




Boverket

Myndigheten för samhällsplanering,  
byggande och boende

RAPPORT 2018:18



# Individuell mätning och debitering

Uppföljning 2018



# Individuell mätning och debitering

Uppföljning 2018

Titel: Individuell mätning och debitering  
Rapportnummer: 2018:18  
Utgivare: Boverket, maj, 2018  
Upplaga: 1  
Tryck: internt Boverket  
ISBN tryck: 978-91-7563-558-3  
ISBN pdf: 978-91-7563-559-0  
Diarienummer: 3.4.1 1568/2016

Rapporten kan beställas från Boverket.

Webbplats: [www.boverket.se/publikationer](http://www.boverket.se/publikationer)  
E-post: [publikationsservice@boverket.se](mailto:publikationsservice@boverket.se)  
Telefon: 0455-35 30 00  
Postadress: Boverket, Box 534, 371 23 Karlskrona

Rapporten finns i pdf-format på Boverkets webbplats.  
Den kan också tas fram i alternativt format på begäran.

# Förord

I artikel 9 i energieffektiviseringsdirektivet<sup>1</sup> ställs krav på medlemsstaterna att se till att byggherrar och fastighetsägare installerar individuella mätare så att varje lägenhets energianvändning för uppvärmning, kyla och tappvarmvatten kan mätas. Syftet med att mäta i varje lägenhet är att öka hushållens medvetenhet om sin energianvändning och ge dem möjligheten att minska den.

Sverige har implementerat artikeln genom lagen (2014:267) om energimätning i byggnader. Lagen ställer bland annat krav på byggherrar och byggnadsägare att det ska gå att mäta värme, kyla och tappvarmvatten individuellt i varje lägenhet. Kravet gäller dock bara om åtgärden är kostnadseffektiv.

I två utredningar 2014 och 2015 bedömde Boverket att individuell mätning och debitering generellt inte var lönsamt, varken för värme, kyla eller tappvarmvatten, vid uppförande eller i befintliga byggnader. Boverkets rekommendation till regeringen var därför att inte ställa några krav på förordningsnivå. Regeringen följde Boverkets rekommendation, med tillägget att frågan skulle följas upp för att se om förutsättningarna för lönsamhet hade förändrats.

I denna rapport redovisas resultatet av uppföljningen 2018. Uppföljningen har utförts av konsult på uppdrag av Boverket och har därefter kvalitetsgranskats av en arbetsgrupp på Boverket bestående av Cathrine Engström, Bertil Jönsson, Björn Mattsson, Mikael Näslund och Pål Sjöberg med Linda Lagnerö som projektledare. Ansvarig enhetschef har varit Lena Hagert Pilenås.

Karlskrona maj 2018

Yvonne Svensson  
stf. generaldirektör

---

<sup>1</sup> Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/27/EU av den 25 oktober 2012 om energieffektivitet.

# Innehåll

Sammanfattning .....	6
Genomförande och metod .....	6
Resultat av uppföljningen 2018 .....	7
Förkortningar .....	9
Definitioner .....	9
Inledning .....	11
Avgränsningar och metod .....	11
Att beräkna lönsamheten med hjälp av Monte Carlo-simuleringar ...	12
Rapportdisposition.....	13
Individuell mätning och debitering av värme .....	14
Energiberäkningar – sparad energi vid sänkning av inomhustemperaturen .....	14
<i>Förändrade energihushållningskrav</i> .....	15
<i>Typbyggnaden</i> .....	16
<i>Resultatet av energiberäkningarna</i> .....	17
Energi- och effektpriser .....	19
Installations- och driftkostnader för värme .....	20
<i>Kostnader vid ny- och ombyggnad</i> .....	21
<i>Kostnader i befintligt bestånd</i> .....	22
Kalkylmodell för värme .....	22
Beräkningsresultat, analys och slutsatser .....	23
<i>Värmemätning vid ny- och ombyggnad</i> .....	23
<i>Värmemätning i befintligt bestånd – radiatormätning</i> .....	26
<i>Värmemätning i lokaler</i> .....	33
<i>Uppföljning temperaturmätning i allmännyttiga bostadsbolag</i> .....	35
Individuell mätning och debitering av tappvarmvatten .....	37
VA-avgiften .....	37
Förbrukning av tappvarmvatten innan IMD .....	38
Förväntad besparing efter IMD .....	38
Installations- och driftkostnader .....	39
Kalkylmodellen för tappvarmvatten .....	41
Beräkningsresultat, analys och rekommendationer .....	42
<i>Resultat och analys IMD tappvarmvatten vid nybyggnad</i> .....	42
<i>Resultat och analys tappvarmvatten vid ombyggnad</i> .....	46
<i>Volymmätare eller energimätare</i> .....	47
Sammanfattande slutsatser och rekommendationer .....	49
Om indata till kalkylen .....	49
Individuell mätning och debitering vid ny- och ombyggnad .....	50
<i>Värme</i> .....	50
<i>Tappvarmvatten</i> .....	50
Individuell mätning och debitering i befintlig bebyggelse .....	51
<i>Värme</i> .....	51
<i>Tappvarmvatten</i> .....	53
Individuell mätning och debitering i kontor .....	53

Bilaga 1 – Kompletterande Monte Carlo-simuleringar för IMD	
värme .....	54
IMD värme - nyproduktion .....	54
IMD värme - ombyggnad .....	55
IMD värme - radiatormätning befintlig bebyggelse .....	56
Bilaga 2 – VA-avgifter och energi- och effektpriser .....	61
Energi- och effekttaxor 2018 .....	64
Bilaga 3 Energiberäkningar – genomförande och resultat .....	65
Metod .....	65
Huvudsakliga skillnader i BBR25 relativt tidigare versioner .....	66
Modellerna .....	67
<i>Flerbostadshus</i> .....	67
<i>Kontor</i> .....	69
Resultat .....	71
<i>Kommentarer till resultaten</i> .....	71

# Sammanfattning

Som en följd av energieffektiviseringsdirektivets krav på individuell mätning och debitering (IMD) av kyla, värme och tappvarmvatten infördes lagen (2014:267) om energimätning i byggnader i Sverige 2014.

Boverket fick i samband med det uppdraget att utreda huruvida investeringar av IMD var kostnadseffektivt vid ny- och ombyggnad samt i befintliga byggnader och utifrån utredningens resultat ge förslag på en förordning för att komplettera lagkravet. I utredningarna likställdes kostnadseffektivitet med lönsamhet vid investering i IMD.<sup>2</sup> Boverkets arbete ledde till två rapporter<sup>3</sup> publicerade 2014 och 2015, där frågan utreddes. Boverkets övergripande slutsats var att IMD generellt inte var lönsamt och myndighetens rekommendation blev därmed att inte införa ett sådant krav. Boverket gav därför inte heller några förslag på förordningsnivå.

Regeringen följde Boverkets rekommendation, med tillägget att frågan skulle följas upp efterkommande år för att se om förutsättningarna för lönsamhet förändras.

Uppföljningen av IMD 2018 inkluderar uppdaterade lönsamhetsberäkningar för att mäta och debitera värme och tappvarmvatten individuellt på lägenhetsnivå, i flerbostadhus och i kontor, vid ny- och ombyggnad och i befintliga byggnader.

## Genomförande och metod

Genomförandet är detsamma som vid Boverkets två tidigare utredningar. Energiberäkningar genomförs där energi- och effektbesparingen har beräknats för en typbyggnad med olika goda isolerande egenskaper och värmeåtervinning ur frånluften, när inomhustemperaturen sänks från 23 till 22 °C och från 22 till 21 °C. För att beräkna värdet av energi- och effektbesparingen, har prisuppgifter från totalt sju fjärrvärmebolag i fyra olika orter inhämtats. För tappvarmvatten har även uppdaterade VA-

---

<sup>2</sup> Kostnadseffektivitet handlar egentligen om att uppnå ett givet mål (ökad energibesparing i detta fall) till lägsta möjliga (samhällsekonomiska) kostnad, alternativt att för en given kostnad uppnå så stor nytta (energibesparing) som möjligt. Eftersom kraven på IMD i lag (2014:267) om energimätning i byggnader ställs på byggnadsägaren och fastighetsägaren är det i stället lönsamheten i en sådan investering som bedöms.

<sup>3</sup> Boverket (2014), *Individuell mätning och debitering vid ny- och ombyggnad*, rapport 2014:29.

Boverket (2015), *Individuell mätning och debitering i befintlig bebyggelse*, rapport 2015:34



avgifter inhämtats, samt nya antaganden om förbrukning av tappvarmvatten innan IMD och förväntad besparing på grund av IMD gjorts.

Dessa uppgifter, tillsammans med uppdaterade kostnadsuppgifter för installation och drift av värmemängdsmätare, radiatormätare och vattenmätare, har matats in i samma kalkylmodell som användes 2014 och 2015. Med hjälp av den uppdaterade modellen kan investeringens lönsamhet beräknas genom en traditionell investeringskalkyl på byggnadsnivå.

Eftersom i princip samtliga indata till kalkylen är osäkra eller varierar kraftigt, är antalet möjliga investeringskalkyler många. Detta gör att det krävs ett stort antal beräkningar för att få fram ett användbart resultat, och där flera olika känslighetsanalyser kan och bör genomföras. Genom att applicera Monte Carlo-simuleringar på kalkylmodellen kan detta hanteras. Detta innebär att tusentals simuleringar genomförs där slumpmässigt valda indata från fördefinierade sannolikhetsfördelningar används. Slutresultatet, hur många av simuleringarna som är lönsamma och hur många som är olönsamma, kan sammanfattas 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 utfallet. Monte Carlo-simuleringar användes som metod 2014 och 2015, och så även i denna uppföljning 2018.

## Resultat av uppföljningen 2018

Beräkningsresultaten 2018 skiljer sig inte från resultaten från de tidigare utredningarna 2014 och 2015. Boverket står således fast vid sin rekommendation till regeringen att inte införa krav på individuell mätning och debitering i Sverige.

Att mäta värme på lägenhetsnivå genom att installera en värmemängdsmätare vid ny- eller ombyggnad är alltid olönsamt enligt beräkningsresultaten. Resultaten är således desamma som vid utredningen 2014. Boverkets rekommendation är därför också densamma som tidigare, att inte i något fall införa ett krav på sådan mätning i Sverige.

Att mäta värme på lägenhetsnivå i befintliga byggnader med radiatormätare är även det olönsamt i de allra flesta fall, där endast typbyggnaden med sämst energiprestanda visar på en teoretisk möjlig ekonomisk vinst när inomhustemperaturen sänks med 1 °C med säkerhet (analyssteg 1). När osäkerhet introduceras även för intäktssidan (analyssteg 2), minskar sannolikheten för lönsamhet samtidigt som risken i investeringen ökar kraftigt. Detta faktiska kalkylresultat ska också bedömas utifrån det faktum att flera externa kostnadsposter inte är inkluderade i kalkylen, och

där storleken på intäktssidan, dvs. sänkt temperatur, är osäker. Beräkningsresultatet är detsamma som vid utredningen 2015, där motsvarande resultat uppvisades för typbyggnaden med sämst energiprestanda (BBR +75)<sup>4</sup>. Boverkets slutsats och rekommendation från 2015 kvarstår därför, att ett krav på individuell mätning av värme med radiatormätare med stor sannolikhet skulle innebära olönsamma investeringar för majoriteten fastighetsägare och att det därför inte i något fall ska krävas individuell mätning och debitering av värme med radiatormätare i befintlig bebyggelse.

Resultaten för individuell mätning och debitering av tappvarmvatten indikerar att en sådan investering vid uppförande kan bli lönsam i de fall vattenförbrukningen minskar, men där det är lika stor sannolikhet, generellt, att den blir olönsam. Kostnaden för drift men även vilken kommun som byggnaden ligger i påverkar resultatet kraftigt. I ombyggnadsfallet, där installationskostnaden såväl som risken för oförutsedda kostnader är högre, är sannolikheten för ett lönsamt resultat ännu lägre. Boverkets slutsats blir därför densamma som vid utredningen 2014, att sannolikheten för lönsamhet är för låg för att kunna ställa krav på individuell mätning av tappvarmvatten vid uppförande eller ombyggnad. Boverket föreslår därför återigen att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av tappvarmvatten vid ny- eller ombyggnad.

Samtidigt verkar individuell mätning av tappvarmvatten vid nyproduktion i stort sett vara standard idag, enligt de mätföretag och fastighetsbolag som Boverket har haft kontakt med i denna utredning. Det är således troligt att ett lagkrav på individuell mätning och debitering av tappvarmvatten vid nyproduktion inte skulle få särskilt stora ekonomiska konsekvenser för byggherrar eller fastighetsägare idag.

---

<sup>4</sup> (BBR+75) innebär en energiprestanda som är 75 procent sämre än minimikravet i BBR.

## 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 byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd
BOA	Den yta i ett hus som är användningsbar för boende. Boytan utgör tillsammans med biytor byggnadens totalyta
IMD	Individuell mätning och debitering
SFFE	Svensk förening för förbrukningsmätning av energi
Sveby	Standardisera och Verifiera Energiprestanda i byggnader

## Definitioner

**Byggnadens energianvändning.** Den energi som vid normalt brukande under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för uppvärmning ( $E_{uppv}$ ), komfortkyla ( $E_{kyl}$ ), tappvarmvatten ( $E_{tvv}$ ) och byggnadens fastighetsenergi ( $E_f$ ).

**Byggnadens specifika energianvändning.** Byggnadens energianvändning fördelat på  $A_{temp}$  uttryckt i kWh/m<sup>2</sup> och år. Hushållsenergi och verksamhetsenergi ingår inte. Det begrepp som tidigare användes för att uttrycka energiprestanda i Boverkets byggregler.

**Energiprestanda.** Den mängd levererad energi som behövs för uppvärmning, kylning, ventilation, varmvatten och belysning vid ett normalt bruk av en byggnad, undantaget sådan energi från sol, vind, mark, luft eller vatten som alstras i byggnaden eller på dess tomt.<sup>5</sup>

**Byggnadens primärenergital ( $EP_{pet}$ ).** Det värde som beskriver byggnadens energiprestanda uttryckt i primärenergi. Primärenergitalet utgörs av byggnadens energianvändning, där energi till uppvärmning har korrigerats med en geografisk justeringsfaktor ( $F_{geo}$ ), multiplicerat med primärenergifaktor för energibärare och fördelat på  $A_{temp}$ . Enheten är kWh/m<sup>2</sup> och år.

**Kostnadseffektivitet.** Likställs i rapporten med lönsamhet.

**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. Kallas värmemängdsmätare i rapporten.

<sup>5</sup> Enligt definition i Plan- och byggförordning (2011:338).

**Radiatormätare.** Ett instrument som inte mäter faktisk värmemängd utan brukarens relativa andel av fastighetens totala värmemängd. Dess egenskaper kan inte direkt jämföras med en värmemätare. Mätaren registrerar skillnaden mellan rums- och radiatortemperaturen. Resultatet blir ett relativt mått för den av radiatorn levererade energin i förhållande till de andra radiatorerna. Kallas även värmefördelningsmätare eller heat cost allocator (HCA).

## Inledning

Som en följd av det svenska införlivandet av energieffektiviseringsdirektivet (EED) fick Boverket 2014 i uppdrag av regeringen att utreda i vilka fall man ska införa krav på individuell mätning och debitering (IMD) på lägenhetsnivå för värme, kyla och tappvarmvatten. Boverkets arbete resulterade i två rapporter<sup>6</sup> som visade att individuell mätning och debitering av värme, kyla och tappvarmvatten generellt inte var lönsamt. Boverkets rekommendation blev därför att Sverige inte bör införa några krav på mätning på lägenhetsnivå. Regeringen följde Boverkets bedömning och införde inga krav på IMD. I stället fick Boverket i uppdrag att under de närmaste åren följa upp och utreda om det finns skäl att framöver införa krav på mätning av värme och tappvarmvatten på lägenhetsnivå i Sverige

Boverkets uppföljning 2017 genomfördes utan att uppdatera lönsamhetsberäkningarna. Detta ansågs rimligt då varken möjliga intäkter eller kostnader troligen hade förändrats märkbart. För uppföljningen 2018 har dock lönsamhetsberäkningarna uppdaterats. Detta innebär i praktiken att lönsamhetsberäkningar för individuell mätning utifrån de ursprungliga kalkylmodellerna har gjort, men där indata (intäkter och kostnader) uppdaterats.

I föreliggande rapport redovisas genomförande och resultat av Boverkets uppföljning 2018.

### Avgränsningar och metod

Enligt EED ska individuell mätning och debitering för värme, kyla och tappvarmvatten möjliggöras för hushåll vid ny- och ombyggnad och i befintliga byggnader, givet att det är tekniskt möjligt och kostnadseffektivt. Boverket gjorde följande antaganden och avgränsningar i utredningarna 2014 och 2015:

- Individuell mätning och debitering av tappvarmvatten utreddes för nyproduktion och ombyggnation, där antagandet var att det på grund av stamdragningar krävdes fler mätare i ombyggnadsfallet än vid nyproduktion. Ett ytterligare antagande var att installationen skedde i samband med stamreovering. På grund av

---

<sup>6</sup> Boverket (2014), *Individuell mätning och debitering vid ny- och ombyggnad*, rapport 2014:29.

Boverket (2015), *Individuell mätning och debitering i befintlig bebyggelse*, rapport 2015:34

resultatet (generellt inte lönsamt) genomfördes inga beräkningar för IMD tappvarmvatten i befintliga byggnader.

- För individuell mätning och debitering av värme vid ny- och ombyggnad utredde Boverket endast värmemängdsmätare, då detta bedömdes vara det enda alternativet enligt energieffektiviseringsdirektivet (EED).
- För individuell mätning av värme i befintlig bebyggelse utredes, på grund av resultaten vid ny- och ombyggnad, endast värmefördelningsmätare (radiatormätare) och temperaturmätning.
- Kyla utreddes inte då det inte förekommer i svenska flerbostadshus och bedömdes vara för tekniskt komplicerat att mäta i kontor.
- Vad gäller lokaler avgränsades analysen till kontor, där endast värme (inte tappvarmvatten eller kyla) utreddes.

För denna utredning kommer samma avgränsningar att göras. Detta innebär att beräkningarna för individuell mätning och debitering av värme görs för värmemängdsmätare när det gäller nyproduktion och ombyggnad, och värmefördelningsmätare (radiatormätare) för befintlig bebyggelse. För tappvarmvatten görs beräkningar i första hand för ny- och ombyggnad. Även temperaturmätning (komfortmätning) följs upp genom intervjuer med de allmännyttiga bolag som Boverket hänvisar till i sin utredning från 2015, med syftet att undersöka om bolagen har ändrat sin syn på mätmetoden. För temperaturmätning görs dock inga nya beräkningar.

## Att beräkna lönsamheten med hjälp av Monte Carlo-simuleringar

För att beräkna lönsamheten för individuell mätning och debitering av värme och tappvarmvatten används en traditionell investeringskalkyl på byggnadsnivå som genererar nuvärdesberäkningar av intäkter såväl som kostnader. Intäktssidan vad gäller värme är den energibesparing som genereras av en lägre inomhustemperatur. För tappvarmvatten består intäktssidan av värdet av minskningen av tappvarmvattenförbrukningen samt energi- och effektbehovet för att värma vattnet till 58 °C. Kostnadsidan består av installations- och driftkostnader för värme- och vattenmätare och för sådan utrustning som krävs för insamling av mätdata.

Eftersom i princip samtliga indata till kalkylen är osäkra eller varierar kraftigt, är antalet möjliga investeringskalkyler många. Detta gör att det krävs ett stort antal beräkningar för att få fram ett användbart resultat, och

där flera olika känslighetsanalyser kan och bör genomföras. För tappvarmvatten är den stora frågan hur mycket tappvarmvatten som faktiskt sparas som ett resultat av IMD. Vidare varierar VA-avgiften relativt kraftigt mellan kommuner vilket påverkar kalkylresultatet. För värme är huvudfrågan om och i vilken utsträckning som hushållen sänker temperaturen i lägenheten som en effekt av IMD, vilket är en förutsättning för att få lönsamhet i investeringen. Även installations- och driftkostnaderna varierar, beroende på fastighetsägarens preferenser vad gäller mätteknik och insamlingssystem. Till detta kommer även de olika fjärrvärmebolagens energi- och effekttariffer som är olika strukturerade och prissatta, vilket också påverkar resultatet.

Genom att applicera Monte Carlo-simuleringar på kalkylmodellen kan osäkerheten hanteras. Detta innebär att tusentals simuleringar genomförs där slumpmässigt valda indata från fördefinierade sannolikhetsfördelningar används. 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 som är olönsamma, kan sammanfattas 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 utfallet.

I Boverkets två utredningar från 2014 och 2015 finns en mer utförlig beskrivning av metoden.

## Rapportdisposition

I avsnitt 2 utreds individuell mätning och debitering av värme för ny- och ombyggnad och befintlig bebyggelse.

I avsnitt 3 utreds individuell mätning och debitering av tappvarmvatten vid ny- och ombyggnad.

I avsnitt 4 sammanställs och analyseras resultatet, slutsatser dras och Boverket ger sin bild av huruvida individuell mätning och debitering av värme och tappvarmvatten bör vara ett krav i Sverige.

## Individuell mätning och debitering av värme

2014 utredde Boverket individuell mätning och debitering av värme vid ny- och ombyggnad, där beräkningsresultatet visade att en sådan investering generellt inte var lönsam. 2015 gjordes motsvarande utredning för befintliga byggnader, och där radiatormätning var mätmetoden. Även här gjordes bedömningen utifrån beräkningsresultaten att en sådan investering var olönsam.

I detta avsnitt redovisas genomförandet och resultatet av motsvarande utredning för individuell mätning och debitering av värme, med uppdaterade indata.

Avsnittet inleds med en beskrivning och resultatet av de energiberäkningar som gjorts för att visa på energibesparingen när temperaturen sänks i ett flerbostadshus. Därefter beskrivs de olika fjärrvärmebolagens energi- och effektpriser för 2018 och huruvida dessa har förändrats sen 2014. Vidare redovisas de installations- och driftkostnader som används i kalkylen. I avsnittet därefter beskrivs kalkylmodellen och resultatet från Monte Carlo-simuleringarna redovisas, för ny- och ombyggnad (värmemätare) samt befintliga flerbostadshus (radiatormätare). Avslutningsvis presenteras kort resultatet för IMD av värme i kontor samt den intervjustudie som gjorts vad gäller temperaturmätning.

### Energiberäkningar – sparad energi vid sänkning av inomhustemperaturen

En central utgångspunkt i Boverkets två tidigare utredningar, och även i denna utredning, är att hushåll där energin för uppvärmning mäts och debiteras på lägenhetsnivå sänker inomhustemperaturen med 1 eller 2 °C. Detta är ett antagande som har gjorts för att skapa en teoretisk intäktssida och möjliggöra en investeringskalkyl. Utifrån beräkningsresultaten kan sedan rimligheten i detta antagande och då även beräkningsresultaten analyseras.

Av den anledningen har, som underlag till lönsamhetsberäkningarna, energiberäkningar genomförts för ett flerbostadshus och ett kontorshus för att undersöka påverkan på energibehovet beroende på inomhustemperaturer. En energimodell har tagits fram för en byggnad som uppfyller de krav som infördes genom Boverkets föreskrifter (2017:5) om ändring i verkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd (i fortsätt-



ningen BBR 25), dvs. en modell vars energiprestanda uppfyller de nivåer som ställs med hänsyn tagen till de primärenergifaktorer som anges i BBR 25 med faktor 1,0 för fjärrvärme och 1,6 för el. Dessa byggnadsmodeller har därefter justerats så att klimatskärmens genomsnittliga värmegenomgångskoefficient ( $U_m$ ) har varierats så att tre mer välisolerade varianter samt tre sämre isolerade varianter har simulerats (enbart två versioner av kontorsfastigheten). För flerbostadshusen har även tre fall utan värmeåtervinning i ventilationsanläggningen studerats. Byggnaderna med sämre isolering (högre U-värden), och de med frånluft utan värmeåtervinning, får sägas motsvara befintliga byggnader (och i kalkylmodellen även ombyggda) medan de som precis uppfyller dagens krav, eller är bättre, motsvarar nyproduktion. Samtliga modeller har simulerats med klimatfiler från Sveby-SMHI för åren 1981–2010 för följande orter:

- Malmö
- Stockholm
- Sundsvall
- Kiruna

### **Förändrade energihushållningskrav**

Sättet att ange en byggnads energiprestanda ändrades i Boverkets byggregler den 1 juli 2017 (BBR 25). Då infördes primärenergitalet som mått på byggnadens energiprestanda och ersatte specifik energianvändning. Genom införandet av primärenergitalet tas hänsyn till den energianvändning i energisystemet som krävs för byggnadens energianvändning. Vidare korrigeras byggnadens energianvändning för uppvärmning till en referensort med hjälp av en geografisk justeringsfaktor. Uppdelningen i elvärmdda och ej elvärmdda byggnader togs också bort. Detta innebär att värdena för byggnadens energiprestanda blir olika beroende på om energiprestanda uttrycks i specifik energianvändning eller primärenergital.

De huvudsakliga skillnaderna mellan BBR 25 och de krav som gällde vid Boverkets utredningar 2014 och 2015 – Boverkets föreskrifter (2014:3) om ändring i verkets byggregler (2006:11) – föreskrifter och allmänna råd (i fortsättningen BBR 21) - är följande:

- Energikravet har skärpts.
- BEN<sup>7</sup> ställer tydligare krav på indata till energiberäkningar som inkluderar normalt brukande.

---

<sup>7</sup> Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2016:12) om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår

I tabell 1 redovisas skillnaderna mellan BBR 21 och BBR 25. Det är energikravet som har förändrats i och med införandet av primärenergifaktorer där elanvändning ska multipliceras med 1,6 ( $PE_{el}$ ) och användningen av övriga energislag ska multipliceras med 1,0 ( $PE_{fjv}$  för fjärrvärme) för att få fram den beräknade energiprestandan som ska jämföras med kravvärdet enligt byggreglerna.

Tabell 1 Skillnader mellan BBR 21 och BBR 25 rörande energiprestanda och klimatskärmens genomsnittliga värmegenomgångskoefficient ( $U_m$ ).

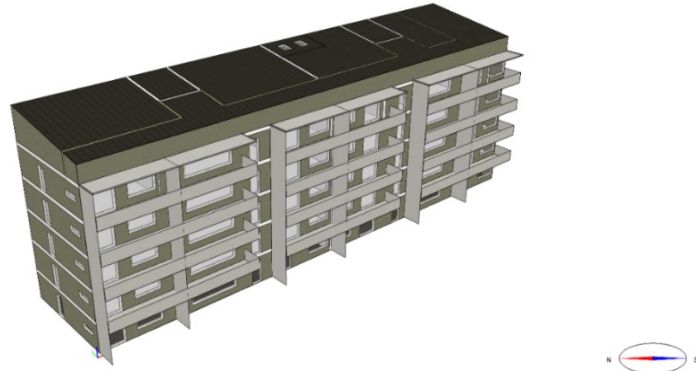
	Flerbostadshus		Lokaler	
	BBR 21 (specifik energi-användning)	BBR 25 (primär-energital)	BBR 21 (specifik energi-användning)	BBR 25 (primär-energital)
Byggnadens energiprestanda ( $\text{kWh/m}^2$ , år)	90	85	80 + tillägg för hygieniskt uteluftflöde	85 + tillägg för hygieniskt uteluftflöde
Genomsnittligt värmegenomgångskoefficient ( $\text{W/m}^2$ , K)	0,4	0,4	0,6	0,6

Användningen av IMD och en förändring av användningen av uppvärmningsenergi eller tappvarmvatten påverkar inte byggnadens energiprestanda. Enligt BBR fastställs byggnadens energiprestanda vid normalt brukande och ett normalår. Normalt brukande regleras i Boverkets föreskrift BEN som trädde i kraft i december 2016. Energiprestanda avser byggnadens energikvalitet med schablonvärden för bland annat inomhus-temperatur och användning av tappvarmvatten.

### Typbyggnaden

Typbyggnaden för energiberäkningarna är ett 5-våningshus med 30 lägenheter, varav 20 treor och 10 tvåor. Den sammanlagda golvarean för hela byggnaden är  $2\,533\text{ m}^2 A_{temp}$ . Platta på mark av betong på makadam med underliggande isolering, ytterväggar av betong med mellanliggande isolering, vindsbjälklag av betong med lösullsisolering, uppstolpat tak av trä och papp, mekanisk från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning, FTX, men där tre av typbyggnaderna har modellerats med endast frånluft. Tillförsel av värme sker från fjärrvärme. Värme tillförs lägenheterna via radiatorsystem som försörjs via stammar i centralt placerade schakt i mitten på byggnaden.

Figur 1 Flerbostadshuset som använts i energiberäkningarna.



Följande fall har simulerats:<sup>8</sup>

- $U_m = 0,33 \text{ W/m}^2$ , K, FTX (Uppfyller dagens BBR-krav)
- $U_m = 0,25 \text{ W/m}^2$ , K, FTX
- $U_m = 0,17 \text{ W/m}^2$ , K, FTX
- $U_m = 0,41 \text{ W/m}^2$ , K, FTX
- $U_m = 0,50 \text{ W/m}^2$ , K, FTX
- $U_m = 0,58 \text{ W/m}^2$ , K, FTX
- $U_m = 0,3 \text{ W/m}^2$ , K, enbart frånluft (F)
- $U_m = 0,5 \text{ W/m}^2$ , K, F
- $U_m = 0,74 \text{ W/m}^2$ , K, F

Typbyggnad  $U=0,33$  uppfyller dagens krav på energihushållning. I rapporten kommer  $U=0,33$ ,  $U=0,41$  osv. vara namnen på respektive typbyggnad.

### Resultatet av energiberäkningarna

Den maximalt möjliga besparing av uppvärmningsenergi när temperaturen sänks 1-2 °C, som redovisas i tabell 2, varierar mellan 0,6–21,7 kWh/m<sup>2</sup> och år beroende på typbyggnadens energiprestanda. För byggnader med sämre energiprestanda blir den absoluta besparingen som väntat högre.

<sup>8</sup> Se bilaga 3 för en fullständig beskrivning av energiberäkningarna, däribland beskrivning av typlokalen.

Tabell 2 Besparing av uppvärmningsenergi ( $\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ ) till följd av temperatur-sänkning i samtliga lägenheter

Temperatur-sänkning	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna	
	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C	1 °C	2 °C
<b>U=0,33</b>	3,1	5,7	2,7	4,9	3,1	5,6	3,8	7,1
<b>U=0,25</b>	2,5	4,5	2,1	3,8	2,5	4,4	2,7	4,9
<b>U=0,17</b>	1,7	3,1	0,6	1,9	1,7	3,0	2,3	4,1
<b>U=0,41</b>	4,0	7,3	3,5	6,3	4,1	7,5	4,5	8,5
<b>U=0,5</b>	4,8	8,9	4,3	7,8	4,8	9,1	5,4	10,3
<b>U=0,58</b>	5,6	10,6	5,2	9,5	5,6	10,7	6,3	12,1
<b>U=0,3 FL</b>	5,6	10,6	5,4	10,3	6,1	11,6	6,5	12,8
<b>U=0,5 FL</b>	7,5	14,4	7,2	13,9	8,3	15,9	8,5	16,9
<b>U=0,74 FL</b>	10,4	19,9	9,8	18,8	10,8	21,0	10,9	21,7

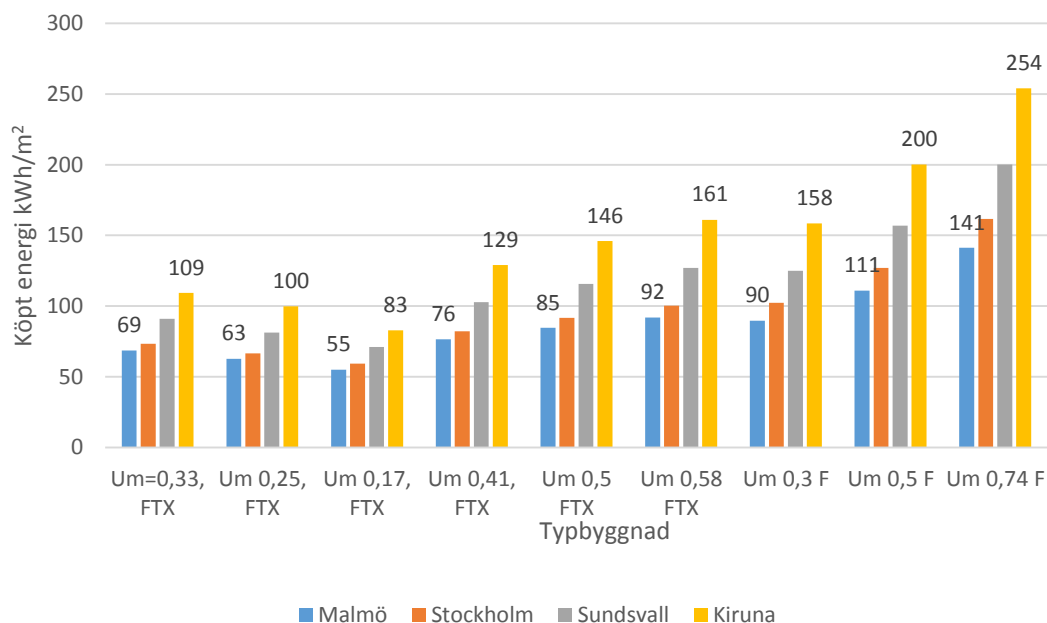
I tabell 3 ses primärenergitalet ( $EP_{\text{pet}}$ ) och i figur 2 därefter energianvändningen (köpt energi) för respektive typbyggnad vid en inomhustemperatur på 21 °C. Den sämsta typbyggnaden ( $U=0,74$  F) dvs. den typbyggnad som använder mest energi för att värma lägenheterna till 21 °C, är något sämre än motsvarande typbyggnad som togs fram 2014.<sup>9</sup> Vidare har fler typbyggnader tagits fram. Beräkningarna kommer således täcka in både fler och sämre byggnader jämfört med utredningarna 2014 och 2015.

Tabell 3 Primärenergital ( $EP_{\text{pet}}$ ) för respektive typbyggnad och ort, vid 21 °C inomhustemperatur

		Typbyggnad								
		U=0,33	U=0,25	U=0,17	U=0,41	U=0,5	U=0,58	U=0,3 FL	U=0,5 FL	U=0,74 FL
<b>Malmö</b>	Kravnivå $EP_{\text{pet}}$ BBR25	85	85	85	85	85	85	85	85	85
	$EP_{\text{pet}}$ ( $PE_{\text{fjv}}=1,0$ , $PE_{\text{el}}=1,6$ )	82	74	65	92	102	111	107	134	172
<b>Sthlm</b>	$EP_{\text{pet}}$ ( $PE_{\text{fjv}}=1,0$ , $PE_{\text{el}}=1,6$ )	79	72	65	88	98	106	107	131	168
	$EP_{\text{pet}}$ ( $PE_{\text{fjv}}=1,0$ , $PE_{\text{el}}=1,6$ )	85	78	70	94	104	113	109	134	169
<b>Kiruna</b>	$EP_{\text{pet}}$ ( $PE_{\text{fjv}}=1,0$ , $PE_{\text{el}}=1,6$ )	82	78	69	93	102	110	105	127	159

<sup>9</sup>  $U=0,74$  FL har till exempel en specifik energianvändning på  $254 \text{ kWh/m}^2$  i Kiruna vid 21 °C. BBR +75, som var den typbyggnad med sämst energiprestanda 2014, hade en specifik energianvändning på  $229 \text{ kWh/m}^2$  givet samma ort vid 21 °C.

Figur 2 Specifik energianvändning (kWh/m<sup>2</sup> och år) för respektive typbyggnad och ort



### Energi- och effektpriser

Generellt har energipriserna förändrats mycket lite sedan 2015, men det finns bolag som har gjort justeringar i utformning och prissättning av energi och effekt på ett sätt som har gett genomslag i kalkylmodellen och simuleringarna. En generell trend är att energibolagen lägger större del av totalkostnaden på den fasta delen och effekttaxan.

Fortum Trygg (Stockholm) har marginellt lägre energi- och effektpriser idag än 2014. EON Bro (Stockholm) har däremot utformat sin prissättning annorlunda. Kostnaden för effekt beräknas inte längre utifrån medeffektuttaget under januari – februari, utan utifrån den högsta uppmätta dygnsmedeleffekten under förbrukningsmånaden. Enerkipriset har också förändrats, från att ha varit samma oavsett månad till att nu ha diversifierats med högre energipriser för de kallare månaderna och lägre under sommarmånaderna.

I Malmö har EON Värme sänkt energipriserna något, medan effektpriiset har höjts med cirka 20 procent. Krafringen i Lund har ett oförändrat effektpriis men ett något lägre energipris för de kallare månaderna.

I Sundsvall har Sundsvall Energi och Öviks Energi tidigare haft samma prisstruktur, men där Sundsvall Energi nu har förändrat sin modell. De har frångått det tidigare sättet där effektbehovet räknades fram med hjälp

av ett kategorital, till att nu utgå från årets högst uppmätta dygnsmedeleffekt, likt Fortum. En större del av avgifterna ligger numera också på effektaavgiften, som har höjts, samtidigt som energipriset har sänkts något. Öviks Energi har sedan 2014 sänkt energipriset för vintermånaderna men höjt för sommarmånaderna, och där effektpriset har höjts med cirka två procent. Just för Sundsvall får Sundsvalls Energis förändrade prisstruktur relativt stort genomslag i kalkylmodellen. Detta eftersom effektbehovet för typbyggnaden, och även minskningen av denna när temperaturen sänks, blir större när det räknas fram enligt Öviks modell jämfört med Sundsvall Energis uppmätta.

I Kiruna är energi-och effektpriser marginellt lägre.

### Installations- och driftkostnader för värme

Boverket konstaterade 2014 att kostnaderna för individuell mätning och debitering varierar kraftigt, och att detta förklarades av att fastighetsägares krav på de system de väljer att köpa och installera varierar. Boverket konstaterade även att det råder stor oenighet kring kostnadsposterna, där flera mätföretag kritiserade Boverkets beräkningsresultat utifrån aspekten att de installations- och driftkostnader som användes i kalkylen, som inhämtats från andra källor än från mätföretagen själva, var allt för höga.

För denna utredning har flera leverantörer kontaktats för att få uppdaterade uppgifter om kostnadsläget för installation och drift av individuell mätning av uppvärmningsenergi. De företag som kontaktats, som är stora inom försäljning och installation av värmemätare, är Elvaco, Infometric, Kamstrup och Armatec. Dessa företag arbetar dock inte med radiatormätning så kostnadsuppgifter för denna mätteknik har inhämtats från Brunata, ISTA och Minol, tre stora marknadsaktörer baserade i Tyskland (ISTA, Minol) och Danmark (Brunata).

Boverket har för denna utredning valt att använda sig uteslutande av de uppgifter inhämtade från mätföretag, vilket skiljer sig från de tidigare utredningarna där även oberoende konsulter användes som informationskälla. Detta har lett till att beräkningarna 2018 utgår från lägre installations- och driftkostnader jämfört med 2014 och 2015. Detta, tillsammans med det faktum att kostnadsuppgifterna från mätföretagen täcker in de flesta, men sällan samtliga, kostnadsposter gör att installations- och driftkostnaderna som används i kalkylen bör ses som moderata. Detta bör beaktas när kalkylresultatet analyseras.

### Kostnader vid ny- och ombyggnad

Den generella bilden är att kostnadsnivån för individuell mätning och debitering med värmemängdsmätare är densamma som 2014–2015. Det är samma mättekniker (vinghjul- och ultraljudsmätare) som används och priset för mätarna är i princip oförändrat. I tabell 4 nedan redovisas den generella kostnadsbilden för värmemängdsmätare som inhämtats från fyra mätföretag. I beräkningarna kommer även en kostnadsuppgift från utredningen 2014 att användas (2 250 kronor, uppgift från SFFE<sup>10</sup>).

Tabell 4 Installations- och driftkostnader för individuell mätning och debitering av uppvärmningsenergi med värmemängdsmätare vid nyproduktion, priser inklusive moms.

Grupp företag	Värmemängdsmätare nyproduktion (En mätare, kr/lgh)	Värmemängdsmätare ombyggnad (Tre mätare, kr/lgh)	Drift (kr/lgh och år)
Infometric, Elvaco, Armatec, Kamstrup	2 600 – 4 100	7 740	65–190

Installationskostnaden vid nyproduktion inkluderar inköp och installation av en värmemängdsmätare inklusive ett trådbundet insamlingssystem. Trådbundet är, på grund av driftsäkerhet, vad samtliga mätföretag rekommenderar vid nyproduktion. Kostnaderna gäller givet att det är förberett för installation samt att tråddragning är gjord (vars kostnad inte är inkluderat).

Vad gäller individuell mätning och debitering av uppvärmningsenergi vid ombyggnad, konstaterade Boverket i 2014 års utredning att installation av värmemängdsmätare i dessa fall endast kunde vara aktuellt om byggnaden har en centralt placerad värmestam och om det är förberett för att få plats med en mätare. Eftersom majoriteten flerbostadshus i Sverige har värmestammar i ytterfasad och att denna stamplacering vanligtvis behålls när man bygger om och gör en väsentlig ändring av värmeledningar, blev slutsatsen att kostnaden för installation av tre mätare per lägenhet skulle vara utgångspunkten för kalkylen. Samma ansats används i beräkningarna i denna rapport. Uppgifter har lämnats av ett mätföretag, där installation av tre värmemängdsmätare uppges kosta 7 740 kr per lägenhet. Detta är i paritet med den lägsta kostnadsuppgift som användes i utredningen 2014 (8 800 kr per lägenhet).

Vad gäller drift uppges mätföretagen en årlig kostnad på 65 till 190 kronor per mätpunkt eller lägenhet, med en genomsnittskostnad på 130 kro-

<sup>10</sup> Svensk Förening för Förbrukningsmätning av Energi

nor. Driften torde vara högre i ombyggnadsfallet då kostnaden i vissa fall baseras på antal mätpunkter (och inte per lägenhet).

### Kostnader i befintligt bestånd

I befintligt bestånd är det radiatormätning som är mätmetoden som utreds. Boverket har hämtat in kostnadsuppgifter från tre mätföretag som arbetar med denna mätteknik. Resultatet är sammanställt i tabell 5 och inkluderar vanligtvis mätarkostnad, montering och installation av fem mätare per lägenhet, men förutsätter att det finns fri åtkomst till radiatorer och att arbetet kan utföras obehindrat. Som ses i tabellen ligger installationskostnaden i spannet 1 525–1 810 kr per lägenhet, med en driftkostnad på 150–310 kr per lägenhet och år.

Tabell 5 Installations- och driftkostnader radiatormätning, priser inklusive moms.

Radiatormätning		
Källa	Installation (kr/lgh)	Drift (kr/lgh och år)
ISTA, Minol, Brunata	1 525 – 1 810	150 – 310

### Kalkylmodell för värme

Kalkylmodellen för att beräkna lönsamheten för värmemätning är samma investeringskalkyl som användes 2014. Kalkylmodellen innehåller 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 2018 års priser.
- Priserna är inklusive moms.

För beräkningarna matas uppgifter in om den totala energianvändningen vid 23, 22 respektive 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 effektbesparingen)
- NV(kostnad) som är nuvärdesberäkningar av kostnaderna (installation och drift)

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

Som beskrivits i tidigare avsnitt genomförs sedan Monte Carlo-simuleringar. I detta fall görs 10 000 simuleringar per kalkylalternativ, där det för varje simulering slumpmässigt dras 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.

## Beräkningsresultat, analys och slutsatser

Beräkningsresultaten för individuell mätning av värme vid ny- och ombyggnad samt befintliga byggnader redovisas i efterföljande avsnitt med analys och slutsatser.

### Värmemätning vid ny- och ombyggnad

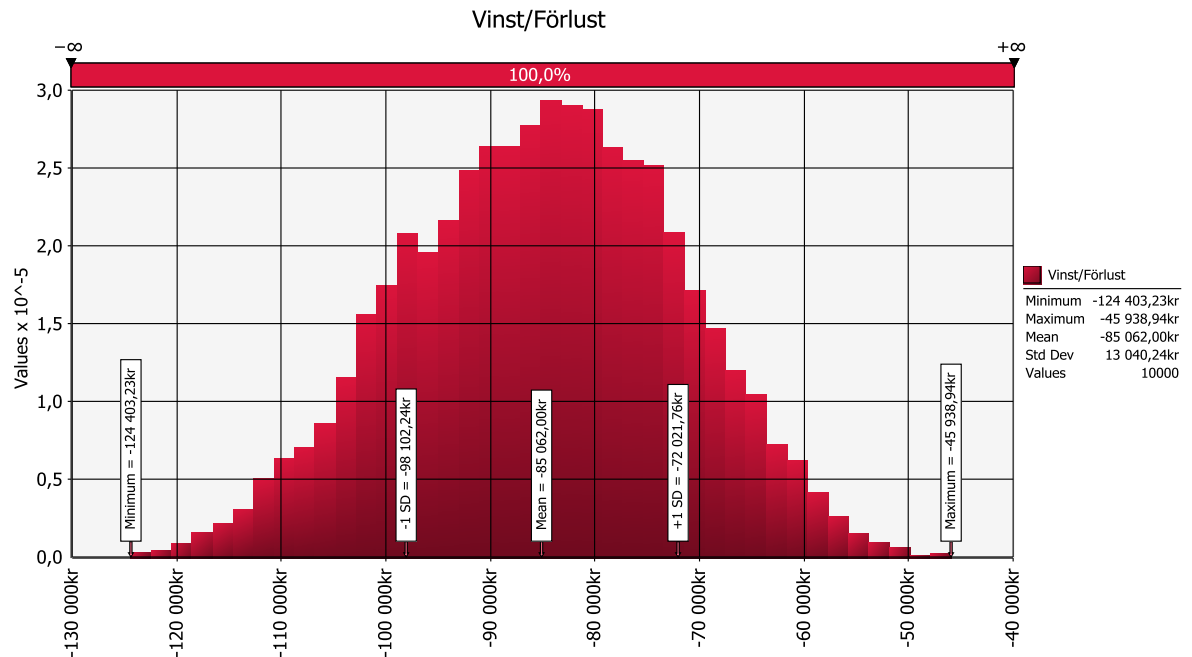
För individuell mätning av uppvärmningsenergi vid uppförande av byggnad och ombyggnad är det installations- och driftkostnaden samt energibesparingen vid temperatursänkning som är de centrala indatavariablerna, vilka ges en sannolikhetsfördelning. Följande sannolikhetsfördelningar ansätts:

- Installationskostnad vid nybyggnad; triangulär fördelning med minsta kostnad 2 250 kr, medel 2 990 kr och max 4 100 kr/lägenhet.
- Installationskostnad vid ombyggnad; triangulär fördelning med minsta kostnad 7 740 kr, högsta 8 880 kr med ett genomsnitt på 8 180 kr per lägenhet.
- Driftkostnad för båda fallen, triangulär fördelning 65–190 kr per lägenhet och år, medelkostnad 130 kr per lägenhet och år.
- Sänkt inomhustemperatur med 1 °C; diskret fördelning med lika stor sannolikhet att inomhustemperaturen sänks från 23 till 22 °C som från 22 till 21 °C (dvs. hushållen sänker med säkerhet inomhustemperaturen med 1 °C).

I figur 3 illustreras resultatet av en av Monte Carlo-simuleringarna, givet ovanstående antaganden, för typbyggnad  $U=0,33$ , som uppfyller dagens

krav vad gäller energiprestanda ( $EP_{\text{pet}} = 85 \text{ kWh/m}^2, \text{ år}$ ) vid  $21 \text{ }^\circ\text{C}$ . Typbyggnaden är placerad i Malmö och köper energi och effekt från EON Värme.

Figur 3 Sannolikhet för lönsamhet IMD värme nyproduktion (typbyggnad  $U=0,33$ ), fjärrvärmebolag Malmö EON, installationskostnad 2250 till 4100 kr/lgh, driftkostnad 65–190 kr/lgh och år, temperatursänkning  $1^\circ\text{C}$ .



De röda staplarna i figuren representerar 10 000 simuleringar, och då indata har ansatts med triangulära sannolikhetsfördelningar, får resultatet en liknande spridning. Från figuren går följande att utläsa:

- Det är noll procents sannolikhet att investeringen blir lönsam.
- Det förväntade nuvärdet eller utfallet av investeringen (mean) är negativt, -85 062 kronor.
- Det maximala (dvs. bästa) resultatet är även det negativt, - 45 939 kronor.
- Standardavvikelsen, vilket är ett mått på risken i investeringen, är 13 040 kronor.

I tabell 6 redovisas motsvarande simuleringar, för samma typbyggnad men för samtliga orter och energibolag.

Tabell 6 Sannolikhet för lönsamhet, IMD värme nyproduktion, installationskostnad 2 250 – 4 100 kr per lägenhet, driftkostnaden 65-190 kr/lgh och år, fyra orter, sju energibolag, en grads temperatursänkning. Resultat gäller för typbyggnad U=0,33 som uppfyller dagens energihushållningskrav.

U=0,33	Utfall Monte Carlo-simuleringar			Sannolikhet för lönsamhet	Standardavvikelse
	Min	Medel	Max		
<b>Malmö</b>					
EON Värme	- 124 403 kr	- 85 062 kr	- 45 939 kr	0,0%	13 040 kr
Krafringen	- 123 957 kr	- 80 741 kr	- 38 912 kr	0,0%	13 420 kr
<b>Stockholm</b>					
Fortum Trygg	- 127 203 kr	- 82 236 kr	- 40 061 kr	0,0%	14 124 kr
EON Bro	- 133 902 kr	- 90 200 kr	- 48 388 kr	0,0%	14 002 kr
<b>Sundsvall</b>					
Sundsvall Energi	- 128 918 kr	- 88 486 kr	- 48 680 kr	0,0%	13 228 kr
Öviks Energi	- 122 130 kr	- 77 839 kr	- 36 371 kr	0,0%	13 873 kr
<b>Kiruna</b>					
Tekniska verken	- 108 467 kr	- 66 346 kr	- 26 268 kr	0,0%	13 377 kr

Som illustreras i tabell 6 är sannolikheten för lönsamhet noll i samtliga fall och det förväntade såväl som det bästa (maximala) utfallet är negativt. Investeringen är alltså inte lönsam ens när simuleringen väljer de lägsta installations- och driftkostnaderna från den triangulära fördelningen. Känslighetsanalysen visar samma resultat vid 2 °C temperatursänkning, dvs. en investering i individuell mätning och debitering av uppvärmningsenergi vid uppförande är inte lönsamt även om effekten av åtgärden är att temperaturen sänks med 2 °C i samtliga lägenheter.<sup>11</sup>

2014 konstaterade Boverket, efter att ha genomfört en traditionell kalkyl där indata gavs konstanta värden, att

”Beräkningsresultatet visar att energibesparingen av en grads lägre temperatur inte i något fall räcker för att investeringen ska bli kostnadseffektiv.”

Samma slutsats kan dras från resultaten redovisade ovan. Individuell mätning av värme med värmemängdsmätare vid nyproduktion är alltid en olönsam investering givet de antaganden som gjorts i denna utredning. Med anledning av att resultatet, som gäller en byggnad som uppfyller dagens krav på energihushållning, görs inga ytterligare kalkyler på byggnader med bättre energihushållning. Detta eftersom möjligheten till lönsamhet minskar ju bättre energiprestanda byggnaden har.

Motsvarande resultat för ombyggnadsfallet presenteras i sin helhet i bilaga 1. I tabell 7 redovisas resultatet för Kiruna som var den ort där investeringen fick bäst utfall. För ombyggnadsfallet görs kalkylen för de typ-

<sup>11</sup> Se bilaga 1 för kalkylresultat.

byggnader som representerar befintliga bestånd, benämnda U=0,41 till U=0,74 FL (beräkningar görs även på U=0,33).

Tabell 7 Sannolikhet för lönsamhet, IMD värme ombyggnad, installationskostnad 7 740 – 8 800 kr per lägenhet. Driftkostnaden 65-190 kr/lgh och år. Fyra orter, sju energibolag, 1°C temperatursänkning. Typbyggnaderna U=0,33 till U=0,74 FL representerar befintligt bestånd med varierande kvalitet på klimatskalet.

Kiruna, Tekniska ver- ken	Utfall Monte Carlo-simuleringar			Sannolikhet för lönsam- het
	Min	Medel	Max	
<b>Typbyggnad</b>				
<b>U = 0,33 FTX</b>	-250 203 kr	-220 146 kr	-188 380 kr	0%
<b>U = 0,41 FTX</b>	-237 347 kr	-179 231 kr	-120 062 kr	0%
<b>U = 0,50 FTX</b>	-230 691 kr	-199 688 kr	-169 977 kr	0%
<b>U = 0,58 FTX</b>	-219 197 kr	-186 965 kr	-158 875 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-212 130 kr	-183 044 kr	-155 494 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-203 756 kr	-173 527 kr	-146 456 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-144 380 kr	-116 277 kr	-89 529 kr	0%

Sannolikheten för lönsamhet är noll procent och samtliga resultat visar på en ekonomisk förlust. Det kan konstateras att värmemätning med värmemängdsmätare vid ombyggnad inte är lönsamt.

### Värmemätning i befintligt bestånd – radiatormätning

I befintlig bebyggelse är det värmefördelningsmätning, även kallat radiatormätning, som är den undersökta metoden för att mäta och debitera värme på lägenhetsnivå.<sup>12</sup> Radiatormätning är vanligt förekommande i Tyskland och Danmark, och det är också mätföretag från dessa länder som tillhandahållit uppgifter om installations- och driftkostnader. I Sverige är det en relativ ovanlig mätteknik, även om det finns exempel på bostadsrättsföreningar som investerat i systemet. För en utförlig beskrivning av hur radiatormätning fungerar hänvisas läsaren till Boverkets utredning från 2015.<sup>13</sup>

Precis som i Boverkets utredning 2015 görs beräkningarna och analysen för befintliga byggnader i två steg. I det första steget görs simuleringarna utifrån antagandet att effekten av installationen av radiatormätare är att samtliga hushåll sänker sin lägenhetstemperatur med 1 °C. Innebörden av detta antagande är att intäktssidan av kalkylen hålls konstant, medan kostnadssidan tillåts variera enligt de sannolikhetsfördelningar som specificeras. Som påvisas i utredningen från 2015 är det dock långt ifrån själv-

<sup>12</sup> Det engelska namnet är *heat cost allocators* (HCA).

<sup>13</sup> Boverket (2015), *Individuell mätning och debitering i befintlig bebyggelse*, rapport 2015:34

klart, troligen osannolikt, att de boende sänker temperaturen i en sådan utsträckning. I det andra analyssteget låter vi därför även intäktsidan variera, där temperaturförändringen i byggnaden ges tre olika utfall;

- ingen förändring
- 1 °C sänkning
- 2 °C sänkning

I steg två kommer således sannolikhetsfördelningar att sättas såväl på intäktsidan som på kostnadssidan.<sup>14</sup>

### **Steg 1. Temperatursänkning med 1 °C**

Följande sannolikhetsfördelningar för kostnadssidan ansätts för radiatormätning i befintliga byggnader.

- Installationskostnad, triangulär fördelning med lägsta kostnad 1 500 kr, medelvärde 1 642 kr och max 1 800 kr/lägenhet.
- Driftkostnad, triangulär fördelning med lägsta kostnad 150 kr, medelvärde 237 kr och max 310 kr per lägenhet och år.
- Sänkt temperatur med en grad, diskret fördelning där det är 50 procents sannolikhet att temperaturen sänks från 23 till 22 °C, och 50 procents sannolikhet att temperaturen sänks från 22 till 21 °C.

I tabell 8 presenteras resultatet för samtliga orter och för ett av totalt två energibolag. Motsvarande beräkningar för de alternativa energibolagen hittas i bilaga 1.

---

<sup>14</sup> För en mer utförlig beskrivning av tillvägagångssättet hänvisas läsaren till Boverkets utredning från 2015, sid 63 och framåt.

Tabell 8 Sannolikhet för lönsamhet, radiatormätning i befintligt bestånd, installationskostnad 1 500 – 1 800 kronor per lägenhet, drift 150–310 kr per lägenhet och år, 1 °C temperatursänkning.

Utfall Monte Carlo-simuleringar					
	Min	Medel	Max	Sannolikhet för vinst	Standardavvikelse
<b>Malmö</b>					
EON Värme					
U = 0,33	-89 573 kr	-66 492 kr	-41 966 kr	0%	8 401 kr
U = 0,41	-82 712 kr	-58 282 kr	-33 905 kr	0%	8 503 kr
U = 0,50	-73 319 kr	-48 412 kr	-21 739 kr	0%	9 129 kr
U = 0,58	-62 994 kr	-37 426 kr	-11 322 kr	0%	9 189 kr
U = 0,3 F	-54 708 kr	-32 005 kr	-8 483 kr	0%	8 490 kr
U = 0,5 F	-31 984 kr	-8 678 kr	16 276 kr	17%	8 624 kr
U = 0,74 F	-1 906 kr	23 849 kr	48 288 kr	100%	8 785 kr
<b>Stockholm</b>					
Fortum Trygg					
U = 0,33	-81 222 kr	-56 426 kr	-30 951 kr	0%	8 682 kr
U = 0,41	-67 576 kr	-43 649 kr	-17 871 kr	0%	8 847 kr
U = 0,50	-57 344 kr	-33 993 kr	-9 552 kr	0%	8 590 kr
U = 0,58	-48 928 kr	-24 106 kr	1 712 kr	0%	8 790 kr
U = 0,3 F	-49 682 kr	-26 634 kr	-3 162 kr	0%	8 290 kr
U = 0,5 F	-22 445 kr	-696 kr	23 671 kr	46%	8 307 kr
U = 0,74 F	11 265 kr	34 402 kr	58 653 kr	100%	8 501 kr
<b>Sundsvall</b>					
Sundsvall Energi					
U = 0,33	-94 082 kr	-69 917 kr	-45 215 kr	0%	8 544 kr
U = 0,41	-84 452 kr	-60 671 kr	-37 066 kr	0%	8 332 kr
U = 0,50	-74 201 kr	-51 963 kr	-28 682 kr	0%	8 155 kr
U = 0,58	-66 491 kr	-43 531 kr	-19 731 kr	0%	8 271 kr
U = 0,3 F	-63 259 kr	-40 799 kr	-16 599 kr	0%	8 437 kr
U = 0,5 F	-42 234 kr	-21 275 kr	1 068 kr	0%	8 184 kr
U = 0,74 F	-18 695 kr	3 704 kr	25 912 kr	66%	8 207 kr
<b>Kiruna</b>					
Tekniska verken					
U = 0,33	-72 664 kr	-47 776 kr	-21 235 kr	0%	8 821 kr
U = 0,41	-62 617 kr	-40 148 kr	-16 090 kr	0%	8 493 kr
U = 0,50	-50 944 kr	-27 319 kr	-2 187 kr	0%	8 420 kr
U = 0,58	-38 444 kr	-14 596 kr	8 912 kr	4%	8 376 kr
U = 0,3 F	-33 110 kr	-10 674 kr	12 173 kr	11%	8 273 kr
U = 0,5 F	-2 862 kr	19 569 kr	43 549 kr	100%	8 170 kr
U = 0,74 F	34 830 kr	56 092 kr	78 839 kr	100%	8 197 kr

Från tabellen går att utläsa att sannolikheten för att investeringen är lönsam är noll procent för majoriteten av typbyggnaderna, givet gjorda antaganden om kostnader och vid 1 °C temperatursänkning. Endast i typbyggnaden med dålig energiprestanda (U=74) visar investeringen ett lönsamt utfall i princip samtliga fall (förutom Sundsvall). I Kiruna är investeringen även lönsam i typbyggnad U=0,5 F. Från tabellen går också att

utläsa att det förväntade nuvärdet är negativt för samtliga typbyggnader förutom typbyggnad  $U=0,74$ , undantaget Kiruna där det förväntade resultatet är positivt även för typbyggnad  $U=0,5$  F. Den största ekonomiska besparingen sker i typbyggnad  $U=0,74$  i Kiruna där temperatursänkningen ger en vinst på 56 092 kronor. Utslaget per lägenhet motsvarar detta en besparing på knappt 16 kronor i månaden. Som konstateras i Boverkets tidigare utredning från 2015, är detta troligen inte ett tillräckligt ekonomiskt incitament för ett hushåll att sänka temperaturen i lägenheten.

En närmare analys av motsvarande simuleringar men med alternativa fjärrvärmebolag, som hittas i bilaga 1, visar att valet av fjärrvärmebolag har stor inverkan på huruvida investeringen blir lönsam eller ej. Detta gäller särskilt i Sundsvall. Jämförs resultatet för Kiruna med till exempel Malmö ser vi också att klimatet har stor inverkan på huruvida IMD av värme blir en lönsam investering eller inte.

Vidare, som tidigare konstaterats har prisnivån för denna typ av mätning inte förändrats särskilt mycket sedan 2015. För denna utrednings beräkningar har dock lägre installations- och driftkostnader valts jämfört med vad som användes 2015. Görs motsvarande simuleringar med samma kostnad som 2015 sjunker sannolikheten för lönsamhet (se beräkningar i bilaga 1).

Resultatet som redovisas ovan är givet antagandet att samtliga hushåll i byggnaden sänker temperaturen i sin lägenhet med  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , som en effekt av IMD. Analysens andra steg, där även denna variabel varierar, görs på den typbyggnad som uppvisar bäst resultat i del 1, dvs.  $U=0,74$ .

## **Steg 2. Tre olika utfall på temperaturförändringen**

I Boverkets utredning från 2015 görs ett försök att få en bättre och mer nyanserad bild av de faktiska effekterna av individuell mätning och debitering av värme, och för att svara på frågan om det är ett rimligt antagande att hushåll med IMD installerat väljer en lägre inomhustemperatur. Bland annat genomförde SKOP, på uppdrag av Boverket, en större intervjuundersökning bland hushåll med individuell mätning och debitering av värme. Drygt 1 000 intervjuer genomfördes bland hushåll med IMD värme. Intervjustudien visade bland annat att:

- Mindre än hälften av hushållen försökte aktivt minska energianvändningen för uppvärmning som en effekt av IMD.
- En majoritet av hushållen vägrade inte mindre på grund av den individuella mätningen.

- Cirka 50 procent av de intervjuade betalade sin faktura för uppvärmning direkt, utan att läsa den informationen som tillhandahölls om deras individuella energianvändning.
- Rättvisa var det främsta skälet till att IMD ansågs vara en bra investering, följt av miljöskäl. På tredje plats kom möjligheten att spara pengar.

Baserat på vad som framkom i SKOPs intervjustudie är ett mer rimligt antagande att en del, men inte samtliga, hushåll i en fastighet med IMD aktivt väljer att sänka inomhustemperaturen för att spara energi. I de fortsatta beräkningarna beaktas detta genom att temperatursänkning ges en diskret sannolikhetsfördelning<sup>15</sup>, på följande sätt:

Tabell 9 Diskret sannolikhetsfördelning på temperatursänkningen, fyra olika fall (15, 25, 35 respektive 45 procents chans att ingen sänkning av inomhustemperaturen sker), typbyggnad U=0,74 FL

Typbyggnad	Simulering	Sannolikhet för oförändrad temperatur	Sannolikhet för 1 °C	Sannolikhet för 2 °C	Totalt
U=0,74 FL	Sim 1	15 %	80 %	5 %	100 %
U=0,74 FL	Sim 2	25 %	70 %	5 %	100 %
U=0,74 FL	Sim 3	35 %	60 %	5 %	100 %
U=0,74 FL	Sim 4	45 %	50 %	5 %	100 %

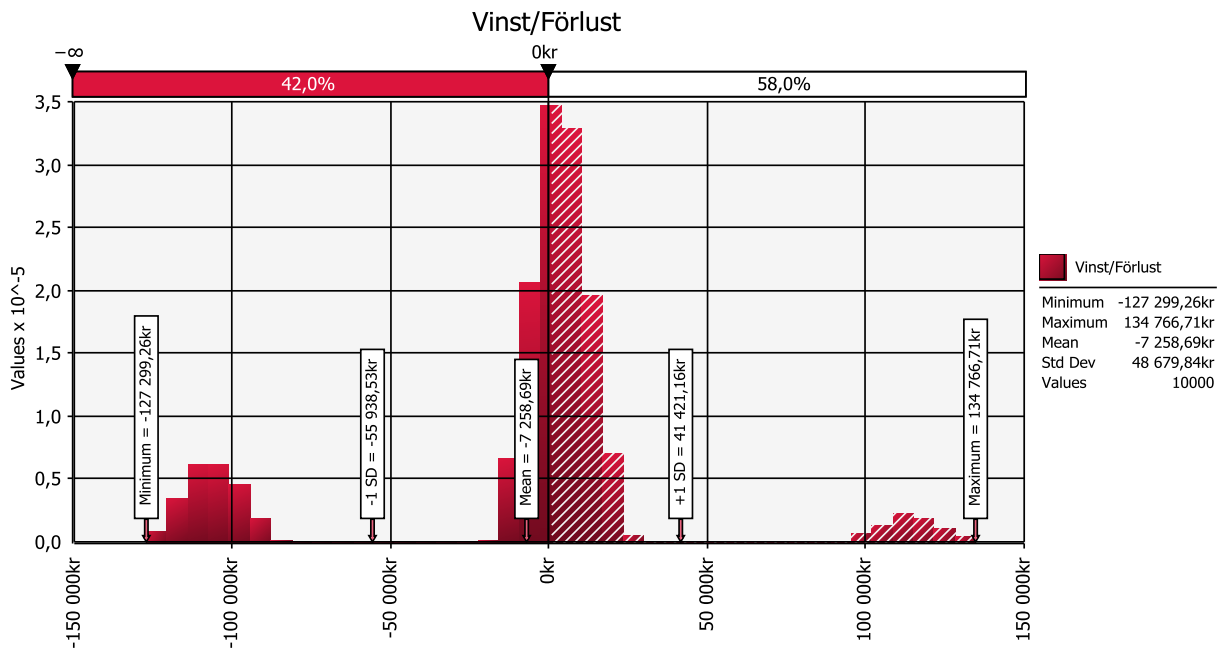
Det som illustreras i tabellen är följande. Samtliga simuleringar görs på typbyggnad U=0,74 FL. Fyra olika simuleringar görs där temperatursänkningen kan anta tre olika värden, oförändrad, 1 °C eller 2 °C. I första fallet (sim 1) är sannolikheten att ingen temperatursänkning sker i byggnaden 15 procent, medan det är 80 procents sannolikhet att temperaturen sänks med 1 °C. Modellen inkluderar även fem procents sannolikhet att temperaturen sänks med 2 °C i samtliga lägenheter. Innebörden av detta är att när Monte Carlo-simuleringarna genomförs kommer 15 procent av de 10 000 simuleringarna göras utan intäktssida, dvs. där temperatur-

<sup>15</sup> Temperaturförändringen i byggnaden med individuell mätning installerat kan anta många olika värden. Om vi i modellen sätter en gräns på temperatursänkningen mellan 0 °C och 2 °C borde i princip vilket värde som helst kunna uppkomma inom denna gräns. Exempelvis en temperatursänkning med 0,15 °C, med 0,83 °C eller en sänkning med 1,37 °C. Det mest naturliga vore därför att låta temperatursänkningen i modellen utgöras av en kontinuerlig sannolikhetsfunktion. Beräkningar av energianvändningen i typbyggnaden har dock endast gjorts vid en temperatursänkning av 0, 1 respektive 2 °C. Utfallet av den individuella mätningen på modellens intäktssida kan därför endast anta tre olika värden. Ingen temperaturförändring, 1 °C respektive 2 °C sänkning. Detta inkluderas i modellen med en diskret sannolikhetsfördelning.



sänkning uteblir. I figur 4 illustreras resultatet för denna simulering där typbyggnaden är placerad i Sundsvall.

Figur 4 Sundsvall, fjärrvärmebolag Sundsvalls energi, 15 procent för oförändrad temperatur, 5 procent för 2 °C och 80 procent för 1 °C temperatursänkning, installationskostnad 1 500–1 800 kronor per lägenhet, driftkostnad 150–310 kronor per lägenhet och år.



Från figuren ses tre stapelgrupper, där den vänstra representerar de 15 procent simuleringar där ingen temperatursänkning sker och kalkylen står utan någon intäktsida. Det förväntade utfallet av investeringen (mean) är en förlust på 7 259 kronor, sannolikheten för vinst är 58 procent och risken är kraftigt förhöjd jämfört med resultatet i steg 1, illustrerat av standardavvikelsen som har ökat till nära 50 000 kronor.

I tabell 10 presenteras motsvarande simuleringsresultat för samtliga orter och där sannolikheten för att ingen temperatursänkning sker, varierar mellan 15 och 45 procent. Motsvarande beräkningar med ett alternativt fjärrvärmebolag hittas i bilaga 1.

Tabell 10 Sannolikhet för lönsamhet givet diskret fördelning av temperatursänkning (sannolikhet för oförändrad inomhustemperatur 15–45 procent), installationskostnad 1 500–1 800 kr/lägenhet, drift 150–310 kr/lägenhet och år, typbyggnad U=0,74 FL.

Utfall Monte Carlo-simuleringar						
Sannolikhet för oförändrad temperatur (%)		Min	Medel	Max	Sannolikhet för lönsamhet	Standardavvikelse
<b>Malmö, EON Värme</b>						
15	U=0,74 F	-128 321 kr	10 872 kr	172 172 kr	85,0%	57 171 kr
25	U=0,74 F	-128 321 kr	-2 106 kr	172 172 kr	75,0%	66 667 kr
35	U=0,74 F	-128 321 kr	-15 083 kr	172 172 kr	65,0%	72 678 kr
45	U=0,74 F	-128 321 kr	-28 060 kr	172 172 kr	55,0%	75 953 kr
<b>Stockholm, Fortum Trygg</b>						
15	U=0,74 F	-125 448 kr	20 369 kr	193 509 kr	85,0%	61 517 kr
25	U=0,74 F	-126 385 kr	6 337 kr	193 509 kr	75,0%	71 770 kr
35	U=0,74 F	-126 385 kr	-7 696 kr	193 509 kr	65,0%	78 392 kr
45	U=0,74 F	-126 385 kr	-21 728 kr	193 509 kr	55,0%	82 065 kr
<b>Sundsvall, Sundsvall Energi</b>						
15	U=0,74 F	-127 299 kr	-7 259 kr	134 767 kr	58,0%	48 680 kr
25	U=0,74 F	-127 299 kr	-18 221 kr	134 767 kr	51,4%	56 645 kr
35	U=0,74 F	-127 299 kr	-29 184 kr	134 767 kr	44,9%	61 750 kr
45	U=0,74 F	-127 299 kr	-40 147 kr	134 767 kr	38,2%	64 625 kr
<b>Kiruna, Tekniska Verken</b>						
15	U=0,74 F	-125 977 kr	39 891 kr	238 383 kr	85,0%	71 250 kr
25	U=0,74 F	-125 977 kr	23 689 kr	238 383 kr	75,0%	83 140 kr
35	U=0,74 F	-127 100 kr	7 488 kr	238 383 kr	65,0%	90 722 kr
45	U=0,74 F	-127 100 kr	-8 714 kr	238 383 kr	55,0%	94 975 kr

Från tabell 10 går att utläsa följande resultat:

- Sannolikheten att investeringen blir lönsam sjunker när osäkerhet introduceras på intäktssidan.
- Likaså sjunker det förväntade utfallet (medel). För Malmö sjunker det från knappt 24 000 kronor i vinst (se tabell 8) till en förlust på cirka 28 000 kronor.
- Risken i investeringen har ökat betänkligt, vilket illustreras av standardavvikelsen. För Kiruna har den ökat från drygt 8 000 kronor (se tabell 8) till cirka 95 000 kronor.

Den sammantagna slutsatsen som kan dras från de två analysstegen är att individuell mätning och debitering av värme i befintliga byggnader, genom radiatormätning, generellt är olönsamt. I byggnader med dålig energiprestanda kan investeringen i teorin vara lönsam givet att majoriteten hushåll väljer att sänka temperaturen i lägenheten, men det är ingen garanti, vilket till exempel kan illustreras av Malmö-exemplet där det för-

väntade nuvärdet eller utfallet av investeringen är –2 106 kronor även när 75 procent av byggnadens boende väljer att sänka temperaturen med 1–2 °C. Sämst resultat får beräkningarna i Sundsvall som till stor del beror på att Sundsvalls Energis nyligen omstrukturerade energi- och effekttaxa.

### Värmemätning i lokaler

2014 genomfördes lönsamhetsberäkningar på individuell mätning och debitering av värme<sup>16</sup> i kontor, för ny- och ombyggnad och där kontoret var placerat i Stockholm. Beräkningarna visade att det var en olönsam investering. Mer centralt var dock konstaterandet att individuell mätning och debitering av värme, som det är avsett att fungera enligt EED, är mer komplicerat i kontorslokaler jämfört med motsvarande mätning i lägenheter.

I tabell 11 presenteras resultat för motsvarande lönsamhetsberäkningar för ett typkontor framtaget för föreliggande utredning.<sup>17</sup> Följande antaganden har gjorts för kalkylen.

- 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 nybyggnadsfallet beräknas för en typbyggnad med en energiprestanda som är bättre än BBR:s krav på energiprestanda ( $U=0,38$ ).
- Energibesparingen av temperatursänkningen i ombyggnadsfallet beräknas för en typbyggnad med sämre isolerande egenskaper ( $U=0,96$ ) än dagens krav.
- Typkontoret är placerat i Stockholm och Malmö.
- Samma kalkylmodell som för flerbostadshus.
- Typkontoret har fem våningar, där varje våning i huvudsak består av kontorslandskap med några enskilda kontorsrum.

---

<sup>16</sup> Tappvatten var ej relevant att utreda då förbrukningen i kontor är marginell. För kyla konstaterades det att individuell mätning och debitering av kyla i kontor är komplicerat och dyrt, men inga ytterligare beräkningar genomfördes.

<sup>17</sup> Se bilaga 3 för en utförlig beskrivning av typkontoret och de energiberäkningar som genomförts.

På varje våningsplan finns cirka 40 radiatorer uppdelat på totalt sex stammar.

- Installationskostnad vid nyproduktion 2 750 – 4 100 kr per värmemätare (en för respektive stam och våning). Kostnad vid ombyggnad 7 740 – 10 000 kr. Driftkostnad 200–300 kronor per mätare.

Tabell 11 Sannolikhet för lönsamhet i kontor, för uppförande och ombyggnad, installationskostnad 7 700–10 000 kr per mätpunkt, driftkostnad 200–300 kr per mätpunkt, två orter, fyra energibolag.

	Utfall Monte Carlo-simuleringar			Sannolikhet för lönsamhet	Standardavvikelse
	Min	Medel	Max		
<b>Malmö</b>					
<b>EON Värme</b>					
Nyproduktion (U=0,38)	-32 301 kr	24 465 kr	77 264 kr	72%	27 867 kr
Ombyggnad (U=0,95)	-26 597 kr	54 178 kr	133 126 kr	92%	41 188 kr
<b>Kraftringen</b>					
Nyproduktion (U=0,38)	-15 366 kr	39 518 kr	95 006 kr	96%	27 016 kr
Ombyggnad (U=0,95)	-8 090 kr	38 439 kr	84 724 kr	99%	11 551 kr
<b>Stockholm</b>					
<b>Fortum Trygg</b>					
Nyproduktion (U=0,38)	-27 407 kr	20 884 kr	69 048 kr	80%	20 855 kr
Ombyggnad (U=0,95)	-229 kr	49 247 kr	98 425 kr	100%	16 966 kr
<b>EON Bro</b>					
Nyproduktion (U=0,38)	-40 190 kr	9 321 kr	57 052 kr	57%	22 168 kr
Ombyggnad (U=0,95)	-17 108 kr	31 108 kr	83 955 kr	96%	17 293 kr

Resultatet av Monte Carlo-simuleringarna visar att individuell mätning av värme i kontorslokaler med stor sannolikhet är lönsamt, särskilt i kontoret med sämre energiprestanda, givet att temperaturen sänks med 1 °C. Resultaten ska dock tolkas försiktigt, av flera anledningar.

Värmeinstallationer i kontorsbyggnader skiljer sig något från bostäder då det är vanligare med horisontella dragningar längs ytterväggar. Det är också vanligare att värme tillförs via ventilationsluften. Vidare är det vanligt att kontorsbyggnaders planlösning ändras efter hyresgästernas behov, vilket kan innebära ombyggnationer där innerväggar flyttas. Detta är en komplikation när värme ska mätas individuellt.

Vidare är värmevandring ett faktum i kontor precis som i flerbostadshus, vilket gör det svårt för olika kontor, eller företag, i samma byggnad att ha olika temperaturer. Att justera temperaturen i ett kontor kan av den anledningen också komma i konflikt med komfortkylan i byggnaden.

Utöver detta är energikostnaden vanligtvis en liten andel av hyran, som i sin tur är en liten andel av kostnaderna för den verksamhet som bedrivs i kontoret. Kostnaden för energi är helt enkelt inte lika kännbar som i flerbostadshus. Däremot finns i många fall en stark vilja att uppvisa god miljömedvetenhet, vilket också bekräftas av de mätföretag som intervjuats för denna utredning.

Att räkna på lönsamheten att mäta värme individuellt i en kontorsbyggnad är således vanskligt då kontorsbyggnader är så komplexa och olikartade att det blir svårt att ta fram allmängiltiga antaganden kring energibesparing och kostnader.

### **Uppföljning temperaturmätning i allmännyttiga bostadsbolag**

Enligt energieffektiviseringsdirektivet är det värmemängdsmätare som är första alternativet när individuell mätning och debitering av värme ska utredas. Om denna mätteknik inte är kostnadseffektiv, som i denna utredning likställs med lönsam, ska radiatormätare utredas. Om inte heller denna mätteknik är lönsam ska alternativa mätmetoder utredas. 2015 utreddes därför så kallad temperaturmätning eller komfortmätning, en mätmetod som innebär att fastighetsägaren mäter temperaturen i byggnadens lägenheter, och där hyresgästerna har möjligheten att spara pengar genom att välja en lägre temperatur än de 21 °C som vanligtvis ingår i hyran. Mättekniken användes då främst av större allmännyttiga bostadsbolag.

I Boverkets utredning 2015 konstaterades att denna form av individuell mätning troligtvis inte uppfyllde de minimikrav som ställs i energieffektiviseringsdirektivets artikel 9. Bland annat eftersom faktureringsinformationen ska visa gällande faktisk energianvändning och där slutanvändaren ska kunna jämföra aktuell energianvändning med tidigare års användning. Eftersom komfortmätning innebär att inomhustemperaturen, inte energianvändningen, mäts i lägenheten ger mätmetoden ingen information som möjliggör sådan information. Det är därför tveksamt om metoden omfattas av energieffektiviseringsdirektivet.

2015 genomfördes ändå lönsamhetsberäkningar för komfortmätning på samma sätt som för värmemängdsmätning och radiatormätning. Beräkningsresultatet visade att detta inte var en lönsam investering, då installations- och driftkostnaderna översteg värdet av energibesparingen när temperaturen sänktes med 1 °C. Erfarenheten från flera allmännyttiga bostadsbolag som mätte temperaturen på detta sätt var också att inomhustemperaturen var oförändrad eller ökade något.

Under februari och mars 2018 har intervjuer genomförts med fyra kommunala bostadsbolag som tidigare har använt temperaturmätning i delar av eller i hela bostadsbeståndet.<sup>18</sup> Syftet har varit att undersöka hur de idag ser på temperaturmätning, och om förutsättningarna har förändrats på så sätt att det idag är en lönsam åtgärd.

Den samstämmiga bilden som framträder i intervjuerna är att samtliga bostadsbolag har gått ifrån temperaturmätning. Huvudanledningen till detta är allt för höga installationskostnader. Att installera temperaturmätning har blivit dyrare under senare år, där ett bostadsbolag menar att kostnaden för installation idag är 12 000 kr per lägenhet.

En annan anledning till att bostadsbolagen valt att avskaffa temperaturmätning är att det lett till orättvis och felaktig debitering. Många lägenheter är inte byggda för att det ska vara möjligt att individuellt styra temperaturen mellan 18–23 °C, då temperaturen bland annat beror på var i huset lägenheten ligger. Ett exempel är hyresgäster som hade termostaterna helt neddragna, men ändå hade en temperatur på över 20 °C, vilket de då blev fakturerade för. Faktureringen fick senare korrigeras manuellt, något som ledde till extraarbete.

Ett annat bostadsbolag framhåller att temperaturmätning är ett komplicerat system att injustera, och att få den exaktheten som det krävs för att debitera utifrån temperatur är omöjligt. När någon flyttar måste termometern korrigeras, vilket skapar ytterligare problem. Den ursprungliga idén att hyresgästen skulle få tillbaka pengar vid lägre temperatur har inte fungerat för flera bostadsbolag.

I de flesta fall ledde temperaturmätning inte heller till någon energibesparing och därmed inte till positiv miljöpåverkan. Efter borttagande av komfortmätning och omjustering av värmesystemet sänktes energianvändningen i det aktuella bostadsbeståndet hos ett bostadsbolag.

Samtliga bostadsbolag har således slutat med installation av termometrar. Några bostadsbolag har inga lägenheter kvar med temperaturmätning medan andra bostadsbolag har kvar mätare i en del av beståndet där de används som referens. Samtliga intervjuade bostadsbolag har också en uppfattning om att andra bostadsbolag inom SABO allt mer går ifrån temperaturmätning.

---

<sup>18</sup> De intervjuade bolagen är Lunds kommuns fastighet AB (LKF), Helsingborgshem, Uppsalahem och Mark Bostads AB.

# Individuell mätning och debitering av tappvarmvatten

I detta avsnitt beräknas lönsamheten för individuell mätning och debitering av tappvarmvatten med uppdaterade indata. I Boverkets utredning från 2014 beräknades lönsamheten för individuell mätning och debitering på två sätt. Dels genom en traditionell kalkyl där konstanta antaganden sattes på indata som till exempel varmvattenförbrukningen innan IMD och den procentuella besparingen som skedde som en konsekvens av IMD. För att fördjupa analysen genomfördes även Monte Carlo-simuleringar där samma indata fick triangulära fördelningar. För denna utredning kommer endast den senare metoden användas då den ger ett mer robust och illustrativt resultat, som lämpar sig bättre som beslutsunderlag.

Avsnittet inleds med en beskrivning av de variabler som påverkar kalkylens intäktssida; VA-avgifter, förbrukning av tappvatten innan installation av individuella mätare samt antaganden kring förväntad besparing av vatten som effekt av att tappvarmvattnet mäts och debiteras på lägenhetsnivå.<sup>19</sup> Därefter redovisas de uppgifter som inhämtats vad gäller installations- och driftkostnader för 2018. Slutligen beskrivs kalkylmodellen och resultatet av Monte Carlo-simuleringarna redovisas med analys och slutsatser.

## VA-avgiften

VA-avgiften har generellt ökat i samtliga fyra län där de fyra orterna är belägna (Malmö, Stockholm, Sundsvall och Kiruna), vilket innebär att värdet av att spara vatten generellt har ökat sen 2014. I Stockholms län har det genomsnittliga priset ökat med cirka 2 kr/m<sup>3</sup>, där länets högsta VA-avgift har ökat från 31,78 kr/m<sup>3</sup> till 41,60 kr/m<sup>3</sup> (Vaxholm). Som jämförelse är avgiften för Stockholms stad 6,9 kr/m<sup>3</sup>. I Skåne län har VA-avgiften ökat något, och är cirka 0,50 kr/m<sup>3</sup> högre än 2014. Motsvarande trend ses i Sundsvall (Västernorrlands län) och Kiruna (Norrbottens län), där den genomsnittliga VA-avgiften i länen har ökat med cirka 1,50 kr/m<sup>3</sup>. För samtliga län gäller att VA-avgiften varierar kraftigt mellan kommunerna.

---

<sup>19</sup> Energi- och effektpriserna är desamma som i föregående avsnitt och redovisas inte separat i detta avsnitt.

## Förbrukning av tappvarmvatten innan IMD

I de ursprungliga beräkningarna 2014 antogs en tappvarmvattenförbrukning i typbyggnaden i spannet 800–1 500 m<sup>3</sup> med 1 000 m<sup>3</sup> som genomsnittlig förbrukning. Volymen skattades utifrån Svebys uppgifter om tappvarmvattenförbrukning per person och år samt antal personer i genomsnitt per lägenhetsstorlek. Tappvarmvattenförbrukningen låg då enligt Sveby i intervallet 13–32 m<sup>3</sup> per person och år, med ett genomsnitt på 18 m<sup>3</sup> per person och år i flerbostadshus. Samma skattning, 18 m<sup>3</sup> (eller cirka 1 000 kWh/person) rekommenderas även i idag. Sveby har inte heller ändrat sina schablonvärden vad gäller genomsnittligt antal personer per lägenhet.<sup>20</sup>

Typbyggnaden som beskrivs i avsnitt *Typbyggnaden* har totalt 30 lägenheter, 20 tvåor och 10 treor. Givet Svebys schablonskattningar av genomsnittligt antal personer per lägenhet och tappvarmvattenförbrukning, bor det 54,4 personer i byggnaden vilka förbrukar 990 m<sup>3</sup> tappvarmvatten per år. Detta är cirka 50 m<sup>3</sup> mer än vad som beräknades 2014.<sup>21</sup> Det är således en marginell ökning av antal personer och därmed vattenförbrukning i byggnaden trots ytterligare sex lägenheter, vilket förklaras av att byggnaden endast har tvåor och treor.

För detta uppdrag antas att tappvarmvattenförbrukningen är 10 procent högre jämfört med 2014, dvs. 880 – 1 650 m<sup>3</sup> med ett medelvärde på 1 100 m<sup>3</sup> och år.

## Förväntad besparing efter IMD

Den förväntade besparingen av tappvarmvatten med IMD är den variabel som är helt avgörande för lönsamhet, och också den som är mest osäker. I Boverkets utredning konstaterades att uppgifterna kring effekten av IMD av tappvarmvatten varierar och att det inte går att få någon samlad bild. Bland annat hänvisade utredningen till de tre stora allmännyttiga bostadsbolagen i Stockholm vars erfarenhet var att IMD av tappvarmvatten inte gav en tillräckligt stor besparing för att vara lönsam. Sveby avstår idag ifrån att ge rekommendationer efter att mätningar från bl.a. SABO och HSB har visat på att besparingen uteblivit, men menar att ett avdrag på 0–20 procent kan användas och att vidare utredning krävs. Från den hearing som hölls i samband med Boverkets utredning 2014 framkom att besparingen troligen var 0–30 procent med en tyngdpunkt på 10 procent.

<sup>20</sup> Enligt *Svebys brukarindata för bostäder 2012* gäller; 1 rum och kök (rk) = 1,42 personer, 2 rk = 1,63 personer, 3 rk = 2,18, 4 rk = 2,79, 5 rk = 3,51, 6 rk = 3,51

<sup>21</sup> (1,63 x 20) + (2,18 x 10) = 54,4 personer. 55 x 18 = 990 m<sup>3</sup> tappvarmvatten



Några nya uppgifter om besparingseffekten som ligger märkbart utanför den bedömning som gjordes 2014 har inte identifierats. Boverket bedömer därför att det besparingsintervall som användes 2014, där effekten av IMD var en besparing på 0–30 procent och 15 procent i genomsnitt, bör användas även i beräkningarna i denna uppföljning.

## Installations- och driftkostnader

Boverkets generella bild av installationskostnaden 2014–2015, var att denna varierade kraftigt och att detta kunde förklaras av att tappvattenmätare har olika teknik, kvalitet och pris samt 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. Det kan konstateras att detta fortfarande är situationen 2018.

För att undersöka kostnadsläget 2018 har flera leverantörer kontaktats. Den generella bilden är att tekniken och även priserna för mätare är oförändrade, men där flera leverantörer menar att de kostnadsuppgifter som användes 2014 var allt för höga.

Samma mätföretag som har bidragit med kostnadsuppgifter för individuell mätning av värme har även gjort detsamma för tappvarmvatten, Elvaco, Infometric, Kamstrup och Armatec, som nedan refereras till som företagsgrupp 1, samt Minol, Brunata och Ista som refereras till som företagsgrupp 2. Den stora skillnaden mellan dessa två företagsgrupper är att den förra primärt säljer mätprodukter (och i vissa fall även installerar och administrerar avläsningen av dessa) medan den senare snarare säljer paketlösningar som inkluderar installation men även driften av den individuella mätningen. Av den anledningen redovisas respektive företagsgrupps uppgifter om installations- och driftkostnader separat. Även lönsamhetsberäkningarna görs för respektive företagsgrupp.

I tabell 12 redovisas installations- och driftkostnader vid ny- och ombyggnad för respektive företagsgrupp.

Tabell 12 Installations- och driftkostnader vid uppföranden och ombyggnad, priser inklusive moms.

Grupp företag	VV-mätare nyproduktion (kr/lgh)	VV-mätare ombyggnad (2 mätare vid stambyte, kr/lgh)	Drift (kr/lgh och år)
<b>Företagsgrupp 1</b> (Infometric, Elvaco, Armatec, Kamstrup)	1 250 – 2 140	2 500–4 300	65–190
<b>Företagsgrupp 2</b> (ISTA, Brunata, Minol)	1 060 – 1 400	-	150–310

Kostnaden för installation av en tappvattenmätare vid nyproduktion ligger, enligt uppgift från företagsgrupp 1 på 1 250 – 2 140 kr per lägenhet, och innefattar då utöver tappvarmvattenmätaren också installation av ett insamlingssystem. Priset varierar på grund av olika val av mätare och insamlingssystem där både vinghjuls- såväl som ultraljudsmätare samt trådbundet och trådlöst insamlingssystem finns representerat. Driftkostnaden ligger på 60–190 kronor per lägenhet (eller mätpunkt) och år, för de företag som säljer sådana tjänster.

Från företagsgrupp 2 ges en något lägre kostnadsbild för installation, 1 060–1 400 kr per lägenhet, men en högre kostnad för drift, 150–310 kr per lägenhet och år. Den lägsta installationskostnaden inkluderar inte något insamlingssystem, utan där är tanken att mätarna läses av på plats av en tekniker. Detta är dock ovanligt i Sverige.

Det finns det flera kostnadsdrivande faktorer som inte är inkluderade i kostnaderna men som bör nämnas.

- Företagsgrupp 1 säljer mätutrustning, där vissa men inte alla även installerar dessa. I de fall installationen utförs av till exempel elentreprenaden är kostnaden för detta inte alltid känd för mätföretagen.
- Vid nyproduktion rekommenderas tråddragen kommunikationsutrustning för säker drift, samt att det generellt är förberett för installation av mätaren. Kostnaden för detta förberedande arbete, tråddragning såväl som projektering och utförande som möjliggör enkel installation, är inte inkluderat.
- Resultatet av den individuella mätningen är vanligtvis ett debiteringsunderlag, ofta i form av ett Excel-ark, som levereras till fastighetsägaren och som kan användas för att fakturera de boende den faktiska användningen av tappvarmvatten.

Kostnaden för fastighetsägaren att bearbeta underlaget är ej inkluderat.

## Kalkylmodellen för tappvarmvatten

Samma kalkylmodell används för denna uppföljning som vid utredningarna 2014 och 2015, dvs. en investeringskalkyl med följande delar:

- Kalkylperiod, 10 år.
- Den totala varmvattenförbrukningen före IMD antas i modellen vara jämt fördelad
- 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.
- Taxor för vatten och avlopp i de län som respektive ort är geografiskt placerad i.
- Kallvattentemperatur på respektive ort.
- Vattnet värms upp till 58 °C.
- Real kalkylränta, fyra procent i huvudalternativet.
- Installationskostnad och årliga driftskostnader.
- Beräkningarna görs i 2018 års priser.
- Priserna är inklusive moms.

Analysen görs på byggnadsnivå. För intäktssidan matas uppgifter in om total förbrukning före införandet av individuell mätning, minskningen efter installation av mätare samt avgiften för vatten och avlopp (VA-avgift) och energi- och effekt. På motsvarande sätt matas installations- och driftkostnader in i modellen.

Från modellen får vi:

- Nuvärdesberäkningar av intäkterna, NV(intäkt), som består av värdena av energibesparing, effektbesparing och vattenbesparing
- Nuvärdesberäkningar av kostnaderna, NV(kostnad), som består av kostnader för installation och drift under 10 år.

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

Vidare görs precis som för värme Monte Carlo-simuleringar som innebär att tusentals simuleringar genomförs utifrån olika sannolikhetsfördelningar på indata, vilket genererar en procentuell sannolikhet att investeringen är lönsam.

## Beräkningsresultat, analys och rekommendationer

Beräkningsresultaten för individuell mätning och debitering av tappvarmvatten vid ny- och ombyggnad redovisas i efterföljande avsnitt med analys och slutsatser.

### Resultat och analys IMD tappvarmvatten vid nybyggnad

För Monte Carlo-simuleringarna ansätts följande sannolikhetsfördelningar för intäktssidan:

- VA-avgiften ges en diskret sannolikhetsfördelning, där varje kommuns VA-avgift ges lika stor sannolikhet att väljas vid simuleringarna.<sup>22</sup>
- Tappvarmvattenförbrukningen innan installation av IMD ges en triangulär fördelning, 880 – 1 650 m<sup>3</sup> med en genomsnittlig förbrukning på 1 100 m<sup>3</sup>.
- Tappvarmvattenbesparingen efter installation av IMD ges en triangulär fördelning, 0–30 procent med ett genomsnitt på 15 procent.

Vidare görs beräkningarna för sju olika installationskostnader och sex olika driftkostnader, enligt tabell 13. Detta ger en god spridning och nyanserad bild av lönsamheten för IMD av tappvarmvatten, samtidigt som det begränsar antalet indata med kontinuerliga sannolikhetsfördelningar.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> För Stockholm innebär detta till exempel att det är lika stor sannolikhet att VA-avgiften för Vaxholm på 41,60 kr/m<sup>3</sup> väljs som avgiften för Stockholms stad på 6,9 kr/m<sup>3</sup>. Med tanke på hur mycket av bostadsbyggandet som sker i Stockholm jämfört med Vaxholm, är detta en modellförenkling som gör att simuleringarna ges bättre förutsättningar för lönsamhet än vad som faktiskt är fallet.

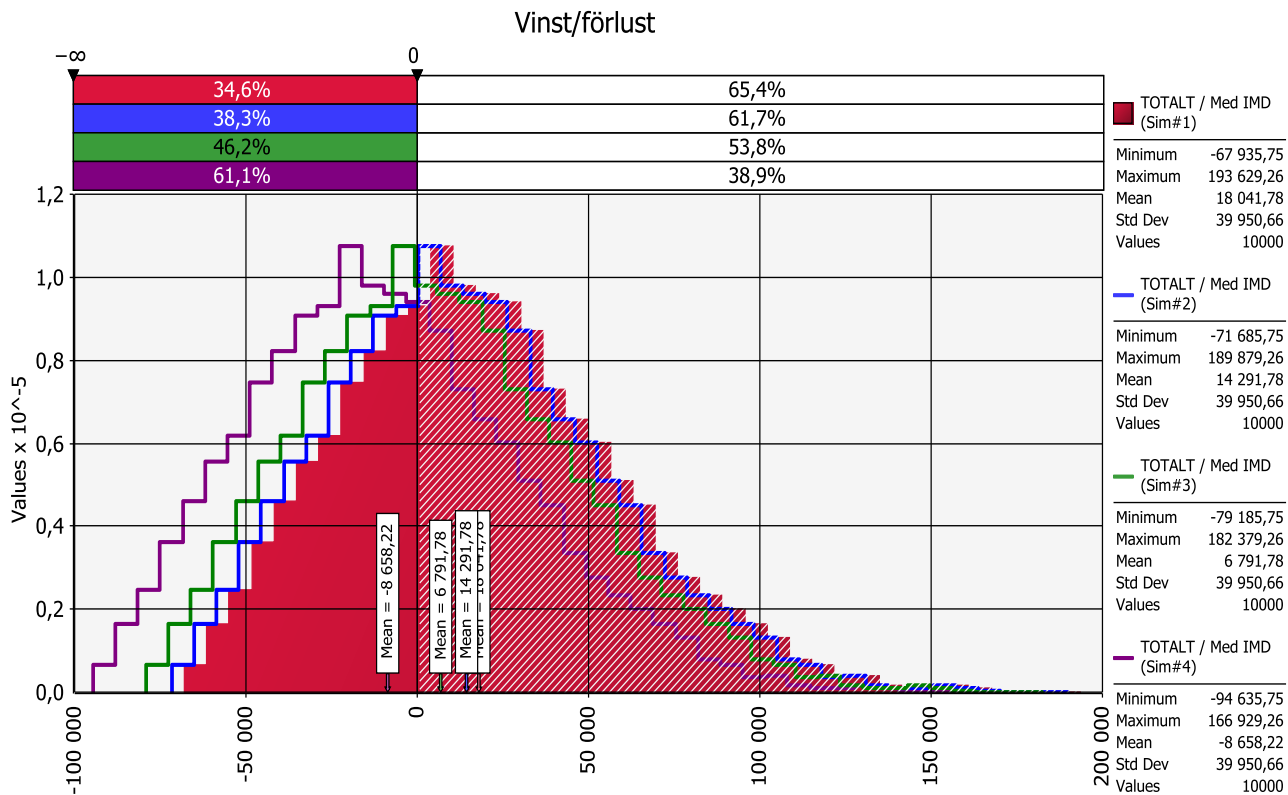
<sup>23</sup> För beräkningarna för värme gavs även kostnaderna en sannolikhetsfördelning (se avsnitt *Värmemätning vid ny- och ombyggnad*)

Tabell 13 Illustration av vilka kalkyler som görs för respektive företagsgrupp, med installations- och driftkostnader för Monte Carlo-simuleringarna, priser inklusive moms.

	Installationskostnad (kr/lgh)	Driftkostnad (kr/lgh och år)		
<b>Företagsgrupp 1</b>		65	130	190
	1 250			
	1 375			
	1 625			
	2 140			
<b>Företagsgrupp 2</b>		190	250	310
	1 060			
	1 300			
	1 400			

I figur 5 illustreras utfallet av 10 000 Monte Carlo-simuleringar för respektive installationskostnad för företagsgrupp 1, med en driftkostnad på 130 kr/lägenhet och år och där byggnaden är placerad i Stockholm med Stockholm Fortum som fjärrvärmebolag. Varje installationskostnad representeras av röda, blå, gröna eller lila staplar i diagrammet som visar spridningen av de 10 000 simuleringarna. Från figuren går att utläsa att sannolikheten för att en investering i individuell mätning och debitering av tappvarmvatten blir lönsam är 39–65 procent (dvs. staplarna till höger om x-axelns nolla). Det förväntade resultatet (mean) varierar mellan - 8 658 och 18 042 kr, beroende på vilken installationskostnad som väljs. Vidare påvisar den höga standardavvikelsen (std dev) på 40 000 kronor att risken i investeringen är hög.

Figur 5 Sannolikhet för lönsamhet, IMD tappvarmvatten, Stockholm, Fortum trygg fjärrvärmesaxa. Installationskostnader 1 250, 1 375, 1 625 och 2 140 kr per lgh, driftkostnad 130 kr per lgh och år. Tappvattenförbrukning innan IMD 880–1 650 m<sup>3</sup>, minskning 0–30 procent.



I tabell 14 presenteras resultatet för motsvarande simuleringar, för de två företagsgrupperna, för samtliga orter, driftkostnader och fjärrvärmebolag.

Tabell 14 Sannolikheten för lönsamhet, fyra orter, 1–2 fjärrvärmebolag, två företagsgrupper med respektive 3–4 installationskostnader och en driftkostnad. Initial förbrukning 880–1 650 m<sup>3</sup> per år, besparing 0–30 procent.

Installationskostnad (kr/lgh)	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna
	Fortum Trygg	EON Värme	EON Värme	Krafttringen	Sundsvall Energi	Öviks Energi	Tekniska Verken
<b>Företagsgrupp 1</b>							
<b>Drift 65 kr/lgh och år</b>							
<b>1 250</b>	79,1	76,6	75,8	79,4	88,4	87,1	84,9
<b>1 375</b>	76,1	73,2	72,3	75,9	86,6	85,4	82,5
<b>1 625</b>	69,4	65,6	64,6	68,9	82,6	81,3	77,9
<b>2 140</b>	54,1	49,6	47,4	54,2	73,7	71,4	66,1
<b>Drift 130 kr/lgh och år</b>							
<b>1 250</b>	65,4	60,7	59,7	64,5	80,3	78,4	74,5
<b>1 375</b>	61,7	57	55,7	60,9	78,1	76	71,6
<b>1 625</b>	53,8	49,2	47,1	53,7	73,4	71,1	65,9
<b>2 140</b>	38,9	34,3	31,3	38	62,5	58,8	52,3
<b>Drift 190 kr/lgh och år</b>							
<b>1 250</b>	50,7	45,8	43,8	50,1	71,4	66,5	63
<b>1 375</b>	46,8	42,2	39,8	46,5	68,8	63,8	59,7
<b>1 625</b>	39,8	35,2	32,2	38,8	63,2	57,4	53
<b>2 140</b>	26,6	22,9	19,6	25,2	51,2	46,6	38,5
<b>Företagsgrupp 2</b>							
<b>Drift 150 kr/lgh och år</b>							
<b>1 060</b>	66,1	61,6	60,5	65,5	80,7	79,1	75,1
<b>1 300</b>	59	54,3	52,6	58,4	76,6	74,2	69,5
<b>1 400</b>	55,7	51,1	49,2	55,6	74,6	72,4	67,3
<b>Drift 250 kr/lgh och år</b>							
<b>1 060</b>	41,9	37,3	34,4	41,2	64,9	59,3	55,2
<b>1 300</b>	35,2	31,2	27,9	34,3	59,6	53,2	48,7
<b>1 400</b>	32,7	28,5	25,4	31,4	57,2	50,8	45,9
<b>Drift 310 kr/lgh och år</b>							
<b>1 060</b>	28,9	25,2	21,9	27,7	53,8	47,3	41,5
<b>1 300</b>	23,9	20	16,8	22,4	48,1	41,7	35,2
<b>1 400</b>	21,9	18,2	15,3	20,4	45,8	39,2	32,9

Från tabell 14 går att utläsa att sannolikheten för att en investering i individuell mätning och debitering av tappvarmvatten blir lönsam varierar mellan 15 och 88 procent (54 procent i genomsnitt), där kostnaden för installation- och drift, VA-avgiften (dvs. vilken ort som byggnaden ligger i) samt val av fjärrvärmebolag är variabler som påverkar slutresultatet. Att resultatspridningen är så stor säger något om hur svår frågan om lönsamhet är när det gäller IMD. Det är inte bara många faktorer som påverkar, utan dessa är också förenklade för att möjliggöra kalkylen. Nedan utveck-

las resonemanget kring gjorda antaganden och förtydliganden görs vad gäller vissa indata.

Först och främst, den vattenbesparing som IMD ger upphov till, i simuleringarna i genomsnitt 15 procent, är en osäker men helt avgörande indata. En besparing på 0–30 procent uppfattas av vissa intressenter som ett restriktivt antagande samtidigt som andra menar att vattenbesparingen i många fall uteblir. En slutsats som kan dras från simuleringsresultatet är att i de fall där IMD ger upphov till en minskad vattenförbrukning i byggnaden kan investeringen bli lönsam men att detta är långt ifrån självklart. Ett helt rimligt scenario är att investeringen blir en förlustaffär även om vattenförbrukningen minskar i fastigheten. Å andra sidan, om ingen vattenbesparing kommer till stånd kan det med säkerhet fastställas att investeringen inte kommer att bli lönsam.

Utöver den faktiska besparingen i vatten, som är helt avgörande för att nå lönsamhet, är driftkostnaden väldigt avgörande. Sannolikheten för vinst är cirka 30 procentenheter lägre när den årliga driftkostnaden ökar från 65 till 190 kronor per lägenhet eller från 150 till 310 kronor per lägenhet. Då driftkostnaden varierar relativt kraftigt mellan företag och beroende på vilken tjänst som köps, är det svårt att ge ett enkelt svar på om individuell mätning och debitering är lönsamt eller inte.

Vidare visar simuleringsresultaten att orten där byggnaden ligger spelar stor roll för resultatet. Sannolikheten för lönsamhet är till exempel 10–20 procentenheter högre i Sundsvall än i Malmö eller Stockholm. Detta förklaras främst av den stora skillnaden i VA-avgifter mellan de olika regionerna, men delvis även av att det kallare vattnet i Sundsvall kräver mer energi för att värmas till 58 °C.<sup>24</sup>

### **Resultat och analys tappvarmvatten vid ombyggnad**

Vid ombyggnad är antagandet att två vattenmätare behöver installeras, beroende på att stammarna i befintliga byggnader ofta är dragna vertikalt genom lägenheter. Enligt uppgift från leverantör ligger installationskostnad givet ett stambyte på 2 500 – 4 300 kr per lägenhet beroende på mätare och om det är trådlöst eller trådbundet system för insamling. I tabell 15 redovisas beräkningsresultatet för samtliga orter, fjärrvärmebolag och kostnader.

---

<sup>24</sup> Västernorrlands län som inhyser Sundsvalls kommun har en lägsta VA-avgift på 17 kr/m<sup>3</sup> och 26 kronor i genomsnitt. Motsvarande priser i Stockholm är 6,9 kr/m<sup>3</sup> och 21 kr/m<sup>3</sup> i genomsnitt.



Tabell 15 Sannolikhet för vinst IMD av tappvarmvatten vid ombyggnad, tappvattenförbrukning 880–1 650 förbrukning, minskad förbrukning med 0–30 procent, installationskostnad 2 500 – 4 300 kr/lgh, driftkostnaden 65–190 kr per lägenhet och år, företagsgrupp 1.

	Stockholm		Malmö		Sundsvall		Kiruna
Installationskostnad (kr/lgh)	Fortum Trygg	EON Värme	EON Värme	Kraft-ringen	Sundsvall Energi	Öviks Energi	Tekniska Verken
<i>Företagsgrupp 1</i>							
Driftkostnad 65 kr/lgh och år							
<b>2 500</b>	43,6	39	36,2	43,1	66,5	63	56,9
<b>3 750</b>	15,4	12,8	10,2	14,2	37,7	33,3	25,1
<b>4 300</b>	8,6	6,4	4,7	7,6	26,6	22,5	15,4
Driftkostnad 130 kr/lgh och år							
<b>2 500</b>	29,3	25,6	22,3	28,2	54,2	47,7	42
<b>3 750</b>	8,8	6,7	4,9	7,9	27,1	27,1	15,7
<b>4 300</b>	4,6	3,5	2	3,8	18	18	8,7
Driftkostnad 190 kr/lgh och år							
<b>2 500</b>	19,4	16,1	13,3	18	43	38,3	30,1
<b>3 750</b>	5	3,7	2,2	4,1	18,9	15,2	9,4
<b>4 300</b>	2,2	1,9	0,8	1,8	11,8	9	4,8

Som resultatet visar är det generellt mindre sannolikt att en investering i individuell mätning och debitering av tappvarmvatten vid ombyggnad blir lönsam. Sannolikheten för detta är mellan 1 och 67 procent, 20 procent i genomsnitt, beroende på installationskostnad, ort och fjärrvärmebo-lag.

Generellt gäller att installation av vattenmätare är dyrare vid ombyggnad, inte bara för att det krävs fler mätare men även för att förutsättningarna för installation inte alltid är optimerade. Enligt ett mätföretag är en viktig förutsättning för att kunna installera mätare till de kostnader som använts för beräkningarna, att det sker i samband med stamreovering där ingreppet kan göras effektivt. Vidare är det oftast trådlös kommunikation som krävs vilket generellt är något dyrare än trådbundet och där det kan tillkomma kostnader för ytterligare insamlingsenheter och signalförstärkare. Eftersom vissa leverantörer tar betalt per mätpunkt (inte per lägenhet) blir driften rimligtvis högre när flera mätare installeras.

### Volymmätare eller energimätare

Som konstaterades i Boverkets rapport 2014 ska en MID-godkänd kall- eller varmvattenmätare mäta och registrera all vattenvolym som passerar den, oavsett vattentemperatur. Dock är en komplicerande faktor vid individuell mätning av tappvarmvatten med sådana mätare, när kvaliteten på tappvarmvattnet brister på så sätt att det inte är tillräckligt varmt när det kommer ur kranen. Detta kan bero på långa ledningar eller undermålig varmvattencirkulation och får konsekvensen att den boende får spola vat-

ten tills vattentemperaturen är tillräcklig, vatten som denne inte har någon nytta av men som ändå registreras av de traditionella vattenmätarna. Detta är förutsättningen för 85 procent av lägenheterna i Sverige som har gemensam varmvattenberedning.

En diskussion som fördes redan i Boverkets utredning 2014 var huruvida det var rimligt att kräva att inte bara mängden vatten skulle mätas individuellt, utan även energin dvs. hur varmt vattnet var. Detta för att säkerställa rättvis debitering även för de hushåll som bor långt från källan och där det kan krävas att vattnet får stå och rinna ett tag innan rätt temperatur har uppnåtts. Skulle ett sådant krav ställas skulle det innebära att värmemängdsmätare skulle behöva installeras istället för dagens volymmätare.

I samma utredning resonerar SP om smarta värmemätare där man kan ha ett separat räkneverk som styrs av klockan, vätsketemperatur, eller något annat, och där ett av mätarens register endast räknar när vattentemperaturen är över t ex 50 °C. Detta borde enligt SP kunna tillämpas i framtiden även för tappvarmvattenmätare.

Ur ett rättviseperspektiv är det inte orimligt att tänka sig att det är denna form av mätare, dvs. i princip värmemängdsmätare, som ska installeras om det ska ställas krav på mätning av tappvarmvatten. Kostnaden för att installera individuell mätning ökar då samtidigt som sannolikheten för att investeringen blir lönsam minskar. I avsnitt *Värmemätning vid ny- och ombyggnad* görs beräkningar på värmemängdsmätare vid nyproduktion där installationskostnaden antas vara 2 250 till 4 100 kronor per lägenhet. Motsvarande kostnad gäller då troligen även för tappvarmvattenmätare, vilket ger en sannolikhet för lönsamhet som ungefär motsvarar installationskostnaden vid ombyggnation, dvs. i spannet 1 – 66 procent. Som synes sjunker sannolikheten för vinst drastiskt om ett krav ställs på denna typ av mätare istället för volymmätare.

## Sammanfattande slutsatser och rekommendationer

Boverket bedömde 2014 och 2015 att en investering i individuell mätning och debitering generellt inte var lönsamt. De investeringskalkyler som genomfördes då visade på låg sannolikhet för lönsamhet, där utfallet i de allra flesta fall var negativt samtidigt som risken i investeringen framstod som hög. Ett krav på individuell mätning skulle enligt Boverket innebära olönsamma investeringar för majoriteten fastighetsägare och rekommendationen från Boverket var därför att inte införa ett generellt krav på sådan mätning. Slutsatsen gällde värme, kyla och tappvarmvatten, för ny- och ombyggnad såväl som befintlig bebyggelse och för bostäder såväl som lokaler.

I denna rapport har lönsamhetsberäkningar uppdaterats med aktuella uppgifter om bland annat energipriser, VA-avgifter, installations- och driftkostnader och där nya energiberäkningar har genomförts utifrån Boverkets reviderade energihushållningskrav. I detta avsnitt sammanfattas rapportens resultat och en jämförelse görs med tidigare års utredningar. Vidare redovisas Boverkets sammantagna slutsatser och rekommendationer kring frågan om individuell mätning och debitering.

### Om indata till kalkylen

Sammantaget har små förändringar skett på de indata som används i kalkylen sedan Boverkets utredningar 2014 och 2015. Detta gäller för intäktssidan såväl som kostnadssidan, och där förändringar både gynnar och missgynnar möjligheten för beräkningarna att uppvisa lönsamhet.

Intäktssidan för individuell mätning och debitering består, precis som i Boverkets utredningar 2014–2015, av värdet av den förväntade energibesparing som sker vid en temperatursänkning. Sedan 2015 har Boverkets energihushållningskrav förändrats både till form och kravnivåer, där energihushållningskravet har skärpts. Att sänka inomhustemperaturen i ett flerbostadshus byggt idag ger därför en mindre energibesparing jämfört med 2015.

Vad gäller energi- och effektpriserna visar beräkningarna att hur energibolagen tar betalt för energi och effekt i hög grad påverkar sannolikheten för om IMD blir en lönsam investering eller inte. Detta illustreras tydligast av fallet Sundsvall, där de två energibolagen hade samma prisstruktur 2015, men där Sundsvall energi numera utgår från uppmätta värden istäl-

let för beräknade, något som påverkar kalkylresultatet.<sup>25</sup> Överlag är dock energibolagens förändringar i energi- och effektpriser små och torde inte påverka kalkylresultatet i särskilt stor utsträckning.

För IMD av tappvarmvatten är VA-avgift en avgörande för lönsamheten. Generellt har avgiften ökat i de undersökta orterna, vilket betyder att värdet av sparad tappvarmvatten, och därmed sannolikheten för lönsamhet, har ökat sedan 2014. Detta har dock skett i en relativt liten omfattning och påverkar endast kalkylresultatet marginellt. Vad som däremot har stor inverkan på kalkylresultatet är den stora avgifts-diversifiering bland kommuner inom samma län, exemplifierat av Stockholms län där avgiften varierar mellan 6,9-41,6 kr/m<sup>3</sup>. Detta faktum har inte förändrats sedan 2014.

Vad gäller kostnadssidan, dvs. installations- och driftkostnader för individuell mätning och debitering, är både teknik och prisnivåer desamma som under utredningarna 2014–2015. Däremot har Boverket i denna uppföljning valt att endast använda sig av uppgifter från mät företag som säljer och i vissa fall installerar dessa produkter, vilket innebär att de kostnader som matas in i kalkylen är lägre jämfört med utredningarna 2014 och 2015. Lägre installationskostnader gör att sannolikheten för ett kalkylresultat som visar på lönsamhet ökar, jämfört med tidigare utredningar.

## Individuell mätning och debitering vid ny- och ombyggnad

### Värme

Att mäta värme på lägenhetsnivå genom att installera en värmemängdsmätare vid ny- eller ombyggnad är alltid olönsamt enligt beräkningsresultaten. Resultaten är således desamma som vid utredningen 2014. Boverkets rekommendation är därför också densamma som tidigare, att inte i något fall införa ett krav på sådan mätning i Sverige.

### Tappvarmvatten

Resultaten för individuell mätning och debitering av tappvarmvatten visar att en sådan investering vid nybyggnad kan bli lönsam i vissa fall (i de fall vattenförbrukningen minskar), men där det är lika stor sannolikhet, generellt, att den blir olönsam dvs. då värdet av det sparade vattnet inte

---

<sup>25</sup> Sannolikheten för lönsamhet minskade då energin köptes av Sundsvall energi jämfört med Övik energi.

överstiger kostnaden för mätare och drift. Just kostnaden för drift men även vilken kommun som byggnaden ligger i, påverkar resultatet kraftigt.

I ombyggnadsfallet, där installationskostnaden såväl som risken för oförutsedda kostnader är högre, är sannolikheten för ett lönsamt resultat ännu lägre. Boverkets slutsats blir därför densamma som vid utredningen 2014, att sannolikheten för lönsamhet är för låg för att kunna ställa krav på individuell mätning av tappvarmvatten vid ny- eller ombyggnad. Boverket föreslår därför återigen att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av tappvarmvatten vid uppförande eller ombyggnad.

Samtidigt verkar individuell mätning av tappvarmvatten vid nyproduktion i stort sett vara standard idag, enligt de mätföretag och allmännyttiga bostadsbolag som Boverket har haft kontakt med under denna utredning. Majoriteten av nya flerbostadshus som uppförs idag har sådana installerade enligt mätföretagen. Argument bakom detta verkar dock inte vara lönsamhet, utan rättvisa, vilket är logiskt då det är svårt att på förhand veta om det är en lönsam investering, vilket denna utredning har visat. Från den intervjustudie som genomförts för att utreda temperaturmätning, där IMD-ansvariga från fyra allmännyttiga bostadsbolag kontaktades, framkom att temperaturmätning inte längre är något som bolagen satsar på. Bolagen installerar istället individuell varmvattenmätning i nyproduktion, som enligt de intervjuade bolagen leder till mindre vattenförbrukning, lägre kostnader och bidrar till gällande miljömål. Sammantaget är det troligt att ett lagkrav på individuell mätning och debitering av tappvarmvatten vid nyproduktion inte skulle få särskilt stora ekonomiska konsekvenser för byggherrar eller fastighetsägare idag.

## Individuell mätning och debitering i befintlig bebyggelse

### Värme

Att mäta värme på lägenhetsnivå i befintliga byggnader med radiatormätare är enligt beräkningsresultaten olönsamt i majoriteten fall, där endast typbyggnaden med sämst energiprestanda ( $U=0,74$ ) visar på en teoretisk möjlig ekonomisk vinst när temperaturen med säkerhet sänks med en grad (analyssteg 1). När osäkerhet introduceras även för intäktssidan (analyssteg 2) minskar sannolikheten för lönsamhet samtidigt som risken i investeringen ökar kraftigt. Detta faktiska kalkylresultat ska också bedömas utifrån det faktum att flera externa kostnadsposter inte är inkluderade i kalkylen, och där storleken på intäktssidan, dvs. sänkt temperatur, är osäker.

Beräkningsresultatet är detsamma som vid utredningen 2015, där det konstaterades att en investering i radiatormätare endast uppvisade lönsamhet i typbyggnaden med sämst energiprestanda (BBR +75). Boverkets slutsats och rekommendation från 2015 kvarstår därför, att ett krav på individuell mätning av värme med radiatormätare med stor sannolikhet skulle innebära olönsamma investeringar för majoriteten fastighetsägare, och att det därför inte ska krävas individuell mätning och debitering av värme med radiatormätare i befintlig bebyggelse.

Det har tidigare framförts kritik mot att det inte ställdes några krav på IMD av värme för de byggnader med sämre energiprestanda där kalkylresultatet faktiskt visade på lönsamhet 2015, och som också visar på lönsamhet i de kalkyler som genomförts i denna utredning. Kritiken kan förvisso vara relevant, men det finns två viktiga argument som också bör beaktas.

För det första utgick kritiken från beräkningsresultatet när effekten av IMD antogs vara en garanterad temperatursänkning med en grad (analyssteg 1). Det finns dock inga garantier för att en investering i individuell mätning och debitering faktiskt leder till en temperatursänkning i byggnaden, ett faktum som när det introduceras i kalkylmodellen sänker sannolikheten för lönsamhet samtidigt som risken i investeringen, dvs. standardavvikelsen, ökar kraftigt (analyssteg 2). Att genom lag kräva av fastighetsägare att göra en sådan osäker investering är olämpligt.

För det andra är det rent juridisk komplicerat, kanske omöjligt, att i lag och förordning ställa krav på individuell mätning baserat på byggnadens energiprestanda och var den är geografiskt placerad. Om ett krav ska ställas på IMD för värme är det troligen enklare och lämpligare att utforma det på liknande sätt som i Danmark, där det finns ett generellt krav på IMD, men med flera undantag. Ett av undantagen är för de fastighetsägare som inte får någon ekonomisk fördel eller där den privata ekonomiska lönsamheten blir negativ när man installerar mätare. Eftersom detta är det troliga scenariot för de allra flesta fastighetsägare i Sverige, skulle en sådan lag framför allt innebära en stor administrativ börda för stat såväl som fastighetsägare.

Vidare har Boverket, senast i den uppföljning som genomfördes 2017, flera gånger lyft problematiken med delade incitament och där ett krav på IMD skulle ta bort incitamentet för fastighetsägaren att göra andra energieffektiviserande åtgärder på byggnaden. Detta eftersom värdet av energibesparingen inte längre skulle tillfalla denne utan de boende. Risken finns därmed att ett krav på IMD sammantaget skulle kunna leda till en ökad energianvändning i svenska byggnader snarare än till en minskad.

### **Temperaturmätning**

För temperaturmätning har inga nya beräkningar gjorts. Detta alternativ har istället följts upp genom en mindre intervjustudie där fyra allmännyttiga bostadsbolag, som 2015 använde sig av temperaturmätning i delar eller i hela sitt bestånd, fick ge sin bild av mätmetoden idag. Den samstämmiga bilden som framträder i intervjuerna är att samtliga bostadsbolag har gått ifrån temperaturmätning. Huvudanledningen till detta var allt för höga installationskostnader. Även orättvis och felaktig debitering, svårigheter att justera systemet för tillräcklig exakthet samt utebliven energibesparing lyftes fram som anledningar till att bostadsbolagen har slutat med installation av temperaturmätare. Boverkets bedömning är därför, precis som 2015, att något krav på individuell mätning och debitering genom temperaturmätning inte bör ställas i Sverige.

### **Tappvarmvatten**

Liksom i de tidigare utredningarna har individuell mätning och debitering av tappvarmvatten endast utretts för nyproduktion och ombyggnad och inte för befintliga byggnader. Antagandet om att det på grund av stamdragningar krävs fler mätare i ombyggnadsfallet än vid nyproduktion och att installationen sker i samband med stamreovering kvarstår.

## **Individuell mätning och debitering i kontor**

Resultatet av Monte Carlo-simuleringarna visar att individuell mätning av värme i kontorslokaler med stor sannolikhet är lönsamt, men resultaten ska dock av flera anledningar tolkas försiktigt. Bland annat är de ekonomiska incitamenten för företag att sänka temperaturen i kontorslokaler troligen mycket små. Samtidigt är kontorsbyggnader så komplexa och olikartade att det är svårt att ta fram allmängiltiga antaganden kring energibesparing och kostnader som krävs för att kunna genomföra rimliga lönsamhetsberäkningar.

Sammantaget gör Boverket samma bedömning som 2014, att det inte i något fall ska krävas individuell mätning av värme eller kyla vid ny- eller ombyggnad av lokaler.

## Bilaga 1 – Kompletterande Monte Carlo-simuleringar för IMD värme

I bilaga 1 redovisas kompletterande Monte Carlo-simulering för individuell mätning och debitering av värme vid ny- och ombyggnad samt befintlig bebyggelse. För nyproduktion simuleringsresultatet där det är 95 procent sannolikhet för två graders temperatursänkning. För ombyggnad resultatet för samtliga orter (i huvudrapporten presenteras endast resultatet för Kiruna) samt motsvarande beräkningar med de alternativa fjärrvärmebolagen. För befintlig bebyggelse presenteras beräkningsresultatet där 2015 års installations- och driftkostnader används, samt beräkningsresultaten med alternativa fjärrvärmebolag.

### IMD värme - nyproduktion

Tabell 16 Sannolikhet för lönsamhet, 95 procents chans för 2 °C temperatursänkning

Utfall Monte Carlo-simuleringar				
	Min	Medel	Max	Sannolikhet för vinst
<b>Malmö, Eon Värme</b>	-103 098 kr	-41 459 kr	-16 983 kr	0%
<b>Malmö, Kraftringen</b>	-98 140 kr	-33 125 kr	-8 564 kr	0%
<b>Sthlm, Fortum Trygg</b>	-100 179 kr	-29 119 kr	-1 036 kr	0%
<b>Sthlm, EON Bro</b>	-111 185 kr	-44 668 kr	-17 051 kr	0%
<b>Sundsvall, Sundsvall Energi</b>	-104 702 kr	-48 164 kr	-22 735 kr	0%
<b>Sundsvall, Övik energi</b>	-94 248 kr	-27 525 kr	-3 642 kr	0%
<b>Kiruna, Tekniska Verken</b>	-82 315 kr	-5 033 kr	19 213 kr	38%



## IMD värme - ombyggnad

Tabell 17 Sannolikhet för lönsamhet, IMD värme vid ombyggnad, första val fjärrvärmebolag, installation 7 740, 8 000, 8 800 (snitt 8 180 kr), drift 65–190 kr per lägenhet och år.

VINST/FÖRLUST				
Malmö	Min	Medel	Max	Sannolikhet för vinst
<b>EON Värme</b>				
<b>U = 0,33</b>	-269 816 kr	-238 862 kr	-211 146 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-262 583 kr	-230 651 kr	-201 557 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-252 305 kr	-220 781 kr	-188 603 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-241 423 kr	-209 795 kr	-177 960 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-234 759 kr	-204 374 kr	-175 246 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-209 859 kr	-181 048 kr	-152 333 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-182 551 kr	-148 521 kr	-120 360 kr	0%
Stockholm	Min	Medel	Max	Sannolikhet för vinst
<b>Fortum Trygg</b>				
<b>U = 0,33</b>	-260 564 kr	-228 795 kr	-197 810 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-246 813 kr	-216 018 kr	-186 655 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-235 378 kr	-206 363 kr	-175 996 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-229 894 kr	-196 475 kr	-166 752 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-228 478 kr	-199 003 kr	-171 822 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-202 015 kr	-173 066 kr	-144 246 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-167 376 kr	-137 968 kr	-108 880 kr	0%
Sundsvall	Min	Medel	Max	Sannolikhet för vinst
<b>Sundsvall Energi</b>				
<b>U = 0,33</b>	-274 970 kr	-242 286 kr	-212 737 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-262 538 kr	-233 040 kr	-205 681 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-253 167 kr	-224 332 kr	-195 508 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-246 680 kr	-215 900 kr	-188 165 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-242 547 kr	-213 169 kr	-183 652 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-221 308 kr	-193 644 kr	-166 669 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-198 089 kr	-168 665 kr	-142 134 kr	0%
Kiruna	Min	Medel	Max	Sannolikhet för vinst
<b>Tekniska verken</b>				
<b>U = 0,33</b>	-250 203 kr	-220 146 kr	-188 380 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-237 347 kr	-179 231 kr	-120 062 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-230 691 kr	-199 688 kr	-169 977 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-219 197 kr	-186 965 kr	-158 875 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-212 130 kr	-183 044 kr	-155 494 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-203 756 kr	-173 527 kr	-146 456 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-144 380 kr	-116 277 kr	-89 529 kr	0%

Tabell 18 Sannolikhet för lönsamhet, IMD värme vid ombyggnad, alternativa fjärrvärmebolag, installation 7 740, 8 000, 8 800 (snitt 8 180 kr), drift 65–190 kr per lägenhet och år.

VINST/FÖRLUST				
Malmö	Min	Medel	Max	Sannolikhet för vinst
<b>Kraftringen, Lund</b>				
<b>U = 0,33</b>	-267 391 kr	-234 805 kr	-202 592 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-256 160 kr	-223 665 kr	-193 217 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-254 967 kr	-220 781 kr	-191 269 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-233 900 kr	-202 464 kr	-170 561 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-234 759 kr	-197 917 kr	-167 729 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-205 345 kr	-172 848 kr	-143 865 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-172 805 kr	-139 149 kr	-108 240 kr	0%
Stockholm	Min	Medel	Max	Sannolikhet för vinst
<b>EON Bro</b>				
<b>U = 0,33</b>	-267 542 kr	-236 563 kr	-206 818 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-255 990 kr	-223 965 kr	-190 052 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-242 062 kr	-212 733 kr	-185 967 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-234 147 kr	-203 930 kr	-174 875 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-236 752 kr	-208 130 kr	-180 994 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-214 435 kr	-181 389 kr	-151 139 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-177 366 kr	-145 188 kr	-115 987 kr	0%
Sundsvall	Min	Medel	Max	Sannolikhet för vinst
<b>Öviks Energi</b>				
<b>U = 0,33</b>	-265 149 kr	-231 639 kr	-199 869 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-247 870 kr	-215 232 kr	-183 679 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-235 531 kr	-202 341 kr	-169 478 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-220 328 kr	-188 776 kr	-157 332 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-214 574 kr	-181 180 kr	-150 193 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-178 723 kr	-145 242 kr	-113 023 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-134 505 kr	-101 919 kr	-71 329 kr	0%

## IMD värme - radiatormätning befintlig bebyggelse

I tabell 19 och 20 redovisas resultatet för IMD värme i befintlig bebyggelse, med radiatormätning, med samma installations- och driftkostnader som användes 2015.

Tabell 19 Sannolikhet för lönsamhet, IMD värme i befintliga byggnader (radiatormätning), första val fjärrvärmebolag, installationskostnad 1 500 – 2 750 kr/lgh (medel 2 125), drift 190 – 500 kr/lgh och år (medel 345)

<b>VINST/FÖRLUST</b>				
<b>Malmö</b>	<b>Min</b>	<b>Medel</b>	<b>Max</b>	<b>Sannolikhet för vinst</b>
<b>EON Värme</b>				
<b>U = 0,33</b>	-159 924 kr	-108 268 kr	-56 044 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-154 959 kr	-100 057 kr	-47 509 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-143 452 kr	-90 187 kr	-34 594 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-132 685 kr	-79 201 kr	-24 139 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-124 525 kr	-73 780 kr	-22 945 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-98 640 kr	-50 454 kr	1 688 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-75 246 kr	-17 927 kr	31 667 kr	16%
<b>Stockholm</b>	<b>Min</b>	<b>Medel</b>	<b>Max</b>	<b>Sannolikhet för vinst</b>
<b>Fortum Trygg</b>				
<b>U = 0,33</b>	-152 115 kr	-98 201 kr	-43 396 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-137 840 kr	-85 424 kr	-32 043 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-125 321 kr	-75 769 kr	-22 663 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-121 622 kr	-65 881 kr	-11 818 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-120 887 kr	-68 409 kr	-18 802 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-94 277 kr	-42 472 kr	10 943 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-57 106 kr	-7 374 kr	43 241 kr	34%
<b>Sundsvall</b>	<b>Min</b>	<b>Medel</b>	<b>Max</b>	<b>Sannolikhet för vinst</b>
<b>Sundsvall Energi</b>				
<b>U = 0,33</b>	-166 953 kr	-111 692 kr	-59 441 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-155 802 kr	-102 446 kr	-52 479 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-145 366 kr	-93 738 kr	-39 718 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-138 757 kr	-85 306 kr	-33 829 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-134 292 kr	-82 575 kr	-29 320 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-111 804 kr	-63 050 kr	-12 552 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-88 907 kr	-38 071 kr	13 235 kr	1%
<b>Kiruna</b>	<b>Min</b>	<b>Medel</b>	<b>Max</b>	<b>Sannolikhet för vinst</b>
<b>Tekniska verken</b>				
<b>U = 0,33</b>	-143 047 kr	-89 552 kr	-32 715 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-126 932 kr	-48 637 kr	35 181 kr	8%
<b>U = 0,50</b>	-121 834 kr	-69 094 kr	-14 749 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-111 298 kr	-56 371 kr	-5 696 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-102 604 kr	-52 450 kr	-1 655 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-96 286 kr	-42 933 kr	8 136 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-36 497 kr	14 317 kr	64 482 kr	79%

Tabell 20 Sannolikhet för lönsamhet, IMD värme i befintliga byggnader (radiatormätning), alternativa fjärrvärmebolag, installationskostnad 1 500 – 2 750 kr/lgh (medel 2 125), drift 190 – 500 kr/lgh och år (medel 345)

<b>VINST/FÖRLUST</b>				
<b>Malmö</b>	<b>Min</b>	<b>Medel</b>	<b>Max</b>	<b>Sannolikhet för vinst</b>
<b>Kraftringen, Lund</b>				
<b>U = 0,33</b>	-160 076 kr	-104 211 kr	-47 703 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-147 019 kr	-93 071 kr	-39 297 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-147 059 kr	-90 187 kr	-38 023 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-124 145 kr	-71 870 kr	-15 247 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-124 525 kr	-67 323 kr	-12 496 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-98 418 kr	-42 254 kr	9 147 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-65 163 kr	-8 555 kr	45 311 kr	32%
<b>Stockholm</b>				
<b>Min</b>	<b>Medel</b>	<b>Max</b>	<b>Sannolikhet för vinst</b>	
<b>EON Bro</b>				
<b>U = 0,33</b>	-159 301 kr	-105 969 kr	-52 759 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-147 617 kr	-93 371 kr	-34 766 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-131 861 kr	-82 139 kr	-31 900 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-124 942 kr	-73 336 kr	-20 216 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-129 320 kr	-77 536 kr	-27 213 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-106 358 kr	-50 795 kr	3 291 kr	0%
<b>U = 0,74 F</b>	-69 894 kr	-14 594 kr	36 968 kr	21%
<b>Sundsvall</b>				
<b>Min</b>	<b>Medel</b>	<b>Max</b>	<b>Sannolikhet för vinst</b>	
<b>Öviks Energi</b>				
<b>U = 0,33</b>	-155 782 kr	-101 045 kr	-46 534 kr	0%
<b>U = 0,41</b>	-140 688 kr	-84 638 kr	-30 356 kr	0%
<b>U = 0,50</b>	-127 525 kr	-71 747 kr	-13 950 kr	0%
<b>U = 0,58</b>	-110 456 kr	-58 182 kr	-4 200 kr	0%
<b>U = 0,3 F</b>	-106 569 kr	-50 586 kr	3 779 kr	0%
<b>U = 0,5 F</b>	-71 169 kr	-14 648 kr	41 614 kr	22%
<b>U = 0,74 F</b>	-27 101 kr	28 675 kr	81 769 kr	95%

Tabell 21 Sannolikhet för vinst, Installationskostnad 1 500 – 1 800 kr/lgh (medel 1 625), drift 190 – 310 kr/lgh och år (medel 250), alternativa fjärrvärmebolag

VINST/FÖRLUST					
	Min	Medel	Max	Sannolikhet för vinst	Standardavvikelse
<b>Malmö</b>					
<b>Kraftringen, Lund</b>					
<b>U = 0,33</b>	-88 034 kr	-62 435 kr	-36 194 kr	0%	8 933 kr
<b>U = 0,41</b>	-75 980 kr	-51 296 kr	-25 260 kr	0%	9 109 kr
<b>U = 0,50</b>	-74 515 kr	-48 412 kr	-22 088 kr	0%	9 229 kr
<b>U = 0,58</b>	-55 236 kr	-30 095 kr	-2 527 kr	0%	9 376 kr
<b>U = 0,3 F</b>	-54 708 kr	-25 548 kr	437 kr	0%	8 713 kr
<b>U = 0,5 F</b>	-25 808 kr	-479 kr	24 567 kr	48%	8 694 kr
<b>U = 0,74 F</b>	7 923 kr	33 221 kr	58 198 kr	100%	8 746 kr
<b>Stockholm</b>					
<b>EON Bro</b>					
<b>U = 0,33</b>	-88 537 kr	-64 194 kr	-38 929 kr	0%	8 720 kr
<b>U = 0,41</b>	-78 114 kr	-51 596 kr	-23 054 kr	0%	9 688 kr
<b>U = 0,50</b>	-63 226 kr	-40 364 kr	-16 466 kr	0%	8 406 kr
<b>U = 0,58</b>	-54 164 kr	-31 561 kr	-7 761 kr	0%	8 263 kr
<b>U = 0,3 F</b>	-57 382 kr	-35 760 kr	-13 422 kr	0%	8 196 kr
<b>U = 0,5 F</b>	-34 285 kr	-9 020 kr	16 336 kr	16%	8 719 kr
<b>U = 0,74 F</b>	1 764 kr	27 181 kr	52 970 kr	100%	8 992 kr
<b>Sundsvall</b>					
<b>Öviks Energi</b>					
<b>U = 0,33</b>	-85 702 kr	-59 270 kr	-33 231 kr	0%	9 414 kr
<b>U = 0,41</b>	-69 538 kr	-42 862 kr	-15 529 kr	0%	9 447 kr
<b>U = 0,50</b>	-56 190 kr	-29 972 kr	-2 154 kr	0%	9 422 kr
<b>U = 0,58</b>	-41 505 kr	-16 407 kr	10 218 kr	4%	9 465 kr
<b>U = 0,3 F</b>	-34 812 kr	-8 811 kr	17 922 kr	18%	9 280 kr
<b>U = 0,5 F</b>	-65 kr	27 127 kr	55 007 kr	100%	9 841 kr
<b>U = 0,74 F</b>	44 621 kr	70 450 kr	95 543 kr	100%	8 975 kr

Tabell 22 Sannolikhet för lönsamhet analyssteg två för U=74, installationskostnad 1 500–1 800 kr/lgh, driftkostnad 190–310 kr/lgh och år, alternativa fjärrvärmebolag

<b>VINST/FÖRLUST</b>						
<b>Malmö</b>		<b>Min</b>	<b>Medel</b>	<b>Max</b>	<b>Sannolikhet för vinst</b>	<b>Standardavvikelse</b>
<b>Kraftringen, Lund</b>						
<b>15</b>	U=0,74	-128 051 kr	19 306 kr	193 146 kr	85,0%	61 273 kr
<b>25</b>	U=0,74	-128 051 kr	5 392 kr	193 146 kr	75,0%	71 516 kr
<b>35</b>	U=0,74	-128 051 kr	-8 522 kr	193 146 kr	65,0%	77 948 kr
<b>45</b>	U=0,74	-128 051 kr	-22 437 kr	193 146 kr	55,0%	81 500 kr
<b>Stockholm</b>		<b>Min</b>	<b>Medel</b>	<b>Max</b>	<b>Sannolikhet för vinst</b>	<b>Std dev</b>
<b>EON Bro</b>						
<b>15</b>	U=0,74	-127 796 kr	13 871 kr	182 180 kr	85,0%	58 722 kr
<b>25</b>	U=0,74	-127 796 kr	561 kr	182 180 kr	75,0%	68 471 kr
<b>35</b>	U=0,74	-127 796 kr	-12 750 kr	182 180 kr	65,0%	74 579 kr
<b>45</b>	U=0,74	-127 796 kr	-26 060 kr	182 180 kr	55,0%	78 073 kr
<b>Sundsvall</b>		<b>Min</b>	<b>Medel</b>	<b>Max</b>	<b>Sannolikhet för vinst</b>	<b>Std dev</b>
<b>Öviks Energi</b>						
<b>15</b>	U=0,74	-124 984 kr	52 813 kr	266 765 kr	85,0%	77 291 kr
<b>25</b>	U=0,74	-127 397 kr	35 175 kr	266 765 kr	75,0%	90 277 kr
<b>35</b>	U=0,74	-127 397 kr	17 538 kr	266 765 kr	65,0%	98 490 kr
<b>45</b>	U=0,74	-127 397 kr	-99 kr	266 765 kr	55,0%	103 135 kr

## Bilaga 2 – VA-avgifter och energi- och effektpriser

I tabell 23–26 nedan hittas VA-avgifterna för Skåne län, Stockholm län, Västernorrland (Sundsvall) och Norrbotten (Kiruna). Källa är VASS, taxa för 2018. Därefter hittas länkar till respektive fjärrvärmebolags energi- och effekttaxor.

Tabell 23 VA-avgift per kommun Skåne län, priser 2018

Kommun	VA-avgift (kr/m <sup>3</sup> )
Svalöv	25,36
Staffanstorp	13,92
Burlöv	13,26
Vellinge	11,69
Östra Göinge	23,52
Örkelljunga	25,61
Bjuv	21,7
Kävlinge	15,3
Lomma	16,51
Svedala	19,6
Skurup	26,5
Sjöbo	26,61
Hörby	26,21
Höör	11,44
Tomelilla	29,25
Bromölla	18,75
Osby	30,58
Perstorp	26,94
Klippan	20,75
Åstorp	18,75
Båstad	
Malmö	9,98
Lund	16,8
Landskrona	12,5
Helsingborg	11,76
Höganäs	19,18
Eslöv	21,13
Ystad	31,44
Trelleborg	18,5
Kristianstad	10,2
Simrishamn	20,09
Ängelholm	23,75
Hässleholm	20,21

Tabell 24 VA-avgift per kommun Stockholms län, priser 2018

Kommun	VA-avgift (kr/m <sup>3</sup> )
Upplands-Väsby	17,25
Vallentuna	30,6
Österåker	37,05
Värmdö	29,21
Järfälla	22,88
Ekerö	19,76
Botkyrka	16,4
Salem	18,5
Haninge	21,25
Tyresö	24,83
Upplands-Bro	22,2
Nykvarn	22,6
Täby	21,99
Danderyd	14,31
Sollentuna	10,5
Stockholm inkl. Huddinge	6,9
Södertälje	21,89
Nacka	29,17
Sundbyberg	10,55
Solna	9,23
Lidingö	14,5
Vaxholm	41,6
Norrtälje	34,73
Sigtuna	15,9
Nynäshamn	17,84



Tabell 25 VA-avgift per kommun Västernorrlands län, priser 2018

Kommun	VA-avgift (kr/m <sup>3</sup> )
Ånge	29,5
Timrå	26
Härnösand	17,88
Sundsvall	25,4
Kramfors	29,65
Sollefteå	32,52
Örnsköldsvik	26,65

Tabell 26 VA-avgift per kommun, Norrbottens län, priser 2018

Kommun	VA-avgift (kr/m <sup>3</sup> )
Arvidsjaur	20,56
Arjeplog	
Jokkmokk	20
Överkalix	22
Kalix	22,24
Övertorneå	18,68
Pajala	26,51
Gällivare	22,57
Älvsbyn	20,2
Luleå	26,03
Piteå	17,2
Boden	19,3
Haparanda	29,83
Kiruna	26,11

## Energi- och effekttaxor 2018

Nedan hittas länkar till respektive fjärrvärmebolags energi- och effekttaxor.

### **Stockholm**

Fortum

<https://www.stockholmexergi.se/content/uploads/2017/05/prislista-varme-trygg-2017-160907.pdf>

Eon Bro

<https://www.eon.se/content/dam/eon-se/swe-documents/swe-eon-fjarrvarmeprislista-foretag-bro-balsta-jarfalla-kungsangen-tabyvallentuna-akersberga-2018.pdf>

### **Malmö**

Kraftringen Lund

[https://www.kraftringen.se/globalassets/global/kraftringen/dokument/prislistor/fjarrvarme/prislista\\_kraftringen\\_ovr\\_2018.pdf](https://www.kraftringen.se/globalassets/global/kraftringen/dokument/prislistor/fjarrvarme/prislista_kraftringen_ovr_2018.pdf)

Eon Värme

<https://www.eon.se/content/dam/eon-se/swe-documents/swe-eon-fjarrvarmeprislista-foretag-malmo-burlov-2018.pdf>

### **Sundsvall**

Sundsvall Energi

<https://sundsvallenergi.se/wp-content/uploads/2015/02/produktblad-fjarrvarmepriser-sundsvall-2018.pdf>

Övik Energi

<https://www.ovikenergi.se/media/1634/fjarrvarmepriser-foretag-centrala-ornskoldsvik-2018.pdf>

### **Kiruna**

<http://www.tekniskaverkenikiruna.se/globalassets/fjarrvarme/fjarrvarmetaxa.pdf>

## Bilaga 3 Energiberäkningar – genomförande och resultat

Energiberäkningar har genomförts för ett flerbostadshus och ett kontorshus för att undersöka påverkan på energibehovet beroende på inomhus-temperaturer. Syftet är att utgöra underlag för beräkningar av den ekonomiska potentialen att införa individuell mätning och debitering av uppvärmningsenergi. Simuleringar har gjorts för ett flerbostadshus och ett kontorshus. Byggnaderna beskrivs mer i detalj nedan.

### Metod

En energimodell har tagits fram för en byggnad som uppfyller BBR 25, d.v.s. en modell vars energiprestanda uppfyller de nivåer som ställs med hänsyn tagen till de primärenergifaktorer som anges i BBR 25 med 1,0 för fjärrvärme och 1,6 för el. Dessa modeller har därefter justerats så att deras U-medelvärden har varierats så att tre mer välisolerade varianter samt tre sämre isolerade varianter har simulerats (enbart två versioner av kontorsfastigheten). För flerbostadshuset har även ett antal fall utan värmeåtervinning i ventilationsanläggningen studerats, vilket får sägas motsvara befintliga byggnader.

Samtliga modeller har simulerats med klimatfiler från Sveby-SMHI för åren 1981-2010 för följande orter:

- Malmö
- Stockholm
- Sundsvall
- Kiruna

Utifrån de beräkningsmodeller som respektive energibolag på ovanstående orter använder för att beräkna energipris har från modellerna tagits fram t ex högsta dygnseffekt eller maximalt effektbehov samt energibehov per månad.

## Huvudsakliga skillnader i BBR25 relativt tidigare versioner

De huvudsakliga skillnaderna mellan BBR 25 och BBR 21 som användes vid förra beräkningen är följande:

- energikravet har skärpts
- BEN<sup>26</sup> ställer tydligare krav på indata till beräkning för normaliserad användning

Tabell 27 redovisar skillnaderna mellan BBR 21 och BBR 25. Det är energikravet som har förändrats i och med införandet av primärenergifaktorer där fastighetsel ska multipliceras med 1,6 och värmeanvändning ska multipliceras med 1,0 för att få fram den beräknade energiprestandan som ska jämföras med kravvärdet enligt byggreglerna.

Tabell 27. Skillnader mellan BBR 21 och BBR 25 rörande energianvändning och genomsnittligt U-värde.

	Flerbostadshus		Lokaler	
	BBR 21	BBR 25	BBR 21	BBR 25
Byggnadens specifika energianvändning (kWh/m <sup>2</sup> , år)	90	85 (beräknad med primärenergifaktorer)	80 + tillägg för uteluft	85 (beräknad med Primärenergifaktorer)
Genomsnittligt värmeegenomgångstal (W/m <sup>2</sup> , K)	0,4	0,4	0,6	0,6

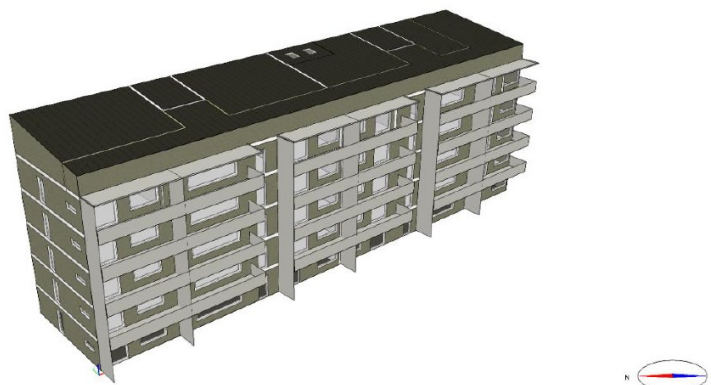
<sup>26</sup> Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2016:12) om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår

## Modellerna

### Flerbostadshus

Flerbostadshuset är ett 5-våningshus med 30 lägenheter, varav 20 treor och 10 tvåor. Den sammanlagda golvarean för hela byggnaden är 2533 m<sup>2</sup> ( $A_{temp}$ ). Golv av betong på makadam med mellanliggande isolering, ytterväggar av betong med mellanliggande isolering, takbjälklag av betong med lösullsisolering, uppstolpat tak av trä och papp, mekanisk från- och tilluftsventilation med värmeåtervinning, FTX. Tillförsel av värme sker från fjärrvärme. Värme tillförs lägenheterna via radiatorsystem som försörjs via stammar i centralt placerade schakt i mitten på byggnaden.

Figur 1 IDA ICE modellen av flerbostadshuset.



Följande fall har simulerats:

- $U_m = 0,33$ , FTX
- $U_m = 0,3$ , FTX
- $U_m = 0,25$ , FTX
- $U_m = 0,17$ , FTX
- $U_m = 0,41$ , FTX
- $U_m = 0,50$ , FTX
- $U_m = 0,58$ , FTX
- $U_m = 0,74$ , enbart frånluft
- $U_m = 0,3$ , enbart frånluft
- $U_m = 0,5$ , enbart frånluft

**Indata till flerbostadshus**

Nedan redogörs för indata till grundfallet.

<i>Klimatskal</i>	
A <sub>tak</sub> [m <sup>2</sup> ]	480
A <sub>golv</sub> [m <sup>2</sup> ]	485
A <sub>vägg</sub> [m <sup>2</sup> ]	1303
A <sub>fönster</sub> [m <sup>2</sup> ]	456
A <sub>dörr</sub> [m <sup>2</sup> ]	0
U <sub>tak</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,17
U <sub>golv</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,10
U <sub>vägg</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,14
U <sub>fönster</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,90
U <sub>dörr</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,00
Andel Köldbryggor av UA [%]	20%
U <sub>medel</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,33
g <sub>fönster</sub>	0,5
g <sub>syst</sub> solskydd	0,65
Luftläckage vid 50 Pa [l/sm <sup>2</sup> ]	0,4
Tryckkoefficienter	Semiexponerat

<i>Värme och kylsystem</i>	
Uppvärmningssystem	Fjärrvärme
Kylsystem	Inget
Effekt [kW]	-
COP (Värme/VV)	1/1
Inomhustemperatur	21

<i>Ventilation</i>	
Ventilationsflöde [L/s]	1013
Drifttid ventilation [h/vecka]	168
SFP <sub>v</sub> [kW/m <sup>3</sup> /s]	1,6
VÄV [%]	70
Inblåsningstemperatur [°C]	20

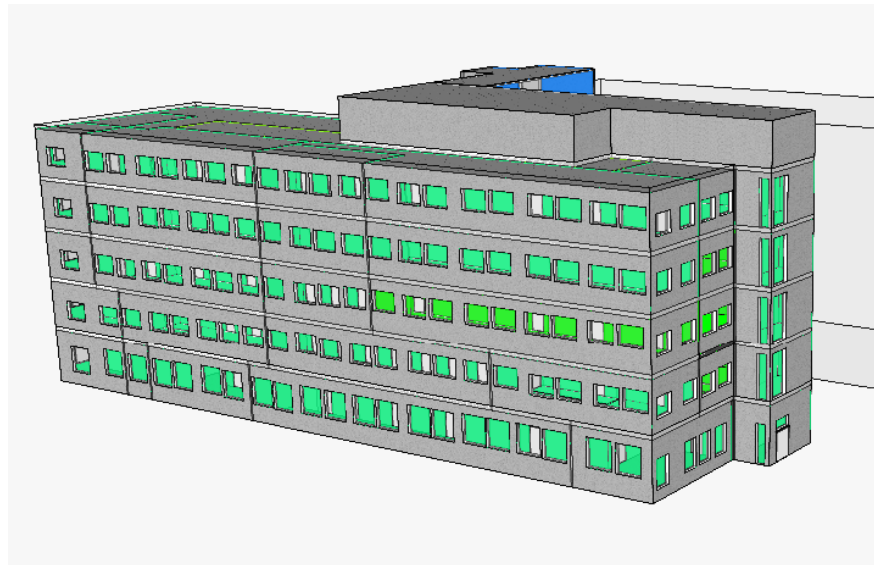
<i>Övriga energiposter och förluster</i>	
Tappvarmvattenbehov [kWh/m <sup>2</sup> ,år]	25
VVC-förluster [kWh/m <sup>2</sup> ,år]	4
Övrig fastighetsel [kWh/m <sup>2</sup> ,år]	
Reglerförluster [% av uppvärmningsbehov och kylbehov]	15
Distributionsförluster [% av uppvärmningsbehov/% tillgodgörande]	3
Kanalförluster [W/m <sup>2</sup> vid ΔT 7°C mellan rum och kanal]	1
Vädringspåslag [kWh/m <sup>2</sup> ,år]	4

<i>Verksamhet</i>	
Personbelastning [personer/m <sup>2</sup> ]	0,02
Verksamhetsel snitteffekt [W/m <sup>2</sup> ]	9,5
Verksamhetstider_Belysning [h/vecka]	70
Verksamhetstider_Utrustning [h/vecka]	49
Internlast möjlig att tillgodgöras [%]	70

### Kontor

Kontorsbyggnad i fem plan. Yttervägg med sandwichkonstruktion. Fönster med U-värde 0,9 W/m<sup>2</sup>, K med solskydd i form av yttre väv. Komfortkyla via kylmaskin och uppvärmning via fjärrvärme. Mekanisk till- och frånluftsventilation med värmeåtervinning. Kontoren är i huvudsak kontorslandskap med några enskilda kontorsrum. På varje våningsplan finns ca 40 radiatorer uppdelat på totalt sex stammar.

Figur 2. Kontorsbyggnad, A-temp: 5 489 m<sup>2</sup>



#### Indata till beräkning för kontor

<i>Klimatskal</i>	
A <sub>tak</sub> [m <sup>2</sup> ]	1138
A <sub>golv</sub> [m <sup>2</sup> ]	1209
A <sub>vägg</sub> [m <sup>2</sup> ]	2216
A <sub>fönster</sub> [m <sup>2</sup> ]	1380
A <sub>dörr</sub> [m <sup>2</sup> ]	18
U <sub>tak</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,10
U <sub>golv</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,11
U <sub>vägg</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,14
U <sub>fönster</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,90
U <sub>dörr</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	1,80
Andel Koldbryggor av UA [%]	20
U <sub>medel</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,38
g <sub>fönster</sub>	0,38
g <sub>syst solskydd</sub>	0,263
Luftläckage vid 50 Pa [l/sm <sup>2</sup> ]	0,4
Tryckkoefficienter	Semiexponerat

<i>Värme och kylsystem</i>	
Uppvärmningssystem	Fjärrvärme
Kylsystem	Kylmaskin
Effekt [kW]	1,7
COP (Värme/VV)	1/1
Inomhustemperatur	21-24

<i>Ventilation</i>	
Ventilationsflöde [L/s]	7040
Drifttid ventilation [h/vecka]	65
SFP <sub>v</sub> [kW/m <sup>3</sup> /s]	2
VÄV [%]	80
Inblåsningstemperatur [°C]	18

Övriga energiposter och förluster	
Tappvarmvattenbehov [kWh/m <sup>2</sup> ,år]	2
VVC-förluster [W/m <sup>2</sup> ,år/% tillgodogörande i form av värme]	0.5/50
Övrig fastighetsel [kWh/m <sup>2</sup> ,år]	-
Reglerförluster [% av uppvärmningsbehov och kylbehov]	15
Distributionsförluster [% av uppvärmningsbehov/% tillgodogörande]	4/50
Kanalförluster [W/m <sup>2</sup> vid ΔT 7°C mellan rum och kanal]	1
Vadringspåslag [kWh/m <sup>2</sup> ,år]	4

Verksamhet	
Personbelastning [personer/m <sup>2</sup> ]	0,05
Verksamhetsel snitteffekt [W/m <sup>2</sup> ]	12,8
Verksamhetstider [h/vecka]	40
Internlast möjlig att tillgodogöras [%]	70

### Indata till äldre kontor

Klimatskal	
A <sub>tak</sub> [m <sup>2</sup> ]	1138
A <sub>golv</sub> [m <sup>2</sup> ]	1209
A <sub>vägg</sub> [m <sup>2</sup> ]	2216
A <sub>fönster</sub> [m <sup>2</sup> ]	1380
A <sub>dörr</sub> [m <sup>2</sup> ]	18
U <sub>tak</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,25
U <sub>golv</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,16
U <sub>vägg</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,70
U <sub>fönster</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	2,3
U <sub>dörr</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	1,80
Andel Koldbryggor av UA [%]	20
U <sub>medel</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	0,95
g <sub>fönster</sub>	0,38
g <sub>syst</sub> solskydd	0,263
Luftläckage vid 50 Pa [l/sm <sup>2</sup> ]	0,8
Tryckkoefficienter	Semiexponerat

Värme och kylsystem	
Uppvärmningssystem	Fjärrvärme
Kylsystem	Kylmaskin
Effekt [kW]	1,7
COP (Värme/VV)	1/1
Inomhustemperatur	21-24

Ventilation	
Ventilationsflöde [L/s]	7040
Drifttid ventilation [h/vecka]	65
SFP <sub>v</sub> [kW/m <sup>3</sup> /s]	2,2
VAV [%]	70
Inblåsningstemperatur [°C]	18

Övriga energiposter och förluster	
Tappvarmvattenbehov [kWh/m <sup>2</sup> ,år]	2
VVC-förluster [W/m <sup>2</sup> ,år/% tillgodogörande i form av värme]	0.5/50
Övrig fastighetsel [kWh/m <sup>2</sup> ,år]	-
Reglerförluster [% av uppvärmningsbehov och kylbehov]	15
Distributionsförluster [% av uppvärmningsbehov/% tillgodogörande]	4/50
Kanalförluster [W/m <sup>2</sup> vid ΔT 7°C mellan rum och kanal]	1
Vadringspåslag [kWh/m <sup>2</sup> ,år]	4

Verksamhet	
Personbelastning [personer/m <sup>2</sup> ]	0,05
Verksamhetsel snitteffekt [W/m <sup>2</sup> ]	12,8
Verksamhetstider [h/vecka]	40
Internlast möjlig att tillgodogöras [%]	70

### Beräkningsfall

Båda kontoren har beräknats med följande klimatkrav: (värme/kyla)  
+21/24, +22/25, +23/26.



## Resultat

På följande sidor redovisas resultaten för de simulerade fastigheterna. Beräkning av Energieffektivitet baserat på primärenergital har gjorts för BBR 25. För Kiruna och Sundsvall redovisas inte effekterna då dessa energibolag inte har sådana taxor.

### Kommentarer till resultaten

Inblåsningstemperaturen från ventilationsaggregaten har i modellerna varit konstant oavsett börvärde på innetemperaturen utom i det mest välisolerade flerbostadshuset, där de interna lasterna påverkar inomhustemperaturen så mycket att det i vissa fall blev väldigt övertemperaturer och lagring i byggnadsstommen. Detta ledde till att effektbehovet vid högre temperaturer blev lägre än för låga inomhustemperaturer. I dessa fall sänktes inblåsningstemperaturen till 18°C, vilket gjorde att modellen svarade mer som ett förväntat verkligt scenario. Även för kontorshuset så finner vi för en del fall att beroende på valet av inblåsningstemperatur så påverkas effektbehovet i radiatorsystemet på ett sådant sätt att det kan leda till att det beräknade underlaget för effekttaxan kan minska vid högre inomhustemperaturer jämfört med vid lägre inomhustemperaturer. Det beror också på hur effektbehovet beräknas enligt fjärrvärmebolaget. I vissa fall används maximal effekt och i andra fall genomsnittliga effekter, vilket påverkas av inblåsningstemperaturer och inomhustemperaturen.

## Malmö – flerbostadshus

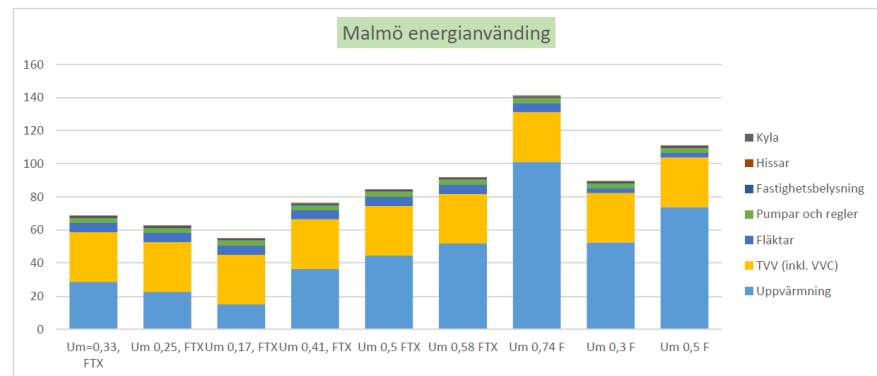
Malmö 21 grader Atemp 2533

Köpt energi [kWh/m<sup>2</sup>]

Parameter	Um=0,33,	Um 0,25,	Um 0,17,	Um 0,41,	Um 0,5	Um 0,58			
	FTX	FTX	FTX	FTX	FTX	FTX	Um 0,74 F	Um 0,3 F	Um 0,5 F
Uppvärmning	29	23	15	36	45	52	101	52	74
TVV (inkl. VVC)	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Fläktar	6	6	6	6	6	6	6	3	3
Pumpar och regler	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Fastighetsbelysning	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hissar	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kyla	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Summa</b>	<b>69</b>	<b>63</b>	<b>55</b>	<b>76</b>	<b>85</b>	<b>92</b>	<b>141</b>	<b>32</b>	<b>111</b>
U <sub>m</sub>	0,33	0,25	0,17	0,41	0,50	0,58	0,74	0,30	0,50
EP <sub>pet</sub> (PE <sub>fjv</sub> =1,0, PE <sub>ei</sub> =1,6)	82	74	65	92	102	111	172	107	134
Krävnivå EP <sub>pet</sub> BBR25	85	85	85	85	85	85	85	85	85

## Fgeo\_Malmö

## 0,8 BBR25



### Stockholm – flerbostadshus

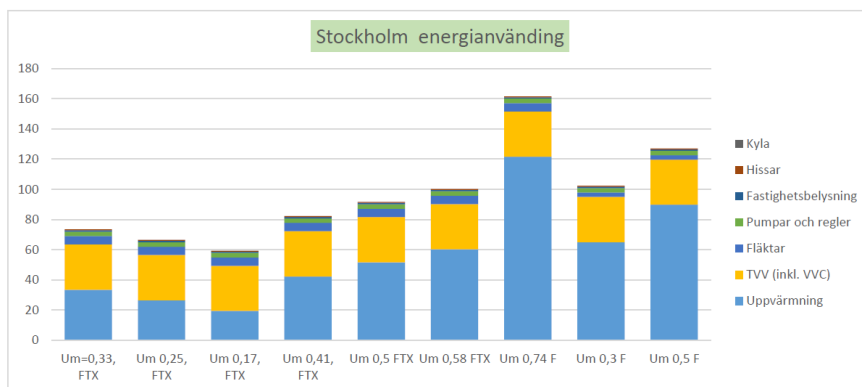
Stockholm 21 grader Atemp 2533

Köpt energi [kWh/m<sup>2</sup>]

Parameter	Um=0,33	Um 0,25,	Um 0,17,	Um 0,41,	Um 0,5	Um 0,58				
	FTX	FTX	FTX	FTX	FTX	FTX	Um 0,74 F	Um 0,3 F	Um 0,5 F	
Uppvärmning	33	27	19	42	52	60	122	65	90	
TVV (inkl. VVC)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Fläktar	6	6	6	6	6	6	6	3	3	
Pumpar och regler	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Fastighetsbelysning	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Hissar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kyla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Summa</b>	<b>73</b>	<b>66</b>	<b>59</b>	<b>82</b>	<b>92</b>	<b>100</b>	<b>162</b>	<b>32</b>	<b>127</b>	
U <sub>m</sub>		0,33	0,25	0,17	0,41	0,50	0,58	0,74	0,30	0,50
EP <sub>pet</sub> (PE <sub>fjv</sub> =1,0, PE <sub>el</sub> =1,6)		79	72	65	88	98	106	168	107	131
Krävnivå EP <sub>pet</sub> BBR25		85	85	85	85	85	85	85	85	85

### Fgeo\_Stockholm

### 1 BBR25

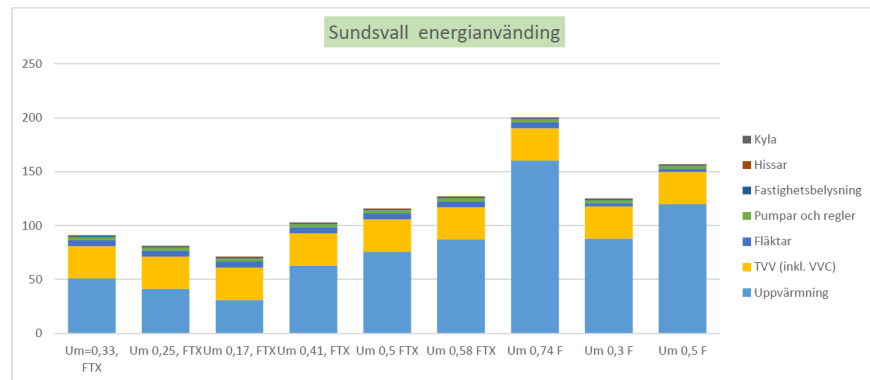


## Sundsvall – flerbostadshus

Sundsvall		21 grader						Atemp 2533		
Parameter	Köpt energi [kWh/m <sup>2</sup> ]									
	Um=0,33, FTX	Um 0,25, FTX	Um 0,17, FTX	Um 0,41, FTX	Um 0,5, FTX	Um 0,58, FTX	Um 0,74 F	Um 0,3 F	Um 0,5 F	
Uppvärmning	51	41	31	63	76	87	160	88	120	
TVV (inkl. VVC)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Fläktar	6	6	6	6	6	6	6	3	3	
Pumpar och regler	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Fastighetsbelysning	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Hissar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kyla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Summa</b>	<b>91</b>	<b>81</b>	<b>71</b>	<b>103</b>	<b>116</b>	<b>127</b>	<b>200</b>	<b>32</b>	<b>157</b>	
U <sub>m</sub>	0,33	0,25	0,17	0,41	0,50	0,58	0,74	0,30	0,50	
EP <sub>pet</sub> (PE <sub>fjv</sub> =1,0, PE <sub>el</sub> =1,6)	85	78	70	94	104	113	169	109	134	
Kravnivå EP <sub>pet</sub> BBR25	85	85	85	85	85	85	85	85	85	

Fgeo\_Sundsvall

1,3 BBR25

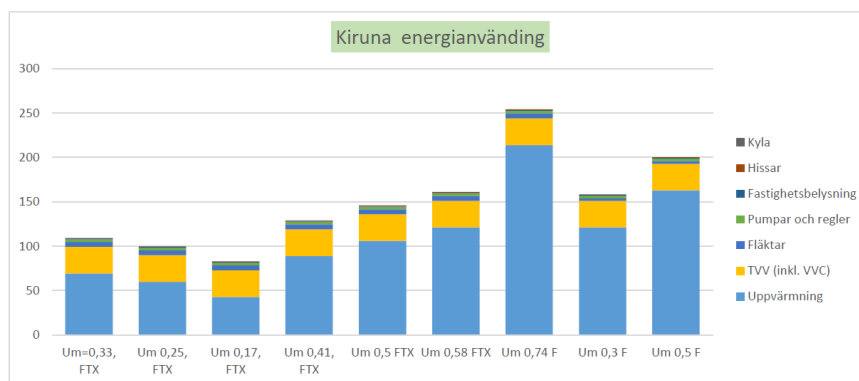


### Kiruna – flerbostadshus

Kiruna		21 grader						Atemp		2533
Parameter	Köpt energi [kWh/m <sup>2</sup> ]									
	Um=0,33, FTX	Um 0,25, FTX	Um 0,17, FTX	Um 0,41, FTX	Um 0,5, FTX	Um 0,58, FTX	Um 0,74 F	Um 0,3 F	Um 0,5 F	
Uppvärmning	69	60	43	89	106	121	214	121	163	
TVV (inkl. VVC)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Fläktar	6	6	6	6	6	6	6	3	3	
Pumpar och regler	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Fastighetsbelysning	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Hissar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kyla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Summa</b>	<b>109</b>	<b>100</b>	<b>83</b>	<b>129</b>	<b>146</b>	<b>161</b>	<b>254</b>	<b>32</b>	<b>200</b>	
U <sub>m</sub>	0,33	0,25	0,17	0,41	0,50	0,58	0,74	0,30	0,50	
EP <sub>pet</sub> (PE <sub>fjv</sub> =1,0, PE <sub>el</sub> =1,6)	82	78	69	93	102	110	159	105	127	
Kravnivå EP <sub>pet</sub> BBR25	85	85	85	85	85	85	85	85	85	

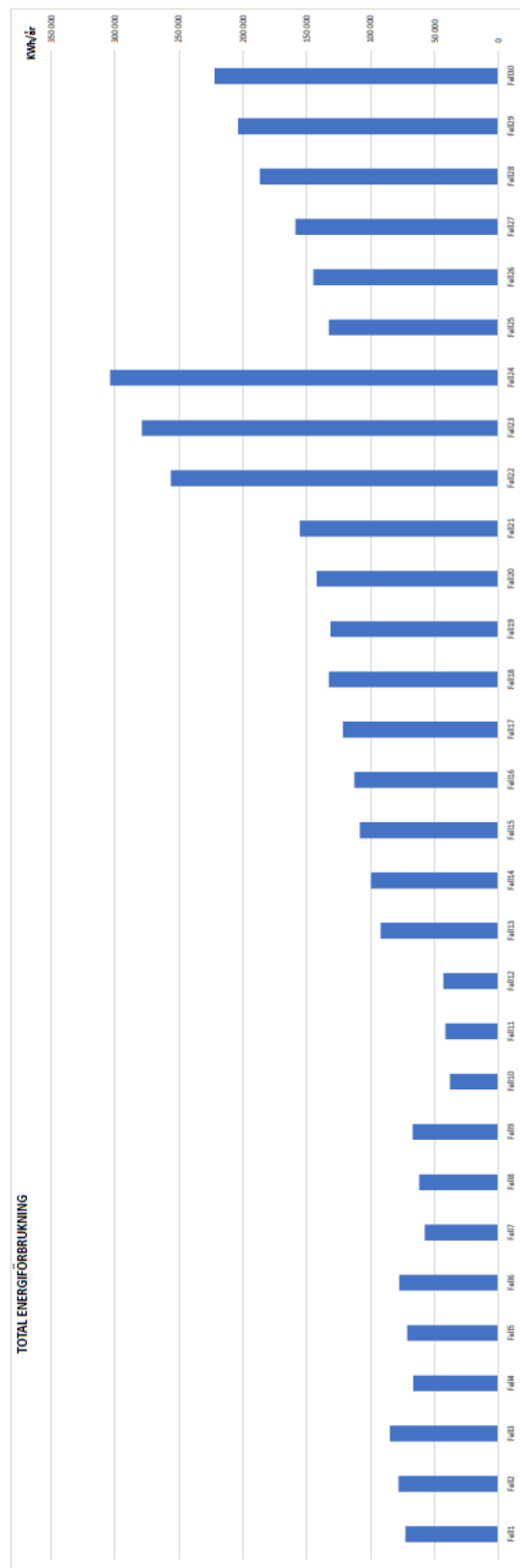
Fgeo\_Kiruna

1,9 BBR25



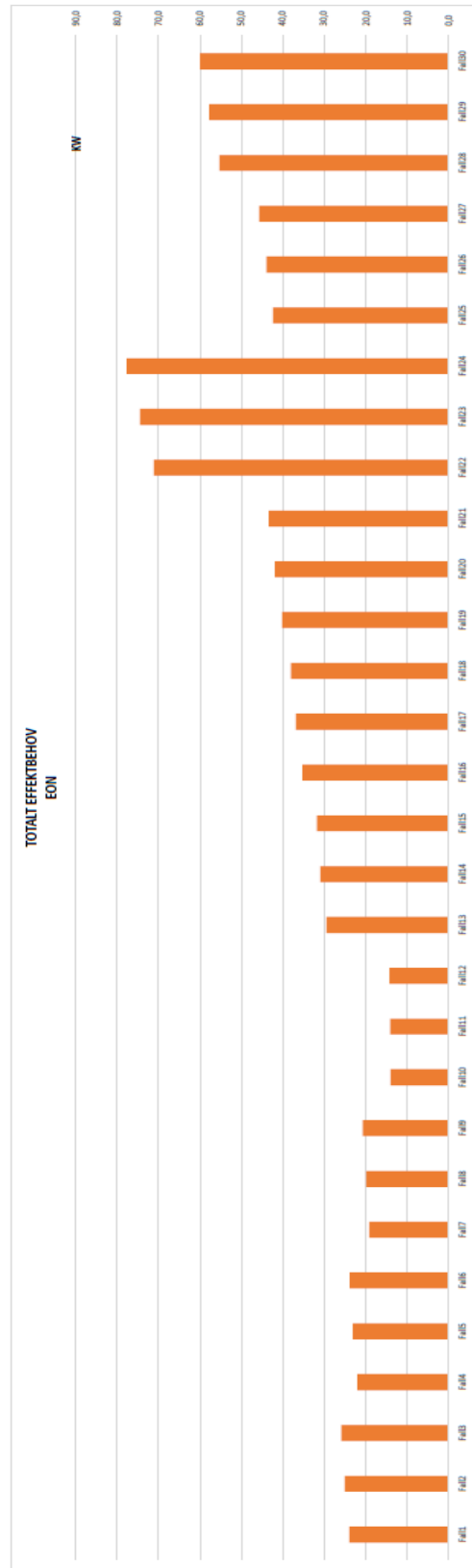
Malmö – flerbostadshus, total energianvändning

U=0,5 W/m <sup>2</sup> & F			U=0,3 W/m <sup>2</sup> & F			U=0,4 W/m <sup>2</sup> & F			U=0,5 W/m <sup>2</sup> & F			U=0,7 W/m <sup>2</sup> & F			U=0,9 W/m <sup>2</sup> & F			U=0,4 W/m <sup>2</sup> & FTX			U=0,25 W/m <sup>2</sup> & FTX			U=0,3 W/m <sup>2</sup> & FTX			U=0,35 W/m <sup>2</sup> & FTX							
TOTAL ENERGFÖRBRUKNING			TOTAL ENERGFÖRBRUKNING			TOTAL ENERGFÖRBRUKNING			TOTAL ENERGFÖRBRUKNING			TOTAL ENERGFÖRBRUKNING			TOTAL ENERGFÖRBRUKNING			TOTAL ENERGFÖRBRUKNING			TOTAL ENERGFÖRBRUKNING			TOTAL ENERGFÖRBRUKNING			TOTAL ENERGFÖRBRUKNING			TOTAL ENERGFÖRBRUKNING				
Fel09	Fel10	Fel11	Fel02	Fel03	Fel04	Fel05	Fel06	Fel07	Fel08	Fel09	Fel10	Fel11	Fel12	Fel13	Fel14	Fel15	Fel16	Fel17	Fel18	Fel19	Fel20	Fel21	Fel22	Fel23	Fel24	Fel25	Fel26	Fel27	Fel28	Fel29	Fel30	Fel31	Fel32	Fel33
23 grader	22 grader	21 grader	23 grader	22 grader	21 grader	23 grader	22 grader	21 grader	23 grader	22 grader	21 grader	23 grader	22 grader	21 grader	23 grader	22 grader	21 grader	23 grader	22 grader	21 grader	23 grader	22 grader	21 grader	23 grader	22 grader	21 grader	23 grader	22 grader	21 grader	23 grader	22 grader	21 grader	23 grader	
222.150	209.810	198.882	158.858	145.132	132.750	303.883	279.185	256.331	155.433	142.279	131.399	132.738	121.787	112.928	108.433	99.672	92.380	43.138	41.624	38.248	67.269	61.083	57.648	77.874	71.837	66.641	83.169	78.370	72.781	18.340	15.928	14.570		
35.578	33.752	31.944	26.972	25.538	24.180	46.326	43.988	41.653	28.538	25.138	23.783	23.375	22.118	20.931	19.801	18.676	17.668	9.622	9.424	8.880	13.522	12.666	11.941	15.204	14.296	13.546	18.329	15.411	14.370	3.578	3.141	2.870		
35.901	34.286	32.677	27.390	25.986	24.736	46.669	44.598	42.498	28.670	25.611	24.371	23.707	22.562	21.452	20.109	19.090	18.135	9.921	9.752	9.230	13.712	12.972	12.235	15.477	14.641	13.917	18.619	15.751	14.970	3.901	3.464	3.190		
30.893	29.134	27.347	22.844	21.400	19.984	41.304	38.893	36.608	22.416	21.007	19.690	19.414	18.173	17.012	16.127	15.043	14.028	6.443	6.228	5.753	10.166	9.481	8.860	11.712	10.916	10.232	12.807	11.092	11.146	2.931	2.597	2.320		
21.231	19.407	17.500	14.729	13.239	11.777	29.532	27.259	24.977	14.139	12.701	11.325	11.709	10.407	9.120	8.105	7.817	6.805	914	928	896	3.819	3.378	3.237	5.255	4.336	3.835	6.189	5.139	4.380	1.940	1.718	1.578		
8.212	6.267	4.425	4.119	2.621	1.313	13.584	11.185	8.905	3.829	2.466	1.810	2.313	1.489	1.387	1.230	978	1.018	49	7	3	389	394	423	500	523	556	596	608	657	2.217	2.077	1.927		
2.315	1.111	416	517	147	25	5.741	3.706	2.074	500	239	227	174	110	117	65	57	58	3	0	0	15	16	16	21	22	22	26	27	27	1.111	1.011	911		
127	9	0	6	0	0	688	279	61	9	6	6	2	3	3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
32	0	0	0	0	0	1.247	188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6.950	4.574	2.621	2.852	1.316	241	11.635	9.027	6.406	2.893	1.304	706	1.614	554	469	526	281	282	52	0	0	100	101	103	122	124	128	147	148	150	7.950	7.050	6.150		
16.424	14.487	12.611	11.001	9.296	7.654	23.109	20.683	18.323	10.400	8.554	7.099	6.463	6.919	5.580	6.157	4.607	3.427	382	186	140	2.045	1.332	1.205	2.943	1.919	1.483	3.672	2.901	1.778	1.500	1.350	1.200		
27.711	25.913	24.151	20.483	19.055	17.677	36.529	34.251	32.029	20.123	18.695	17.384	17.489	16.306	15.065	14.518	13.358	12.308	5.256	4.786	3.586	9.053	8.012	6.757	10.532	9.610	8.449	11.530	10.557	9.537	8.517	7.500	6.483	5.466	
36.885	34.888	33.111	27.844	26.552	25.174	47.441	45.117	42.797	27.657	25.258	24.888	24.486	23.537	22.651	20.792	19.685	18.633	10.984	10.313	9.777	14.943	13.531	12.820	16.802	15.253	14.474	17.254	16.357	15.545	14.528	13.511	12.494	11.477	
18.340	15.928	14.570	12.382	11.382	10.381	24.688	22.854	21.020	13.153	10.881	10.951	10.951	10.951	10.951	8.781	7.292	49.245	13.12	3.378	-29.023	5.486	4.216	-30.126	6.237	4.996	-10.528	6.799	5.869	-10.528	6.799	5.869	-10.528	6.799	



Malmö – flerbostadshus, totalt effektbehov EON

TOTALT EFFIKTBEHOV EON			TOTALT EFFIKTBEHOV EON			TOTALT EFFIKTBEHOV EON			TOTALT EFFIKTBEHOV EON			TOTALT EFFIKTBEHOV EON			TOTALT EFFIKTBEHOV EON			TOTALT EFFIKTBEHOV EON			TOTALT EFFIKTBEHOV EON									
Fall	23 grader	21 grader	Fall	23 grader	21 grader	Fall	23 grader	21 grader	Fall	23 grader	21 grader	Fall	23 grader	21 grader	Fall	23 grader	21 grader	Fall	23 grader	21 grader	Fall	23 grader	21 grader							
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW						
48.4	47.2	45.2	37.4	35.9	34.4	64.3	61.6	58.9	36.4	34.5	33.2	32.0	30.5	29.1	26.8	25.7	24.4	11.7	11.8	11.2	17.6	16.6	15.8	20.1	19.1	18.2	21.7	20.8	19.7	
59.9	57.7	55.2	45.6	43.9	42.3	77.6	74.4	71.1	43.3	41.8	40.1	38.0	36.8	35.2	31.8	30.8	29.4	14.2	14.0	13.9	20.6	19.8	19.0	23.8	23.0	21.9	25.8	25.0	23.8	
43.7	41.6	39.4	32.9	31.3	29.6	57.3	54.5	51.5	32.0	30.1	28.6	27.7	26.2	24.8	22.7	21.8	20.5	9.3	9.8	9.3	14.1	13.5	12.7	16.6	15.7	14.7	17.9	17.3	16.1	
35.3	33.6	31.4	24.8	23.7	21.9	40.3	38.0	35.2	23.4	21.6	20.2	19.4	18.0	16.4	15.5	14.2	12.8	2.1	2.0	2.0	7.5	7.2	6.7	9.9	9.2	8.1	11.3	10.6	9.8	
16.0	13.5	11.1	9.2	8.2	7.5	24.3	21.8	19.2	8.1	7.7	7.6	7.6	7.5	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	0.1	0.1	0.1	1.4	1.4	1.4	1.6	1.6	1.6	2.0	1.9	1.8
9.9	8.8	8.0	6.2	5.8	5.4	16.9	15.5	14.0	3.2	3.1	3.0	3.0	2.9	2.8	2.8	2.8	2.8	0.4	0.4	0.4	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
2.1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0	5.3	5.3	5.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
12.5	9.8	7.5	6.4	4.2	1.8	19.8	16.4	13.1	6.1	3.7	2.2	3.8	2.0	1.6	1.8	1.2	1.2	0.1	0.0	0.0	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	
30.1	28.0	25.8	21.5	19.7	18.0	40.6	37.9	35.1	20.8	18.9	17.1	17.8	15.8	14.4	14.0	12.5	10.7	1.8	1.5	1.1	6.9	4.7	3.7	9.3	6.9	4.7	10.5	8.4	6.0	
43.4	41.4	39.3	32.0	30.5	28.8	57.4	54.7	51.9	30.4	28.9	27.3	26.1	24.9	23.4	21.2	20.2	19.2	8.0	7.8	6.9	13.4	12.1	11.5	15.6	14.2	13.6	17.1	15.7	14.9	
52.4	50.2	47.9	39.4	37.6	35.8	68.2	65.1	62.0	38.0	36.3	34.6	33.1	31.6	30.2	27.7	26.4	25.0	12.1	11.9	11.4	17.5	16.9	16.1	20.2	19.5	18.6	22.0	21.0	20.1	
59.9	57.7	55.2	45.6	43.9	42.3	77.6	74.4	71.1	43.3	41.8	40.1	38.0	36.8	35.2	31.8	30.8	29.4	14.2	14.0	13.9	20.6	19.8	19.0	23.8	23.0	21.9	25.8	25.0	23.8	

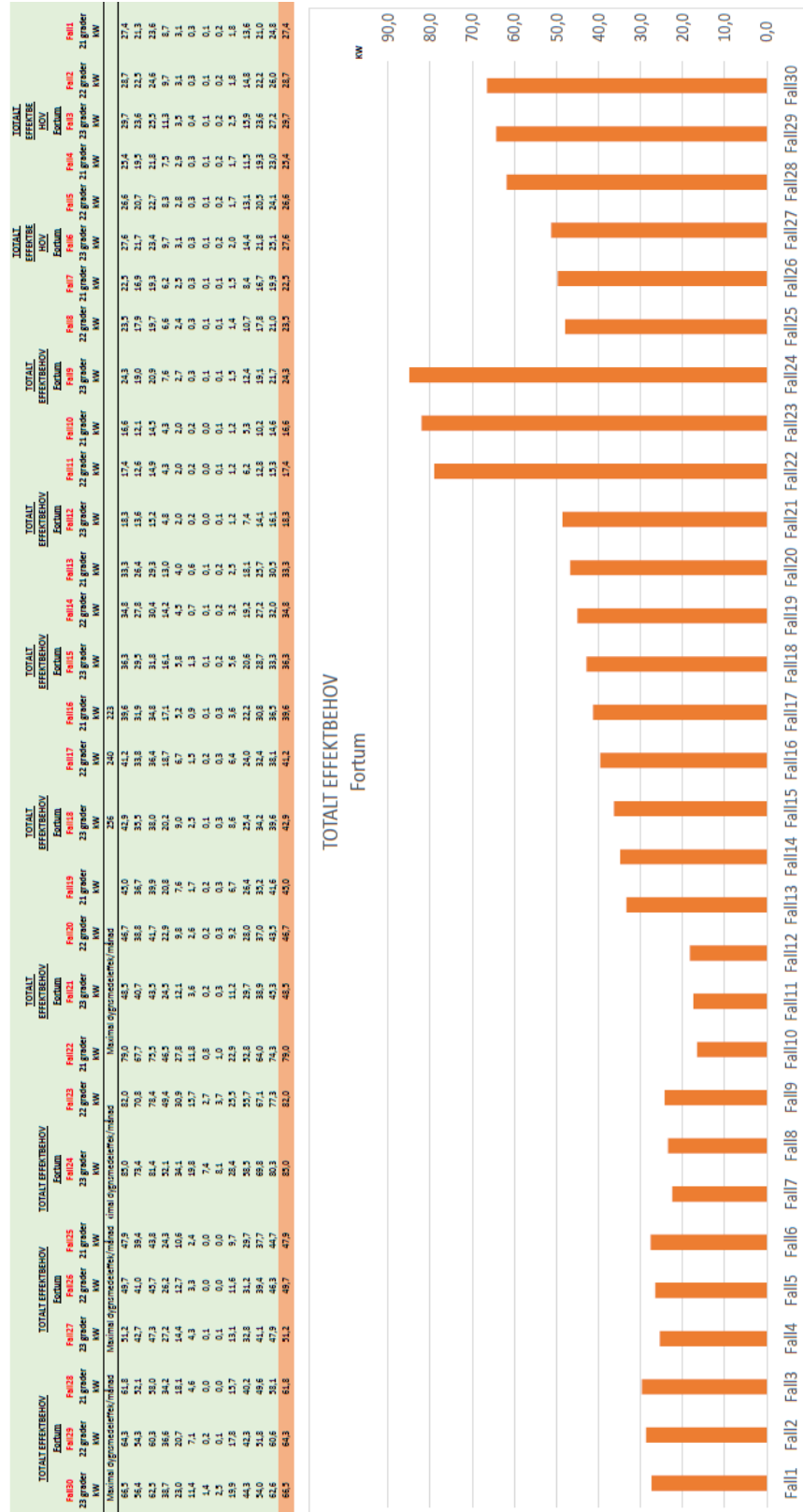








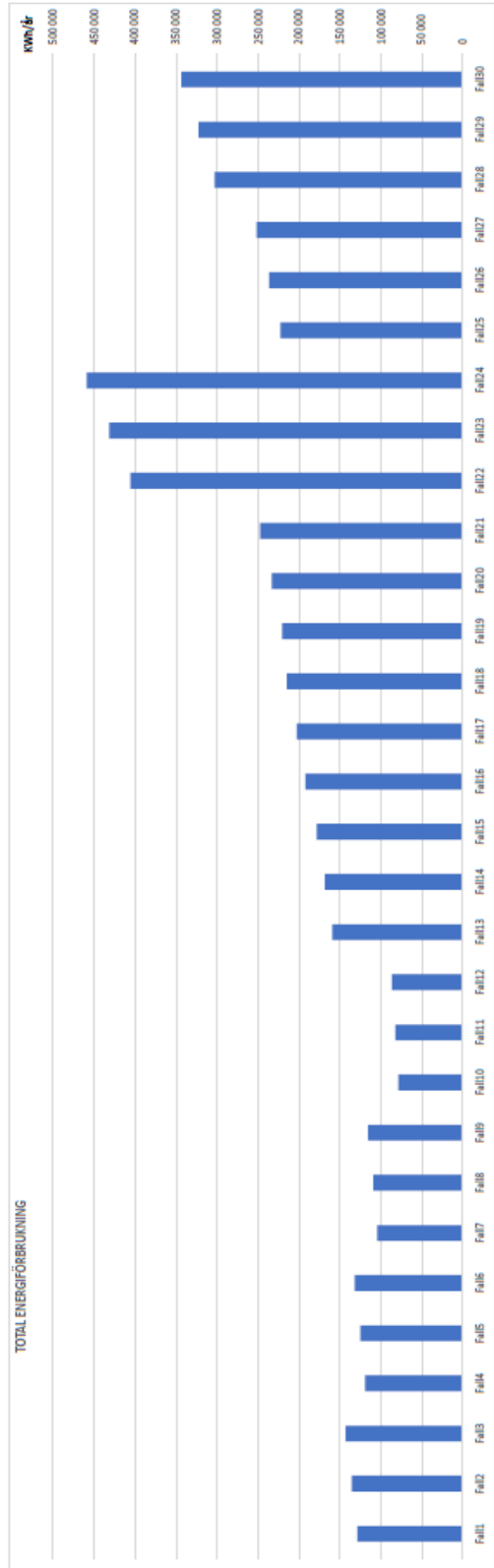
Stockholm – flerbostadshus, totalt effektbehov Fortum





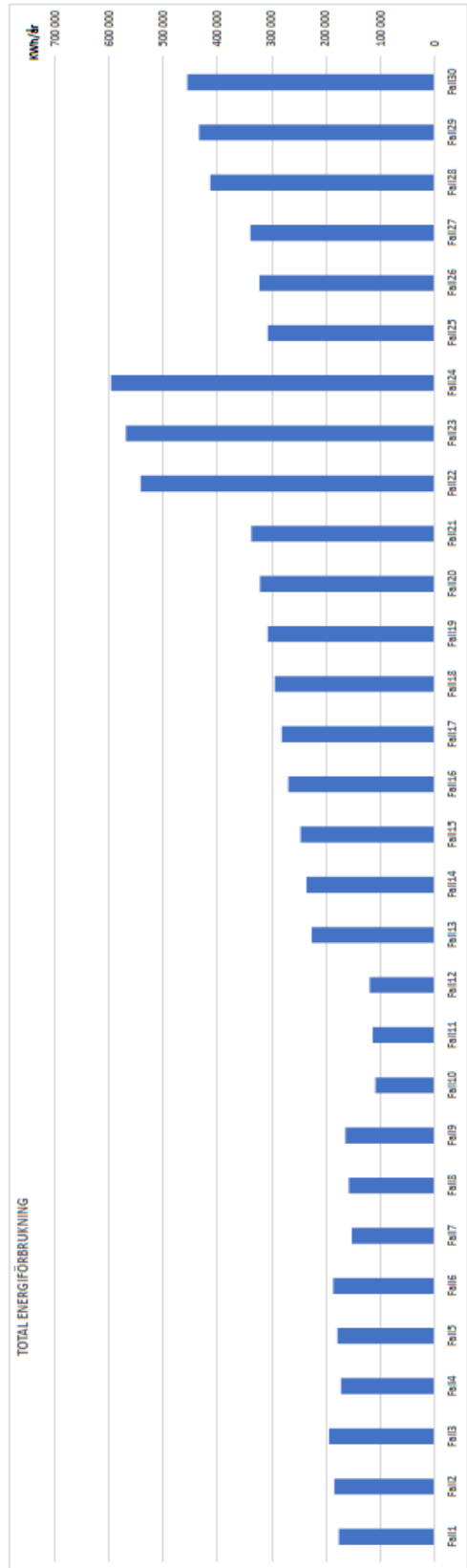
Sundsvall – flerbostadshus, total energianvändning

U=0,5 W/m <sup>2</sup> .K F		U=0,3 W/m <sup>2</sup> .K F		U=0,74 W/m <sup>2</sup> .K F		U=0,58 W/m <sup>2</sup> .K FTX		U=0,50 W/m <sup>2</sup> .K FTX		U=0,41 W/m <sup>2</sup> .K FTX		U=0,17 W/m <sup>2</sup> .K FTX		U=0,25 W/m <sup>2</sup> .K FTX		U=0,3 W/m <sup>2</sup> .K FTX		U=0,33 W/m <sup>2</sup> .K FTX											
TOTAL ENERGI Förbrukning 23 grader KWh/år	FaI29 FaI28 21 grader KWh/år	TOTAL ENERGI Förbrukning 23 grader KWh/år	FaI27 FaI26 21 grader KWh/år	TOTAL ENERGI Förbrukning 23 grader KWh/år	FaI25 FaI24 21 grader KWh/år	TOTAL ENERGI Förbrukning 23 grader KWh/år	FaI23 FaI22 21 grader KWh/år	TOTAL ENERGI Förbrukning 23 grader KWh/år	FaI21 FaI20 21 grader KWh/år	TOTAL ENERGI Förbrukning 23 grader KWh/år	FaI19 FaI18 21 grader KWh/år	TOTAL ENERGI Förbrukning 23 grader KWh/år	FaI17 FaI16 21 grader KWh/år	TOTAL ENERGI Förbrukning 23 grader KWh/år	FaI15 FaI14 21 grader KWh/år	TOTAL ENERGI Förbrukning 23 grader KWh/år	FaI13 FaI12 21 grader KWh/år	TOTAL ENERGI Förbrukning 23 grader KWh/år	FaI11 FaI10 21 grader KWh/år	TOTAL ENERGI Förbrukning 23 grader KWh/år	FaI9 FaI8 21 grader KWh/år								
30 855	45 031	47 216	35 226	37 831	36 808	453 965	431 732	405 662	327 560	325 353	320 268	324 810	303 641	181 637	178 400	168 150	129 242	86 231	81 801	78 632	113 606	108 261	104 460	132 067	125 961	118 268	143 242	124 071	128 143
43 377	41 690	40 064	33 102	31 806	30 326	58 254	54 092	51 351	31 230	31 316	30 041	28 694	27 661	26 351	24 326	23 394	22 424	12 313	11 945	11 208	16 337	15 807	15 177	18 637	17 338	17 249	20 060	19 276	18 325
46 076	44 212	42 367	34 813	33 349	31 923	60 083	57 689	55 348	34 100	31 688	31 336	29 900	28 666	27 474	25 186	24 073	23 027	12 297	11 714	11 296	16 570	15 882	15 152	19 036	18 121	17 383	20 542	19 388	18 799
27 400	23 339	23 746	19 456	17 943	16 203	37 423	34 138	32 300	18 564	17 373	16 261	16 043	14 769	13 607	12 877	11 808	10 813	4 332	4 365	4 300	6 378	6 395	6 065	8 464	7 738	7 126	9 211	8 651	7 387
24 072	13 219	11 443	9 473	8 038	6 848	22 384	19 987	17 737	9 089	7 747	6 485	6 997	5 808	4 814	4 877	3 823	3 387	1 098	1 067	1 100	1 746	1 572	1 352	2 279	1 976	1 950	2 724	2 361	2 130
9 371	3 604	2 078	1 771	680	150	10 153	8 010	5 960	1 093	931	827	836	375	254	478	422	437	204	206	207	239	241	244	262	268	271	283	284	289
1 346	213	8	114	0	0	4 443	2 423	975	163	73	74	40	36	36	17	17	17	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4 070	2 449	1 146	1 381	476	13	7 748	5 353	3 746	1 028	953	333	862	332	216	233	120	121	18	18	18	34	34	33	47	47	47	59	59	59
15 538	13 777	11 944	10 002	8 454	6 505	22 329	20 232	17 936	9 646	8 061	6 399	7 374	5 953	4 381	3 210	3 634	2 541	793	791	795	1 396	1 080	1 084	1 977	1 395	1 337	3 608	1 706	1 320
30 153	25 357	26 453	21 932	20 439	19 029	40 161	37 822	35 068	21 377	20 176	19 761	15 392	12 285	10 682	15 179	13 976	13 842	8 204	4 237	3 815	8 216	7 412	6 343	10 619	9 316	8 080	11 766	10 325	9 348
42 149	43 389	41 607	34 606	33 222	31 829	53 026	53 731	53 419	34 108	32 772	31 428	30 247	29 061	27 879	25 873	24 355	23 577	13 473	12 730	11 882	17 612	16 800	16 083	19 840	19 008	18 280	21 343	20 415	19 268
28 709	25 888	24 978	49 770	44 373	42 594	74 440	71 037	69 636	45 040	43 704	42 332	40 310	39 096	37 893	34 546	33 609	31 601	19 673	19 682	18 332	24 724	24 046	23 346	27 314	26 719	23 546	29 314	28 480	27 625



Kiruna – flerbostadshus, total energianvändning

U=0,5 W/m <sup>2</sup> .k F		U=0,3 W/m <sup>2</sup> .k F		U=0,74 W/m <sup>2</sup> .k FTX		U=0,58 W/m <sup>2</sup> .k FTX		U=0,50 W/m <sup>2</sup> .k FTX		U=0,41 W/m <sup>2</sup> .k FTX		U=0,17 W/m <sup>2</sup> .k FTX		U=0,25 W/m <sup>2</sup> .k FTX		U=0,3 W/m <sup>2</sup> .k FTX		U=0,33 W/m <sup>2</sup> .k FTX											
TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING	F019	TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING	F020	TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING	F021	TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING	F022	TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING	F023	TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING	F024	TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING	F025	TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING	F026	TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING	F027	TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING	F028	TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING									
23 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kWh/år									
457 556	434 012	412 785	397 061	596 544	569 288	542 074	537 866	524 874	521 237	568 826	549 586	535 656	525 551	519 120	513 345	508 827	504 393	517 547	511 900	506 350	518 516	511 850	503 829	503 968	517 731				
62 262	60 733	58 892	48 570	79 316	76 518	74 537	48 613	47 241	45 864	43 486	42 270	41 069	37 383	36 324	33 351	20 305	19 900	18 816	26 663	23 880	23 210	29 878	28 847	28 073	30 762	29 731	28 743		
18 243	16 463	14 880	49 196	73 830	71 686	69 529	44 903	43 684	42 403	40 106	39 048	37 934	34 430	33 321	32 279	18 356	17 691	17 082	24 358	23 700	23 020	27 177	26 435	25 777	28 183	27 466	26 401		
34 772	32 967	31 112	41 646	70 908	68 136	65 761	41 492	40 164	38 778	36 683	35 467	34 254	31 059	29 974	28 540	15 165	14 426	13 836	11 132	20 359	19 634	19 837	23 014	22 235	24 802	23 743	22 821		
36 976	35 207	33 483	27 103	33 648	32 648	31 302	26 845	25 472	24 140	23 158	22 802	20 802	19 211	18 090	17 111	7 642	7 159	6 873	11 851	11 143	10 514	13 800	13 979	12 252	14 379	13 333	12 422		
21 711	19 871	18 093	14 421	12 969	12 969	11 946	14 132	13 704	11 354	11 473	10 305	8 968	8 655	7 540	6 512	2 813	2 355	2 348	3 713	3 342	3 283	4 805	4 176	3 849	3 086	4 264	3 865		
11 237	10 421	8 699	6 868	5 623	4 308	3 884	18 834	16 276	14 972	6 688	3 421	4 400	3 019	2 443	2 246	838	845	846	1 083	1 062	1 075	1 332	1 125	1 288	1 395	1 251	1 319		
6 351	4 275	2 899	2 898	1 468	771	11 260	8 948	6 798	2 626	1 587	1 172	1 113	113	113	113	113	113	113	150	160	161	188	159	196	208	206	207		
11 236	9 396	7 697	6 519	5 085	3 673	17 286	14 992	11 765	6 327	4 886	3 714	2 827	1 972	1 335	541	337	359	900	720	706	4 120	863	809	1 326	898	837	7 997	6 700	5 569
24 829	23 067	21 326	17 620	16 240	14 540	33 788	31 326	29 337	17 386	16 023	14 713	14 713	11 813	10 634	9 424	2 965	2 496	2 363	6 043	4 956	4 066	7 636	6 463	5 462	7 997	6 700	5 569		
41 341	39 442	37 751	31 103	29 708	28 307	53 833	51 214	49 154	31 080	29 679	28 326	22 906	21 808	20 732	10 216	9 084	8 137	15 087	14 238	13 332	17 330	16 363	15 554	17 836	16 784	15 768			
37 661	35 888	34 102	44 693	43 356	42 018	73 240	70 841	68 621	44 569	43 206	41 930	38 420	34 148	32 143	18 163	17 056	16 789	34 142	33 449	31 764	26 937	26 187	25 426	27 844	26 889	26 007			
67 616	65 772	63 912	52 795	51 364	49 973	82 593	80 259	78 651	52 651	51 296	49 942	47 222	46 825	44 640	40 719	39 736	38 702	50 466	48 549	47 624	42 561	41 737	40 966	39 651	38 714	37 712			

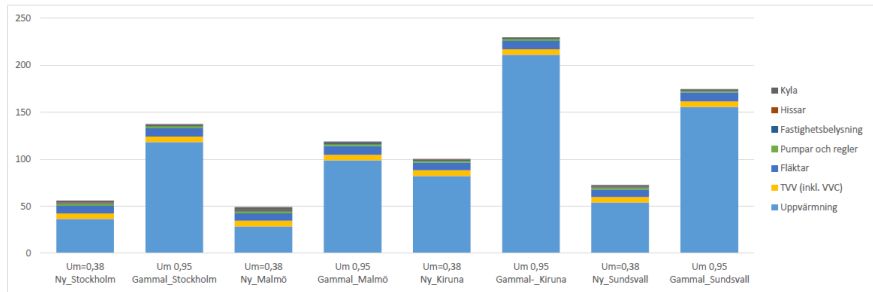


**Kontor**

21 grader Atemp 5489

**Köpt energi [kWh/m<sup>2</sup>]**

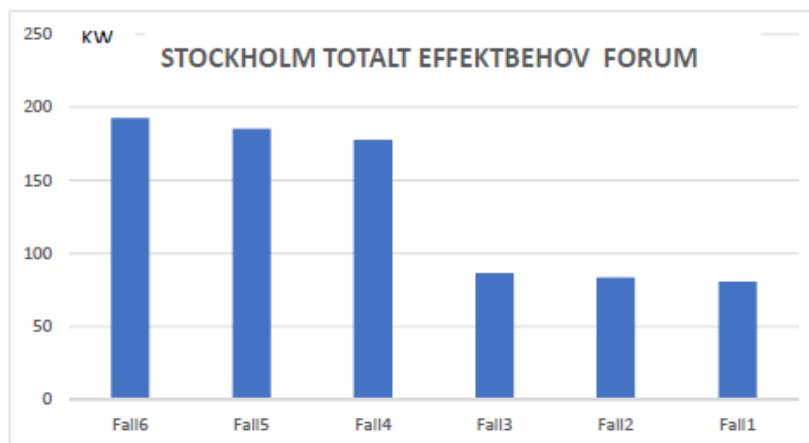
Parameter	Stockholm		Malmö		Kiruna		Sundsvall	
	Um=0,38	Um 0,95	Um=0,38	Um 0,95	Um=0,38	Um 0,95	Um=0,38	Um 0,95
	Ny_Stockholm	Gammal_Stockholm	Ny_Malmö	Gammal_Malmö	Ny_Kiruna	Gammal_Kiruna	Ny_Sundsvall	Gammal_Sundsvall
Uppvärmning	37	118	29	99	82	211	54	156
TVV (inkl. VVC)	6	6	6	6	6	6	6	6
Fläktar	8	9	8	9	8	9	8	9
Pumpar och regler	2	2	2	2	2	2	2	2
Fastighetsbelysning	1	1	1	1	1	1	1	1
Hissar	1	1	1	1	1	1	1	1
Kyla	2	1	3	2	0	0	1	1
<b>Summa</b>	<b>66</b>	<b>137</b>	<b>49</b>	<b>119</b>	<b>100</b>	<b>229</b>	<b>73</b>	<b>32</b>
U <sub>n</sub>	0,38	0,95	0,38	0,95	0,38	0,95	0,38	0,95
EP <sub>net</sub> (PE <sub>tv</sub> =1,0, PE <sub>u</sub> =1,6)	64	145	65	152	68	137	68	147
Kravnivå EP <sub>net</sub> BBR25	80	80	80	80	80	80	80	80
EP <sub>net</sub> (PE <sub>tv</sub> =0,95, PE <sub>u</sub> =1,85)	65	142	66	149	69	134	69	144
Kravnivå remiss BBR26	65	65	65	65	65	65	65	65
Um-krav 0,40								
Fgeo_Stockholm	1 BBR25	Malmö	0,8	Kiruna	1,9	Sundsvall	1,3	
	1 BBR26 Remiss		0,8		1,9		1,3	



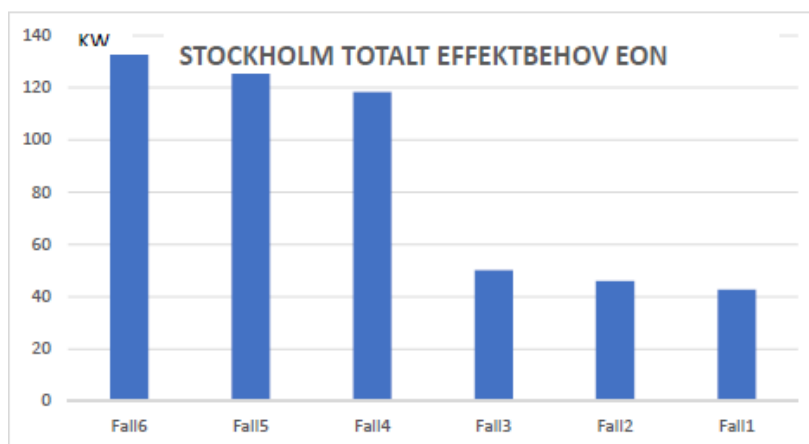
Stockholm – kontor

Stockholm									
Ny Kontor_Stockholm U=0,38									
TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING			TOTALT EFFEKTBEHOV Forum			TOTALT EFFEKTBEHOV EON			
Fall3	Fall2	Fall1	Fall3	Fall2	Fall1	Fall3	Fall2	Fall1	
23 grader kWh/år	22 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kW	22 grader kW	21 grader kW	23 grader kW	22 grader kW	21 grader kW	
266 779	229 604	200 576	87	84	81	50	46	43	
jan	44 426	41 084	38 223	86,5	83,8	80,8	51,9	48,0	44,7
feb	37 317	34 195	31 629	61,5	58,2	55,2	48,3	44,2	40,9
mar	35 470	32 020	29 295	70,7	68,0	65,1	41,5	37,4	34,2
apr	18 586	14 665	11 412	41,8	34,5	30,5	22,4	17,7	13,8
maj	9 056	5 763	3 195	20,4	14,1	9,1	10,6	6,7	3,7
jun	3 154	1 411	519	8,8	4,7	2,0	3,8	1,7	0,6
jul	1 883	777	255	4,6	2,1	0,9	2,2	0,9	0,3
aug	2 363	1 009	352	5,0	2,4	0,9	2,8	1,2	0,4
sep	9 682	5 894	3 180	21,8	15,4	9,6	11,7	7,1	3,8
okt	26 202	21 708	17 586	43,1	37,8	34,5	30,6	25,4	20,6
nov	34 951	30 831	27 393	65,2	61,1	57,1	42,2	37,2	33,1
dec	43 688	40 247	37 536	64,5	61,6	59,4	51,1	47,0	43,9
	37 175	29 028							
Gammal Kontor_Stockholm U=0,95									
TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING			TOTALT EFFEKTBEHOV Forum			TOTALT EFFEKTBEHOV EON			
Fall6	Fall5	Fall4	Fall6	Fall5	Fall4	Fall6	Fall5	Fall4	
23 grader kWh/år	22 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kW	22 grader kW	21 grader kW	23 grader kW	22 grader kW	21 grader kW	
787 314	714 482	647 532	193	185	178	133	126	119	
113 779	107 759	101 797	192,5	185,3	177,7	133,0	125,9	119,0	
102 329	96 810	91 218	161,5	153,5	145,9	132,4	125,3	118,0	
103 299	97 332	91 320	181,7	173,7	165,9	120,7	113,8	106,7	
61 964	55 600	49 665	119,6	110,8	102,2	74,8	67,1	60,0	
42 093	35 440	29 351	72,6	63,6	55,9	49,2	41,4	34,3	
18 221	12 697	7 972	41,8	35,3	28,3	22,0	15,3	9,6	
9 958	5 063	1 979	26,9	16,1	7,6	11,6	5,9	2,3	
14 466	8 586	4 042	29,4	19,2	10,0	16,9	10,0	4,7	
37 117	30 064	23 451	65,4	55,7	46,9	44,8	36,3	28,3	
74 759	68 054	61 632	122,6	115,3	107,5	87,4	79,5	72,0	
93 583	87 367	81 396	170,9	162,7	154,5	113,0	105,5	98,3	
115 746	109 710	103 710	164,9	156,5	148,3	135,3	128,2	121,2	
	72 832	66 949							

Stockholm TOTALT EFFEKTBEHOV					
Forum					
Fall6	Fall5	Fall4	Fall3	Fall2	Fall1
193	185	178	87	84	81



Stockholm TOTALT EFFEKTBEHOV					
EON					
Fall6	Fall5	Fall4	Fall3	Fall2	Fall1
133	126	119	50	46	43

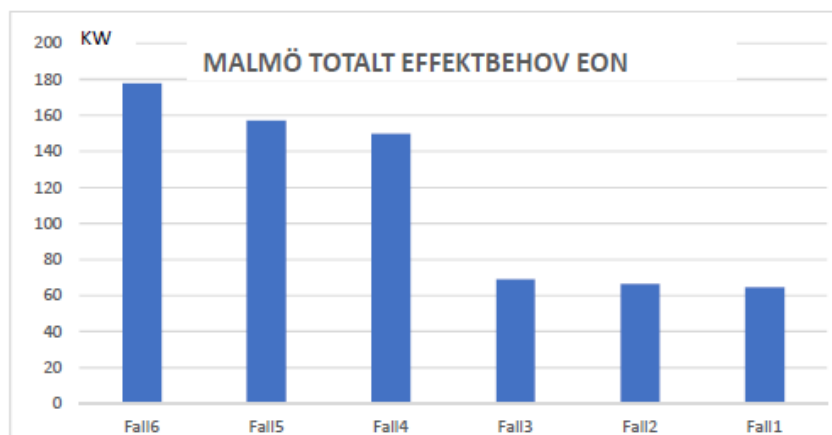




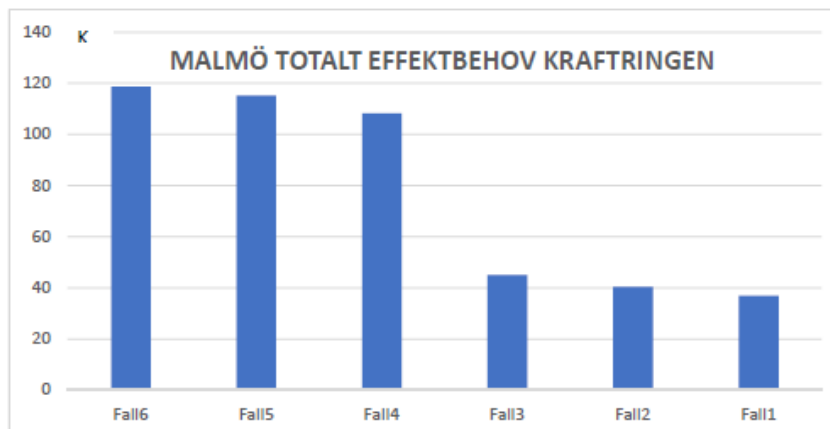
**Malmö - kontor**

<b>Malmö</b>									
<b>Ny Kontor_Malmö U=0,38</b>									
<b>TOTAL ENERGIFÖRBRUKNING</b>			<b>TOTALT EFFEKTBEHOV EON</b>			<b>TOTALT EFFEKTBEHOV Krafringen</b>			
<b>Fall3</b>	<b>Fall2</b>	<b>Fall1</b>	<b>Fall3</b>	<b>Fall2</b>	<b>Fall1</b>	<b>Fall3</b>	<b>Fall2</b>	<b>Fall1</b>	
<b>23 grader</b>	<b>22 grader</b>	<b>21 grader</b>	<b>23 grader</b>	<b>22 grader</b>	<b>21 grader</b>	<b>23 grader</b>	<b>22 grader</b>	<b>21 grader</b>	
<b>kWh/år</b>	<b>kWh/år</b>	<b>kWh/år</b>	<b>kW</b>	<b>kW</b>	<b>kW</b>	<b>kW</b>	<b>kW</b>	<b>kW</b>	
224 023	186 000	156 834	69	66	65	45	41	37	
37 141	33 218	30 117	51,5	47,5	44,0	43,4	38,8	35,2	
36 117	32 731	30 126	69,2	66,5	64,6	46,7	42,4	39,0	
29 401	25 290	22 098	44,9	39,2	35,6	34,4	29,6	25,8	
17 962	13 690	9 985	33,5	27,1	22,4	21,7	16,5	12,1	
6 489	3 630	1 693	14,9	9,3	5,3	7,6	4,2	2,0	
2 771	1 201	417	7,2	3,5	1,5	3,3	1,5	0,5	
1 333	496	122	3,7	1,5	0,5	1,6	0,6	0,1	
1 482	644	212	3,7	1,8	0,7	1,7	0,8	0,2	
7 020	3 750	1 757	14,5	8,2	4,0	8,5	4,5	2,1	
17 069	12 665	8 633	32,0	25,7	21,9	19,9	14,8	10,1	
29 028	24 606	20 733	47,8	41,4	37,7	35,1	29,7	25,0	
38 208	34 079	30 941	57,3	53,8	50,3	44,7	39,8	36,2	
38 023	29 166								
<b>Gammal Kontor_Malmö U=0,95</b>									
<b>TOTAL ENERGIFÖRBRUKNING</b>			<b>TOTALT EFFEKTBEHOV EON</b>			<b>TOTALT EFFEKTBEHOV Krafringen</b>			
<b>Fall6</b>	<b>Fall5</b>	<b>Fall4</b>	<b>Fall6</b>	<b>Fall5</b>	<b>Fall4</b>	<b>Fall6</b>	<b>Fall5</b>	<b>Fall4</b>	
<b>23 grader</b>	<b>22 grader</b>	<b>21 grader</b>	<b>23 grader</b>	<b>22 grader</b>	<b>21 grader</b>	<b>23 grader</b>	<b>22 grader</b>	<b>21 grader</b>	
<b>kWh/år</b>	<b>kWh/år</b>	<b>kWh/år</b>	<b>kW</b>	<b>kW</b>	<b>kW</b>	<b>kW</b>	<b>kW</b>	<b>kW</b>	
676 846	606 520	542 459	178	157	150	119	115	108	
99 315	93 246	87 124	177,7	132,7	124,6	119,1	109,0	101,8	
99 786	94 179	88 587	146,3	157,1	150,0	118,4	121,9	114,6	
87 476	81 369	75 259	166,3	120,8	113,0	107,1	95,1	88,0	
61 949	55 592	49 666	102,4	101,0	93,2	60,2	67,1	60,0	
31 958	25 380	19 340	56,3	44,1	37,2	34,5	29,7	22,6	
16 892	11 285	6 624	28,3	35,3	27,0	9,8	13,6	8,0	
5 944	2 621	840	7,7	11,6	6,5	2,4	3,1	1,0	
8 172	3 958	1 442	10,1	11,9	4,9	4,8	4,6	1,7	
30 471	23 527	16 985	47,1	40,0	31,3	28,5	28,4	20,5	
53 571	46 370	39 678	107,4	80,2	74,2	72,1	54,2	46,4	
79 330	72 972	66 991	154,7	119,9	111,8	98,4	88,1	80,9	
101 980	96 019	89 923	148,6	150,5	142,7	121,4	112,2	105,1	
70 326	64 061								

<b>Malmö TOTALT EFFEKTBEHOV</b>					
<b>EON</b>					
<b>Fall6</b>	<b>Fall5</b>	<b>Fall4</b>	<b>Fall3</b>	<b>Fall2</b>	<b>Fall1</b>
178	157	150	69	66	65



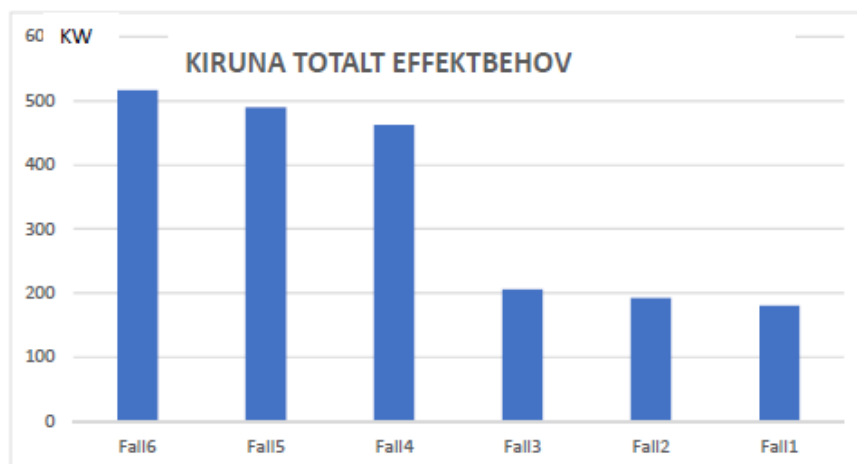
<b>Malmö TOTALT EFFEKTBEHOV</b>					
<b>Kraftringen</b>					
<b>Fall6</b>	<b>Fall5</b>	<b>Fall4</b>	<b>Fall3</b>	<b>Fall2</b>	<b>Fall1</b>
119	115	108	45	41	37



**Kiruna – kontor**

Kiruna								
Ny Kontor_Kiruna U=0,38								
TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING			TOTALT EFFEKTBEHOV			TOTALT EFFEKTBEHOV Kraftningen		
Fall3 23 grader kWh/år	Fall2 22 grader kWh/år	Fall1 21 grader kWh/år	Fall3 23 grader kW	Fall2 22 grader kW	Fall1 21 grader kW	Fall3 23 grader kW	Fall2 22 grader kW	Fall1 21 grader kW
515 412	480 511	451 440	206	192	181			
77 928	75 427	73 127						
73 138	70 926	68 963						
62 729	60 194	57 927						
34 673	31 706	29 284						
17 969	14 371	11 462						
9 774	6 628	4 125						
5 642	3 145	1 507						
9 914	6 545	4 008						
24 103	20 017	16 554						
42 607	39 312	36 648						
68 296	65 921	63 584						
88 638	86 319	84 253						
34 902	29 071		0,0	0,0	0,0			
Gammal Kontor_Kiruna U=0,95								
TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING			TOTALT EFFEKTBEHOV			TOTALT EFFEKTBEHOV Kraftningen		
Fall6 23 grader kWh/år	Fall5 22 grader kWh/år	Fall4 21 grader kWh/år	Fall6 23 grader kW	Fall5 22 grader kW	Fall4 21 grader kW	Fall6 23 grader kW	Fall5 22 grader kW	Fall4 21 grader kW
1 291 634	1 223 629	1 157 330	517	489	463			
171 363	166 212	160 951						
158 691	153 934	149 312						
150 588	145 112	139 569						
104 286	98 651	93 011						
66 903	61 003	55 252						
43 416	37 234	31 536						
28 302	21 982	16 285						
39 774	33 294	27 278						
72 333	66 274	60 393						
113 992	108 160	102 375						
155 884	150 777	145 486						
186 104	180 996	175 883						
68 005	66 299							

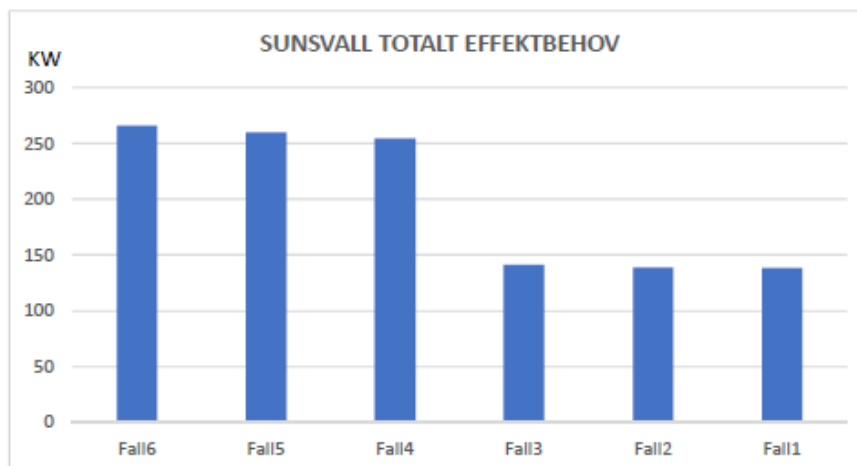
<b>KIRUNA TOTALT EFFEKTBEHOV</b>					
<b>Fall6</b>	<b>Fall5</b>	<b>Fall4</b>	<b>Fall3</b>	<b>Fall2</b>	<b>Fall1</b>
517	489	463	206	192	181



Sundsvall – kontor

Sundsvall									
Ny Kontor_Sundsvall U=0,38									
TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING			TOTALT EFFEKTBEHOV			TOTALT EFFEKTBEHOV Krafttringen			
Fall3	Fall2	Fall1	Fall3	Fall2	Fall1	Fall3	Fall2	Fall1	
23 grader kWh/år	22 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kW	22 grader kW	21 grader kW	23 grader kW	22 grader kW	21 grader kW	
361 157	324 175	295 518	142	139	138	medeleffekt/månad			
56 046	53 147	50 553	140,7	137,9	134,6				jan
46 886	44 161	42 073	121,2	118,0	117,4				feb
45 744	42 532	40 308	111,7	108,7	108,8				mar
23 607	19 638	16 542	44,7	39,5	36,1				apr
12 248	8 641	5 608	27,6	21,8	17,0				maj
4 691	2 413	1 010	9,5	5,1	2,4				jun
2 768	1 208	445	7,4	3,6	1,6				jul
4 923	2 522	1 079	13,0	7,1	3,3				aug
15 289	11 051	7 309	30,5	23,5	17,7				sep
30 358	26 204	22 660	52,2	48,8	46,8				okt
48 967	45 696	43 168	109,4	106,9	105,3				nov
69 629	66 963	64 762	141,6	139,1	138,5				dec
36 982   28 657									
Gammal Kontor_Sundsvall U=0,95									
TOTAL ENERGI FÖRBRUKNING			TOTALT EFFEKTBEHOV			TOTALT EFFEKTBEHOV Krafttringen			
Fall6	Fall5	Fall4	Fall6	Fall5	Fall4	Fall6	Fall5	Fall4	
23 grader kWh/år	22 grader kWh/år	21 grader kWh/år	23 grader kW	22 grader kW	21 grader kW	23 grader kW	22 grader kW	21 grader kW	
995 276	922 383	853 927	266	260	255				
137 744	131 920	126 364	259,9	254,5	250,8				jan
118 565	113 242	107 937	239,8	234,2	227,9				feb
124 226	118 155	112 305	241,3	232,0	227,8				mar
77 742	71 543	65 678	130,3	122,0	114,2				apr
49 188	42 458	36 205	91,4	83,4	75,4				maj
27 280	21 170	15 588	47,3	38,0	31,5				jun
16 638	10 687	5 847	42,1	31,0	19,3				jul
23 897	17 591	12 183	48,8	39,8	28,7				aug
51 857	44 941	38 273	94,4	84,6	76,5				sep
86 365	80 072	74 049	146,2	138,5	131,6				okt
122 906	117 206	111 576	225,4	219,9	215,0				nov
158 870	153 398	147 922	266,3	259,7	254,6				dec
72 893   68 456									

<b>Sundsvall TOTALT EFFEKTBEHOV</b>					
<b>Fall6</b>	<b>Fall5</b>	<b>Fall4</b>	<b>Fall3</b>	<b>Fall2</b>	<b>Fall1</b>
266	260	255	142	139	138







# Boverket

Myndigheten för samhällsplanering,  
byggande och boende

Box 534, 371 23 Karlskrona  
Telefon: 0455-35 30 00  
Webbplats: [www.boverket.se](http://www.boverket.se)