd med två separata värmeväxlare – en för kylning och en för värmning av sekundärluften – eller med en sammanbyggd värmeväxlare som innehåller separata rörslingor för värmning och kylning.

Värmeväxlarna har därmed två helt skilda vattensystem och temperaturstyrningen görs genom att man vid stigande rumstemperatur via ventil stänger vattnet till värmebatteriet och öppnar för köldbärarvattnet till kylbatteriet och tvärtom vid sjunkande rumstemperatur. Normalt har man lagt in ett mindre temperaturintervall vid övergången mellan värme och kyla för att undvika risken för att de två systemen ska konkurrera med varandra.

Apparattypen marknadsförs och används även idag, främst för att användas vid ombyggnad av äldre kontorshus utrustade med fönsterbänkar och två-rörs induktionsapparater.

## 6.7 Tre-rörs induktionsapparat

Detta är en slags billigare variant av fyr-rörs induktionsapparaten. Till skillnad från denna innehåller den här apparaten endast en värmeväxlare som är försedd med röranslutningar för både värme- och köldbärarvatten. Systemet kunde därmed användas under hela året för individuell kylning och värmning av det anslutna rummet.

Temperaturstyrningen av blandningsluften gjordes genom att man påverkade blandningen av vatten från värme- och kylsystemen med en trevägs blandningsventil på inloppet till värmeväxlaren. Vattnet från värmeväxlaren leddes sedan bort i en gemensam returledning för att centralt tillföras värme- och kylanläggningarna ("3 = 2 in och 1 ut").

Investeringskostnaden var högre än för två-rörssystem men lägre än för fyr-rörssystem. Med den tidens låga energipriser (före första oljekrisen) spelade den högre energianvändningen mindre roll.

Med de krav vi idag har på låg energianvändning kan man kanske tycka att det var ett ganska korkat system med hög energianvändning. Genom att vattnet i returledningen var en blandning av värmebärarvatten och köldbärarvatten så får värmesystemet motta en lägre returtemperatur att värma upp än normalt och kylanläggningen på motsvarande sätt en onödigt hög returtemperatur att kyla ner.

## 7. Systemlösningar i äldre hus

Hos kontorsbyggnader som färdigställdes under 1960-talet förändrades fasadutformningen under några få år från relativt små fönsterareor till fasadfönsterandelar på upp mot 60-70 % vilket kraftigt ökade solvärmestillskottet till rummen i byggnaden. Trots detta var det då ännu inte speciellt vanligt med komfortkyla i kontorsbyggnader.

Ett typiskt exempel var första höghuset vid Konserthuset i Stockholm. Det saknade till en början klimatkyla när det togs i bruk 1959 (en varm sommar) vilket ledde till att byggnadens övre våningsplan (där TT:s centralredaktion låg) fick lov att utrymmas.

Detta och liknande exempel ledde under de kommande åren till en snabbt ökande användning av komfortkyla i kontorsbyggnader. Helt dominerande var att man använde vattenburen kyla där man producerade kylan i ett eget vattenkylaggregat för fastigheten. Någon fjärrkyla fanns inte – den första fjärrkylanläggningen togs i bruk i Västerås först 1992. En slags förelöpare till fjärrkyla var större anläggningar som betjänade ett större antal byggnader inom ett områdesnät (t ex för Skärholmen där man i en central anläggning producerade och distribuerade "närfjärrvärme" och "närfjärrkyla")-

Det vanligaste systemet för komfortkyla i kontorshus var två-rörs induktionsapparater med "change-over"-koppling (6.5) men även tvåkanalsystem (5.2) och kylda undertak (6.2) förekom.



## 8. System för komfortkyla i nybyggda kontorslokaler

Den vanligaste systemlösningen idag för fjärrkylansluten komfortkyla är luft- och vattenburen kyla med rumsluftkylare ("kylbafflar") anslutna till ventilationskanalerna för rummet. Systemet används både för avskilda kontorsmoduler och för större landskapskontor. Kylbafflarna är normalt infällda i undertak (som även döljer kanalerna) och som behövs av rumsakustiska skäl.

Värmebehovet vintertid täcks ofta av radiatorer placerade under fönstren. Temperaturstyrningen sker med rumsgivare (rumstermostater) som via ventiler påverkar köldbärarflödet till kylarna och värmebärarflödet till radiatorerna.

En annan frekvent lösning är VAV-system där det variabla luftflödet antingen tillförs rummet via don försedda med motordrivna spjäll som styrs av signal från rumsgivare (rumstermostater). Donen är ofta utförda så att de kan påverka spridningsbilden för luften – vid strypta, lägre luftflöden kan den lägre lufthastigheten hos den kalla luften annars skapa dragproblem i vistelsezonen i rummet. För större rum brukar man ibland tillföra luften genom perforerade textilkonduiter som tjänstgör som tilluftsdon.

## 9. Ombyggnad och renovering av komfortkylsystem

Beroende på omfattningen av renoveringsåtgärderna – från rivning av allt utom stommen till varsam ombyggnad och användning av det som går att använda även i fortsättningen – så varierar frihetsgraden vid val av alternativa systemlösningar.

Värmetillskotten som ska kylas bort har förmodligen minskat t ex genom:

- mer energieffektiv och behovsanpassad belysning, LED istället för glödlampor och lysrör
- bättre fasadisolering och fönster
- energieffektiva och energiklassade kontorsmaskiner, främst datorer.

Men den kan också ha ökat beroende på:

- högre personbelastning – mindre kontorsyta per anställd.

Mycket av den ursprungliga installationsutrustningen är försliten och behöver ändå bytas ut och då mot enheter med högre verkningsgrad och lägre energianvändning – utvecklingen har gått framåt inom detta område.

Det som normalt är svårt och dyrt att påverka är schaktplaceringar och schaktstorlekar för kanaler och rör. Kanalutformning och förläggning kan däremot påverkas. Ventilationskanalerna är idag betydligt tätare och därmed energieffektivare än äldre.

Byggnader som tidigare hade fönsterbänkar för ventilation, kyla och elförsörjning kanske enklast förses med matning på samma sätt utefter fasadväggarna men med utrustningen utbytt mot nya enheter. De vanliga men primitiva två-rörssystemen (6.5) kan kanske bytas mot nya fyr-rörssystem (6.6).

## **10. Individuell mätning av fjärrkyla**

### **10.1 Teoretiskt möjligt men kräver omfattande och dyr utrustning**

För att varje hyresgäst ska kunna betala för sin andel av komfortkylan måste man kunna mäta och summera alla tillförselpunkterna för komfortkylan inom den hyrda byggnadsdelen. Eftersom kylning tilluft och köldbärarvatten till rums kylare används för varje ansluten rumsmodul och dessa medier tillförs via gemensamma våningssystem så måste varje tillförselpunkt mätas var för sig vilket betyder att antalet erforderliga mätare blir stort och kostnaden hög. Varje mätpunkt måste elektriskt förbindas till en för den hyrda ytan gemensam samlingspunkt där mätvärdena kan adderas för debitering.

### **10.2 Flera storheter ska mätas och behandlas**

Det som i så fall ska mätas är för ventilationsandelen kvoten av tillfört luftflöde och temperaturhöjning och för de lokala rums kylarna kvoten av köldbärarflödet till värmeväxlaren och dess temperaturhöjning. Värdena är inte konstanta utan varierar med tiden vilket kräver att de mäts och insamlas kontinuerligt.

### **10.3 Mätningen måste vara tillförlitlig och ha ett lågt sannolikt mätfel**

Det är viktigt att mätningen sker med ett lågt sannolikt mätfel för var och en av de mätta storheterna – luftflöden, köldbärarflöden och temperaturdifferenser för den värmda luften och den värmda köldbäraren. Temperaturdifferenserna är i båda fallen små (jämfört med värmemätningar) och en avvikelse på bara en enstaka grad ger ett mycket stort procentuellt mätfel.

### **10.4 Behov av kalibrering av utrustningen**

Mätutrustningen måste kalibreras regelbundet för att inte mätresultaten ska kunna ifrågasättas av hyresgästerna. Detta kan kanske ske med en fältanpassad kalibreringsmetod men någon sådan finns mig veterligt inte framtagen idag.

Om kalibrering inte kan ske på plats så är alternativet att mätgivarna demonteras och sänds för kalibrering på ett för ändamålet godkänt laboratorium. Under tiden detta sker måste de demonterade givarna ersättas av nya för att inte debiteringen ska sakna mätvärden för perioden. En jämförelse kan kanske göras med ett betydligt enklare mätproblem – mätning av tappvatten där vattenleverantören regelbundet byter ut de befintliga mätarna mot färdigkalibrerade sådana.

### **10.5 Är det ekonomiskt och tekniskt rimligt?**

Nej – det är varken ekonomiskt eller tekniskt rimligt att kräva Individuell och hyresgästanpassad mätning av komfortkyla i t ex kontorsbyggnader. Det är definitivt inte kostnadseffektivt.

## Bilaga 10 – Konsultrapport Wikells och Enerwex



# **Wikells Byggberäkningar**

**Uppdrag åt Boverket:**

**Kostnadsberäkningar installation flödesmätare vid  
uppförande av byggnad och ombyggnad**

### Inledning

Wikells Byggberäkningar har av Boverket fått i uppdrag att kostnadsberäkna installation av värmemängdsmätare/flödesmätare för värme för olika alternativ. Uppdraget innefattade även om det var möjligt och om tillräcklig information fanns att göra en kostnadsberäkning på värmekostnadsfördelare, detta har ej gjorts. För att kunna utföra uppdraget har Wikells Byggberäkningar tagit hjälp av Enerwex AB som har varit underkonsult och sakkunnig till Wikells Byggberäkningar i VVS frågor under många år.

### Handlingar

Boverket mailade över handlingar 12 Maj via Joakim Iveroth som åtföljdes av ett telefonsamtal 14 Maj.

### Utförande

För kostnadsberäkningarna har kalkylprogrammet Sektionsdata 4.15 användts samt fått priser på vissa material från leverantörer och grossister.

### Övrigt

För att tider och material skall gälla så förutsätts det att entreprenaden är av större omfattning. Gällande priser och timpenning har vi utgått från en timlön på 164:- med ett omkostnadspålägg om 293% per arbetad timme som skall täcka kostnader enligt lag, indirekta kostnader m.m. Materialpriserna har vi utgått från branchens prislistor med standardrabbater för att komma fram till ett rimligt inköpspris. För mer detaljerad information vad som ingår i omkostnadspålägget se nästa sida.

## Omkostnader

För att täcka in den del som är att hänföra till omkostnader – sett ur en entreprenörs synvinkel – görs tillägg i % på arbetslön och UE-arbeten enligt nedanstående sammanställning.

### Sammanställning över rekommenderade omkostnader 2013.

#### Direkta kostnader (74,81%)

	Omkostnader	
	i % på arbetslön	i % på UE-kostnad
Direkta kostnader enligt avtal:		
Semesterersättning .....	13,10	
Semesterersättning, frånvarokostnad .....	1,60	
Fora-avgifter .....	5,38	
Särskild löneskatt, pensionspremie .....	1,07	
Soc. avg. på semesterersättning mm.....	10,10	
Sjuklönekostnad .....	7,24	
Kostnad för helglön .....	3,90	
Arbetstidsförkortning .....	1,00	
Direkta kostnader enligt lag:		
Arbetsgivaravgift - lagstadgade .....	31,42	

#### Indirekta kostnader (218,19%)

Resor, traktamenten.....	ingår ej	
Ej debiterbar montörlön .....	18,21	
Tjänstemannalöner, resor, ITP, soc avg .....	85,78	2,00
Övriga personalomkostnader .....	13,42	
Föreningsavgift.....	2,20	
Försäkringar .....	2,30	
Lokalkostnader .....	14,94	
Representation, reklam .....	6,40	
Kostnader för bilar, frakt, transporter.....	21,80	
Verktygskostnader .....	14,25	
Kalkylmässiga avskrivningar på maskiner, inventarier. ..	9,89	
Centraladministration, vinst, risk .....	12,00	4,00
Lagerkostnader inkl transporter .....	8,00	
Märkning, dokumentation m.m.....	5,00	
Olika arbetsrättsliga lagar (MBL m.m.).....	4,00	
Summa	<b>293,00%</b>	<b>6,00%</b>

## Värmemängds- och tappvattenmätare

### Nybyggnad

#### Referensalternativ

Värmestam installeras i centralt schakt, varje lägenhet har eget fördelarskåp.

Stamledningar, fördelarskåp, injusterings- och avstängningsventiler.

*OBS! Lägenhetsdisplay är inget krav för insamlingen, utan bara en hjälp för lägenhetsinnehavaren. Programvaran behövs ej om man väljer att samla in mätvärden manuellt.*

#### Ändringsalternativ 1

**Värmemängdsmätare med trådbunden kommunikation till lägenhetscentral, kommunikation till insamlingsenhet via elnätet.**

**Värmemängdsmätare installeras i fördelarskåp.**

Tillkommande installationer: Värmemängdsmätare (flödesgivare, temperaturgivare, integreringsverk, inbyggd M-BUS), avstängningsventiler, M-BUS kabel, tomrör, lägenhetsdisplay, insamlingsenhet.

<u>Tillkommande kostnad</u>	<u>Material</u>	<u>Arbete</u>	<u>Summa</u>
MultiCAL 302	2 700 kr	300 kr	3 000 kr
Avstängningsventil	500 kr	0 kr	500 kr
M-BUS kabel, tomrör	250 kr	450 kr	700 kr
Lägenhetscentral, GARO, via elnät	3 500 kr	200 kr	3 700 kr
<i>(Lägenhetsdisplay</i>	<i>1 500 kr</i>	<i>200 kr</i>	<i>1 700 kr)</i>
Insamlingsenhet (1 st. per hus)	10 000 kr	600 kr	10 600 kr
<i>(Programvara (upp till 250 mätpunkter)</i>	<i>30 000 kr</i>	<i>0 kr</i>	<i>30 000 kr)</i>

---

## Enerwex



### Ändringsalternativ 2

**Värmemängdsmätare med trådlös kommunikation till lägenhetsdisplay, trådlös kommunikation till insamlingsenhet.**

**Värmemängdsmätare installeras i fördelarskåp.**

Tillkommande installationer: Värmemängdsmätare (flödesgivare, temperaturgivare, integreringsverk, inbyggd trådlös M-BUS), avstängningsventiler, lägenhetsdisplay, repeater, insamlingsenhet, programvara.

Tillkommande kostnad	Material	Arbete	Summa
MultiCAL 302	2 700 kr	300 kr	3 000 kr
Avstängningsventil	500 kr	0 kr	500 kr
<i>(Lägenhetsdisplay)</i>	<i>1 500 kr</i>	<i>200 kr</i>	<i>1 700 kr</i>
Repeater (1 st. per våning)	1 500 kr	300 kr	1 800 kr
Insamlingsenhet (1 st. per hus)	10 000 kr	600 kr	10 600 kr
<i>(Programvara (upp till 250 mätpunkter))</i>	<i>30 000 kr</i>	<i>0 kr</i>	<i>30 000 kr</i>

### Ändringsalternativ 3

**Värmemängdsmätare med trådbunden kommunikation direkt till insamlingsenhet.**

**Värmemängdsmätare installeras i fördelarskåp.**

Tillkommande installationer: Värmemängdsmätare (flödesgivare, temperaturgivare, integreringsverk), avstängningsventiler, M-BUS kabel, tomrör, insamlingsenhet, programvara.

Tillkommande kostnad	Material	Arbete	Summa
MultiCAL 302	2 700 kr	300 kr	3 000 kr
Avstängningsventil	500 kr	0 kr	500 kr
M-BUS kabel, tomrör	750 kr	1 400 kr	2 150 kr
Insamlingsenhet (1 st. per hus)	10 000 kr	600 kr	10 600 kr
<i>(Programvara (upp till 250 mätpunkter))</i>	<i>30 000 kr</i>	<i>0 kr</i>	<i>30 000 kr</i>

---

## Enerwex

## Ombyggnad

### Referensalternativ

Ombyggnad av värmesystem i hus med värmestammar vid fasad.

1. Huvudstammar och värmerör byts, radiatormonterad mätare.
2. Endast huvudstammar byts, radiatormonterad mätare.
3. Huvudstammar och värmerör byts, rörmonterad mätare.
4. Endast huvudstammar byts, rörmonterad mätare.

### Ändringsalternativ 1 och 2

**Fördelningsmätare monteras på varje radiator. Trådlös kommunikation till insamlingsenheten.**

Inget rörmokararbete behövs. För mätningen blir det ingen skillnad mellan de två alternativen.

Tillkommande installationer: Fördelningsmätare (inkl. programmering och 10 års batteritid), insamlingsenhet (1 st. per 3-5 våningsplan).

<u>Tillkommande kostnad</u>	<u>Material</u>	<u>Arbete</u>	<u>Summa</u>
Fördelningsmätare (5 st. radiatorer)	1 100 kr	500 kr	1 600 kr
Insamlingsenhet (1 st. per 3-5 våningsplan)	500 kr	100 kr	600 kr

### Ändringsalternativ 3 och 4

**Rörmonterad värmemängdsmätare monteras. 3 stycken per lägenhet.**

Tillkommande installationer: Värmemängdsmätare (flödesgivare, temperaturgivare, integreringsverk, inbyggd trådlös M-BUS), avstängningsventiler, lägenhetsdisplay, repeater, insamlingsenhet.

<u>Tillkommande kostnad</u>	<u>Material</u>	<u>Arbete</u>	<u>Summa</u>
MultiCAL 302, 3 st. per lgh	8 100 kr	900 kr	9 000 kr
Avstängningsventiler, 2 st. per mätare	3 000 kr	0 kr	3 000 kr
<i>(Lägenhetsdisplay)</i>	<i>1 500 kr</i>	<i>100 kr</i>	<i>1 600 kr</i>
Repeater (1 st. per våning)	1 500 kr	300 kr	1 800 kr
Insamlingsenhet (1 st. per hus)	10 000 kr	600 kr	10 600 kr
<i>(Programvara (upp till 250 mätpunkter))</i>	<i>30 000 kr</i>		<i>30 000 kr</i>

---

## Enerwex

## Varmvattenmätning, nybyggnad

Ultraljudsmätare, trådlös kommunikation och batteridrivna enheter.

<u>Kostnad</u>	<u>Material</u>	<u>Arbete</u>	<u>Summa</u>
MultiCAL 21, 2 st	3 400 kr	700 kr	4 100 kr
Avstängningventiler, 2 st. per mätare	2 000 kr	0 kr	2 000 kr
<i>(Lägenhetsdisplay</i>	<i>1 500 kr</i>	<i>200 kr</i>	<i>1 700 kr)</i>
Repeater (1 st. per våning)	1 500 kr	300 kr	1 800 kr
Insamlingsenhet (1 st. per hus)	10 000 kr	600 kr	10 600 kr
<i>(Programvara (upp till 250 mätpunkter)</i>	<i>30 000 kr</i>		<i>30 000 kr)</i>

Vinghjulsmätare, trådbunden kommunikation till lägenhetsdisplay

<u>Kostnad</u>	<u>Material</u>	<u>Arbete</u>	<u>Summa</u>
GWF, 2 st.	2 000 kr	700 kr	2 700 kr
Avstängningventiler, 2 st. per mätare	2 000 kr	0 kr	2 000 kr
M-BUS kabel, tomrör	250 kr	450 kr	700 kr
<i>(Lägenhetsdisplay</i>	<i>1 500 kr</i>	<i>200 kr</i>	<i>1 700 kr)</i>
Repeater (1 st. per våning)	1 500 kr	300 kr	1 800 kr
Insamlingsenhet (1 st. per hus)	10 000 kr	600 kr	10 600 kr
<i>(Programvara (upp till 250 mätpunkter)</i>	<i>30 000 kr</i>		<i>30 000 kr)</i>

Samtliga redovisade kostnader är inklusive arbetskostnader, projektering och material, men utan mervärdeskatt.

---

## Enerwex

## Kommentarer

I nybyggnadsfallet byggs mätaren in i rörsystemet och ansluts till lägenhetens spänningsmatning. Mellan mätaren / lägenhetsdisplayen / insamlingsenheten dras M-BUS kabel alt. trådlös överföring. Priser från Armatec och Kamstrup, samt branschens normala timkostnad för montage.

I alternativet med trådlös kommunikation blir antalet repeaters och insamlingsenheter beroende på hur husen ser ut och hur effektivt radiosignalerna därmed kan ta sig fram mellan enheterna. Programvaran krävs för automatisk insamling, men det finns även billigare system där man går runt med en dator en gång i månaden och samlar in mätvärdena.

Ombyggnadsalternativet inkräktar inte alls på rören, utan monteras utanpå och är försedd med batteri. Insamlingen sker i detta fall genom att man åker förbi byggnaden i bil och läser av värden från insamlingsenheterna. Priser från Inergi.

Med vänligaste hälsningar

Robin Fritzson

---

## Enerwex





# Boverket

Myndigheten för samhällsplanering,  
byggande och boende

Box 534, 371 23 Karlskrona  
Besök Karlskrona: Drottninggatan 18  
Besök Stockholm: Karlavägen 108  
Telefon: 0455-35 30 00  
Webbplats: [www.boverket.se](http://www.boverket.se)