Svebyprogrammet

Remissutgåva 2019-09-17

Verifieringsanvisningar

# Förord

Sveby står för ”Standardisera och verifiera energiprestanda för byggnader” och i   
programmet har bygg- och fastighetsbranschen fastställt standardiserat brukande för   
beräkning och hur verifiering av energiprestanda skall gå till.

Sveby är branschens tolkning av de funktionskrav på energihushållning   
som finns i Boverkets Byggregler, BBR, och Boverkets föreskrift om normalt brukande,   
BEN. Genom en gemensam syn på dessa föreskrifter skapas överenskommelser och   
praxis för att klara funktionskraven och undvika tvister mellan olika aktörer i   
byggprocessen.

Sveby Verifieringsanvisningar är en del av Sveby-standarderna som ansluter till Sveby  
Mätanvisningar och beskriver hur verifiering av en byggnads energianvändning och   
primärenergital genom mätning ska utföras för att överensstämma med Boverkets   
föreskrifter. Verifieringsanvisningarna kan användas som bilaga till Sveby Energiavtal 12.   
Svebys skrifter finns fritt tillgängliga på www.sveby.org.

Sveby Verifieringsanvisningar beskriver hur mätvärden ska korrigeras vid normalise-  
ringen för att fastställa byggnaders energianvändning och primärenergital. Verifieringsanvisningarna har utarbetats av Per Levin, PE,   
tillsammans med arbetsgruppen som bestått av följande personer:

Kjell-Åke Henriksson/JM

**Lars Pellmark**/Skandia Fastigheter

Lisa Engqvist/Familjebostäder

Johan Svensson/PEAB

Mikael Zivkovic/NCC.

../..

Synpunkter på rapporten har via remisser inhämtats från Svebys styr- och referensgrupper.

Danderyd i september 2019

**Per Levin**

**Terminologifrågor (till ordlistan, fyll gärna på):**

# Innehåll

[Förord 2](#_Toc19568614)

[Innehåll 3](#_Toc19568615)

[1. Läsanvisning och orientering 4](#_Toc19568616)

[Läsanvisning för Verifieringsanvisningarna 4](#_Toc19568617)

[Omfattning och avgränsningar 4](#_Toc19568618)

[2. Sammanställ mätdata från byggnaden och klimatdata 5](#_Toc19568619)

[2.1 Mätvärdenas riktighet och relevans 5](#_Toc19568620)

[2.2. Mätvärden för uppvärmning 5](#_Toc19568621)

[2.3. Mätvärden för tappvarmvatten 6](#_Toc19568622)

[2.4. Mätvärden för komfortkyla 6](#_Toc19568623)

[2.5. Mätvärden för fastighetsenergi 6](#_Toc19568624)

[2.6. Mätvärden för innetemperatur 6](#_Toc19568625)

[2.7. Mätvärden för hushålls-/verksamhetsenergi 6](#_Toc19568626)

[2.8. Mätvärden för övriga brukarrelaterade avvikande parametrar (främst lokaler) 7](#_Toc19568627)

[2.9. Ta reda på klimatdata 7](#_Toc19568628)

[2.10. Sammanställning 7](#_Toc19568629)

[3. Värden för normalt eller avsett brukande 8](#_Toc19568630)

[4. Normalisering med upprepad energiberäkning med stöd av mätvärden 9](#_Toc19568631)

[5. Beräkning av byggnadens primärenergital, EPpet 11](#_Toc19568632)

[6. Referenser 12](#_Toc19568633)

[7. Bilagor, checklistor 13](#_Toc19568634)

[Bilaga 1. Orientering om innehållet i Boverkets föreskrifter 13](#_Toc19568635)

[Krav på byggnadens primärenergital i BBR kap 9 13](#_Toc19568636)

[Krav på verifiering, dvs. korrigering av mätvärden för avvikelser från normalt brukande och ett normalår 13](#_Toc19568637)

[Bilaga 2. Checklista för verifiering av energianvändning 15](#_Toc19568638)

[Bilaga 3. Exempel på normalisering enligt schablonmetod enligt BEN 18](#_Toc19568639)

[Bilaga 4. Exempel på normalisering med upprepad energiberäkning enligt BEN 21](#_Toc19568640)

[Fler bilagor??? 23](#_Toc19568641)

# 1. Läsanvisning och orientering

Enligt Boverkets byggregler, BBR, kapitel 9, och Boverkets föreskrifter och allmänna råd om energideklaration för byggnader, BED (2007:4), 5§, ska byggnaders primärenergital verifieras (fastställas) i enlighet med Boverkets föreskrift Fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår, BEN.

Verifieringen består i att antingen beräkna energianvändningen vid färdigställd byggnad och normalt brukande, dvs en uppdatering av tidigare utförda beräkningar, eller korrigera uppmätta värden på byggnadens uppdelade energianvändning till normalt brukande (normalisering).

Sveby Verifieringsanvisningarär en branschgemensam överenskommelse som preciserar hur verifiering av en byggnads energianvändning och primärenergital ska gå till i enlighet med myndighetskrav samt i förekommande fall avtalade skarpare krav. I huvudsak avses här verifiering med mätning och normalisering.

Verifieringsanvisningarna överensstämmer med och förtydligar Boverkets föreskrifter. Sveby Verifieringsanvisningar kan användas fristående eller som kontraktsbilaga till Sveby Energiavtal 12, vilket är en avtalsmall mellan byggherrar och entreprenörer som ansluter till ABT 06. Svebys Verifieringsmall är tänkt att vara en beräkningshjälp samt ett stöd i dokumentationen av verifieringsprocessen.

## Läsanvisning för Verifieringsanvisningarna

Dessa Verifieringsanvisningar är anpassade till Boverkets föreskrifter BBR 25-27 och BEN 2-3. I texten skrivs för enkelhets skull bara BBR och BEN, utan versionsbestämning. Skriften beskriver stegvis hur normalisering och verifiering kan utföras, samt vilket mätunderlag som krävs för att kunna utföra normaliseringen med tillräcklig noggrannhet.

I kapitel 2 beskrivs hur ett underlag med representativa mätvärden skapas. Använd anvisningarna i den omfattning som mätningar finns tillgängliga för byggnaden.

Kapitel 3 innehåller anvisningar hur mätvärden ska behandlas för att fastställa en byggnads energianvändning vid normalt brukande och klimat enligt BEN.

Kapitel 4 innehåller anvisningar hur normalisering med upprepad energiberäkning går till.

I kapitel 5 visas hur byggnadens primärenergital beräknas.

## Omfattning och avgränsningar

Dessa Verifieringsanvisningar beskriver hur verifiering inklusive normalisering av en byggnads energianvändning ska gå till, dvs hur mätvärden ska behandlas och vilka uträkningar som behövs och hur avvikelser ska hanteras.

Byggreglerna ställer också andra energirelaterade krav, t.ex. på installerad eleffekt för uppvärmning och genomsnittlig värmegenomgångskoefficient. Kontroll av dessa delkrav förväntas ske enligt kontrollplan eller vid slutbesiktning och behandlas inte här.

Verifieringsanvisningarna gäller främst för flerbostadshus och lokaler, men principerna kan även tillämpas på andra typer av byggnader.

# 2. Sammanställ mätdata från byggnaden och klimatdata

Utgångspunkten är att för den aktuella byggnaden kunna separera mätvärden för energianvändningens olika delposter enligt BBR-definitionen: Värme, tappvarmvatten, komfortkyla och fastighetsenergi. I den mån som posterna har fler energibärare, behöver dessa också kunna särskiljas. Dessutom behövs ytterligare data för normalisering enligt BEN avseende inomhustemperatur och hushålls- och verksamhetsenergi.

I verifieringen ska det tydligt framgå vilka korrigeringar som utförts på de ursprungliga mätvärdena. Om mätvärden helt saknas för en post, så behöver oftast posten inte beaktas. I detta kapitel förtydligas framtagande av mätdata för varje delpost.

## 2.1 Mätvärdenas riktighet och relevans

Vilka mätvärden finns att tillgå och vad står de för? Är de korrekta och representerar de verkliga förhållanden för hela den aktuella byggnaden? Betjänas någon annan byggnad som behöver dras bort? För mätuppställningar och insamling av mätdata hänvisas till Sveby Mätanvisningar.

Mätvärdenas riktighet och relevans behöver kontrolleras enligt följande punkter:

* Avser mätvärdena endast byggnaden eller finns det vidareleveranser eller extern energianvändning som behöver dras av?
* Återvinns verksamhetsenergi utöver FTX i byggnaden eller från angränsande byggnader?
* Saknas mätvärden efter t.ex. mätavbrott?
* Påverkas mätvärdena av störningar som t.ex. inflyttningsgrad, pågående arbeten eller tillfälliga fel?

Större avvikelser enligt ovan behöver korrigeras för att skapa ett representativt mätunderlag (särskilda anvisningar för detta?). Se även BEN.

Mätunderlaget kan bestå av värden med olika tidsupplösning (år, månad, timme eller kortare) beroende på tillgång och hur verifieringen är tänkt att genomföras. Principerna är dock desamma. För fastställande av en byggnads primärenergital enligt BBR, ska årsvisa värden sammanställas.

Ett dataset bestående av följande delposter för den aktuella byggnaden behöver tas fram för att uppfylla kraven i BBR och BEN:

* Uppvärmning
* Tappvarmvatten
* Ev. bidrag till tappvarmvatten från installationsteknisk lösning.
* Komfortkyla
* Fastighetsel (-energi)
* Inomhustemperatur
* Verksamhets- eller hushållsel (-energi).

Det kan även vara lämpligt att ta fram ytterligare delar, som t.ex. mätvärden på VVC-förluster. I det följande beskrivs hanteringen av mätvärden för de olika delposter som kan vara aktuella.

## 2.2. Mätvärden för uppvärmning

Se till att mätvärden för tappvarmvatten inte ingår i mätvärden för uppvärmning. Justera även de poster som behöver läggas till (t.ex. elgolvvärme i badrum) eller dras ifrån (t.ex. värme till utomhuspool).

VVC-förluster redovisas helst separerat från uppvärmning. Kan bestämmas som en restpost alternativt separat mätning.

Om mätvärdena innehåller kulvertförluster, kan dessa undvikas genom att placera mätare vid husliv för resp. byggnad.

Om en värmepump producerar både uppvärmning och tappvarmvatten behöver bägge dessa poster ingå i mätningen så att dessa energier kan normaliseras samt att värmepumpens elanvändning kan fördelas.

## 2.3. Mätvärden för tappvarmvatten

Mätvärden för tappvarmvattenanvändning ska vara exklusive VVC- och stilleståndsförluster, antingen mätt direkt som energi alternativt som omräkning från uppmätt volym.

Vid energimätning fås energianvändningen direkt, och påverkan av variationer i kallvattentemperatur kommer att ingå automatiskt.

Vid volymmätning kan uppmätta kubikmeter multipliceras med 55 för att erhålla resultat i kWh. Notera att denna omvandling bygger på en fast temperaturskillnad mellan inkommande kallvatten och det uppvärmda tappvarmvattnet (årsmedelvärden). Vid månadsvis eller tätare uppföljning kommer detta ge missvisande resultat. Då behöver aktuella temperaturer användas vid omräkningen, framförallt för kallvatten, som kan variera mellan enstaka plusgrader på vårvintern till över 15 grader på sensommaren.

Tappvarmvattenanvändning i gemensamma tvättstugor bedöms som varmvattenenergi i den byggnad som tvättstugan är placerad i.

Återvinning och sol

Mätvärden på bidrag till byggnadens tappvarmvattenanvändning från återvinning, solfångare, solceller eller annan installationsteknisk lösning behöver redovisas och normaliseras, så att den normala tappvarmvattenanvändningen enligt BEN kan minskas med detta värde. Om huvudsakligen energieffektiva A-klassade blandare installerats, ska detta också dokumenteras, samt vilken korrigering som utförts på grund av detta.

## 2.4. Mätvärden för komfortkyla

Mätvärden för processkyla (t.ex. serverrum) dras av från komfortkyla. Tänk på att el till externa pumpar till frikyla ska tas med, så även bidrag till komfortkyla från återvinning i annan byggnad.

Om byggnaden betraktas som elvärmd enligt definitionen >10W/m2Atemp behöver elkyla inte räknas upp vid beräkningen av primärenergitalet, vilket annars ska göras (detta kommer att försvinna).

## 2.5. Mätvärden för fastighetsenergi

Se till att mätvärden för fastighetsenergi avser byggnaden, dvs att de poster som inte ska ingå har dragits av, samt att olika energibärare separeras.

Utvändig el- och energianvändning som ska inräknas avser t.ex. snösmältning för takavvattning, se Sveby alt. Boverkets gränsdragningslista.

## 2.6. Mätvärden för innetemperatur

Bestäm medeltemperaturer för uppvärmningssäsongen alternativt månadsvis för mätpunkterna och ta fram medelvärdet för hela byggnaden. Om mätpunkterna representerar olika stora delar av byggnaden, kan mätvärdena behöva viktas med Atemp.

## 2.7. Mätvärden för hushålls-/verksamhetsenergi

Summera hushålls- och verksamhetsel (eller -energi) för byggnaden. Tänk på att dra bort och lägga till poster som inte ska ingå respektive ingå.

Exempel på poster som ska läggas till är gemensamhetstvättstuga i byggnaden, gemensamhetslokaler som bastu, inomhuspool, gästrum, se Sveby alt. Boverkets gränsdragningslista. Utvändig verksamhetsenergi bör inte ingå i normaliseringen.

## 2.8. Mätvärden för övriga brukarrelaterade avvikande parametrar (främst lokaler)

Om t.ex. drifttider eller antal brukande avviker, dokumenteras mätvärden för dessa för att kunna användas som nya indata i en upprepad energiberäkning med verkligt brukande, se kapitel 4.

## 2.9. Ta reda på klimatdata

Bestäm vilken metod som ska användas för normalårskorrigering, Energiindex, graddagar eller uppmätt klimat till upprepad energiberäkning och ta fram klimatdata med avsedd tidsupplösning.

EnergiIndex och graddagar används månadsvis eller årsvis. Timvisa klimatdata används om upprepad energiberäkning ska göras.

Uppmätta klimatdata för olika orter avsedda för energiberäkning finns på Svebys eller SMHIs webbplatser.

## 2.10. Sammanställning

Mätresultaten och korrigeringar kan sammanställas transparent genom användning av Svebys Verifieringsmall alternativt en uppställning liknande tabell 2.1. Mätvärdena kommer i nästa steg att påverkas av normaliseringen till normalt brukande och klimat enligt BEN. Därefter kommer primärenergitalet att kunna beräknas.

Tabell 2.1 Tabell över uppmätt uppdelad korrigerad årlig energianvändning före normalisering (således ej normalårskorrigerade värden). Om fler energibärare finns för samma post behöver de särskiljas. Uppvärmning kan även delas upp på radiatorer, ventilationsaggregat, golvvärme m.m. för att möjliggöra felsökning i systemen.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Delpost | Uppmätt levererad energianvändning kWh/m2Atemp | Korrigeringar enligt BEN, kWh/m2Atemp | Uppmätt korrigerad energianvändning kWh/m2Atemp |
| Uppvärmning |  |  |  |
| VVC |  |  |  |
| Tappvarmvatten |  |  |  |
| Komfortkyla |  |  |  |
| Fastighetsenergi |  |  |  |
| Verksamhetsenergi |  |  |  |
| Summa |  |  |  |

# 3. Värden för normalt eller avsett brukande

Normalisering av mätvärden som avviker från normalt (bostäder) eller avsett (lokaler) brukande ska ske årsvis enligt BEN. Om tillgång finns till data med kortare tidsintervall, kan dessa användas enligt samma principer om tidigare prognoser önskas. Den stegvisa metoden enligt BEN omfattar endast tappvarmvatten, innetemperatur och verksamhets-/hushållsenergi. Normalisering av övriga brukarrelaterade data kan göras, men för detta krävs alternativet med upprepad energiberäkning, se kapitel 4.

Hur stora behöver då avvikelserna vara för att bli ”icke försumbara” enligt BEN och korrektion ska behövas? I tabellerna 3.1 och 4.1 finns föreslagna storlekar för några brukarrelaterade parametrar utöver innetemperatur och verksamhets-/hushållsenergi, vilka styrs av BEN.

Utgående från uppmätta värden på brukarindata enligt kapitel 2, samt normala (bostäder) och avsedda (lokaler) brukarindata, kan en uppställning liknande tabell 3.1 göras. I mer komplicerade byggnader kan en mer detaljerad uppställning behöva göras.

Tabell 3.1 Uppmätta och normala eller avsedda brukarindata. Normaliseringen utförs för de parametrar där mätvärden finns, som visar på större än icke försumbara avvikelser. Dokumentation kan göras i Svebys verifieringsmall eller i tabell liknande denna.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Parameter | Uppmätt värde\* | Normalt eller avsett värde | Icke försumbar avvikelse | Enhet |
| Tappvarmvatten |  |  | >±2 | kWh/m2Atemp |
| Innetemperatur, vinter |  |  | >±1,0 | °C |
| Innetemperatur, sommar |  |  | >±1,0 | °C |
| Verksamhets-/Hushållsenergi |  |  | >± 3/4 | kWh/m2Atemp |

\*enl. kapitel 2.

För den stegvisa metoden enligt BEN, korrigeras sedan avvikelserna enligt BENs schabloner i den mån uppmätta värden på brukarindata finns tillgängliga.

Resultaten kan presenteras som i tabell 3.2 och kan nu användas för att beräkna byggnadens primärenergital, se kapitel 5. Exempel finns i bilaga 3.

Tabell 3.2 Normalisering av uppmätt uppdelad årlig energianvändning i två steg, först till normalt brukande och sedan till normalår. Om fler energibärare finns för samma post behöver de särskiljas.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Delpost | Uppmätt korrigerat värde, kWh/m2Atemp | + Normaliserat för brukande,  kWh/m2Atemp | + Normalårskorrigering,  kWh/m2Atemp |
| Uppvärmning |  |  |  |
| VVC\* |  |  |  |
| Tappvarmvatten |  |  |  |
| Komfortkyla |  |  |  |
| Fastighetsenergi |  |  |  |
| Verksamhetsenergi |  |  |  |
| Summa |  |  |  |

\*VVC-förluster ingår i uppvärmningsenergi, men behöver normalt ej korrigeras för normalår, eftersom den i huvudsak är oberoende av uteklimatet.

# 4. Normalisering med upprepad energiberäkning med stöd av mätvärden

Om en energiberäkning finns tillgänglig, som väl representerar byggnaden med normalt eller avsett brukande, kan normaliseringen utföras i ett steg enligt nedan med en upprepad energiberäkning där uppmätta indata för verkligt brukande och klimat används. Om en känslighetsanalys önskas, kan utbytet av indata genomföras i flera steg.

En förutsättning är att samma energiberäkningsmodell och beräkningsprogram kan användas för båda beräkningarna. Om inte samma programversion kan användas, bör inverkan av detta tas hänsyn till först, dvs en ny beräkning genomförs där bara programversionen ändrats, vilket sedan blir utgångspunkten.

Indata för normalt eller avsett brukande byts ut mot uppmätt brukande för de parametrar där mätvärden finns tillgängliga. I en upprepad energiberäkning kan inverkan av fler brukarrelaterade parametrar beräknas än för schablonmetoden i BEN. I tabell 4.1 finns föreslagna storlekar på riktvärden för några brukarrelaterade parametrar för hur stora avvikelser som det är relevant att beräkna inverkan av. Innetemperatur och verksamhets-/hushållsenergi, styrs dock av BEN.

Normalårsklimatet byts också ut mot uppmätt klimat under mätperioden från Sveby/SMHI eller annan tillförlitlig källa.

Rekommenderat tidssteg för alla indata är en timme.

Beräkningsresultaten kommer att visa hur stora skillnader som det avvikande brukandet och klimatet borde medföra. När beräkningarna genomförts skapas en kvot mellan beräkningarna för varje energibärare. Kvoten används sedan för att justera uppmätt resultat, dvs till byggnaden levererad energi per energibärare. Underlag och resultat dokumenteras motsvarande tabellerna 4.1 och 4.2 alternativt i Svebys Verifieringsmall.

Tabell 4.1 Dokumentation av avvikelser mellan normala och uppmätta brukarindata till energiberäkning. Normaliseringen utförs för de parametrar där mätvärden finns, som visar på större än icke försumbara avvikelser. Dokumentation kan göras i Svebys verifieringsmall eller i tabell liknande denna.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Parameter | Uppmätt värde\* | Normalt eller avsett värde som använts i beräkningen | Icke försumbar avvikelse | Enhet |
| Tappvarmvatten |  |  | >±2 | kWh/m2Atemp |
| Innetemperatur, vinter |  |  | >±1,0 | °C |
| Innetemperatur, sommar |  |  | >±1,0 | °C |
| Verksamhets-/Hushållsenergi |  |  | >± 3/4 | kWh/m2Atemp |
| Drifttider, vardagar |  |  | >2h per dag | h |
| Drifttider, helger |  |  | >2h per dag | h |
| Luftflöden, närvaro |  |  | >20 % | l/s,m2Atemp |
| Luftflöden ej närvaro |  |  | >20 % | l/s,m2Atemp |
| Vädring |  |  | >3 | kWh/m2Atemp |
| Övrigt, ange |  |  |  |  |

\*enl. kapitel 2.

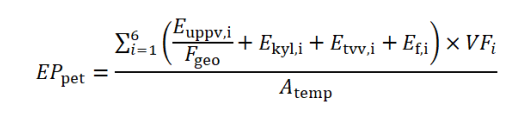
Tabell 4.2 Uppdelat energiberäkningsresultat (utdata från beräkningar med normala samt uppmätta brukarindata) och uppmätt uppdelad energianvändning. Motsvarande uppmätt energipost (från kapitel 2) divideras med korrigeringsdivisorn. Om fler energibärare finns för samma post behöver de särskiljas.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Delpost | Beräknat  med  uppmätta brukarindata, kWh/m2Atemp | Beräknat med normala eller avsedda brukarindata,  kWh/m2Atemp | Korrigerings-divisor uppmätt/ normal | Uppmätt energian-vändning enligt kap.2 kWh/m2Atemp | Normaliserat uppmätt resultat,  kWh/m2Atemp |
| Uppvärmning |  |  |  |  |  |
| VVC |  |  |  |  |  |
| Tappvarmvatten |  |  |  |  |  |
| Komfortkyla |  |  |  |  |  |
| Fastighetsenergi |  |  |  |  |  |
| Verksamhetsenergi |  |  |  |  |  |
| Summa |  |  |  |  |  |

Resultatet från den sista kolumnen kan nu användas för beräkning av byggnadens primärenergital.

Exempel i bilaga.

# 5. Beräkning av byggnadens primärenergital, EPpet

Nu ska normaliserat underlag finnas att kunna beräkna byggnadens primärenergital enligt nedanstående formel (BBR och BED):

För att kunna beräkna primärenergitalet behövs, förutom uppdelad energianvändning, tabeller för att bestämma geografisk justeringsfaktor för kommunen, Fgeo, samt viktningsfaktorer för respektive energibärare, VFi (tidigare primärenergifaktorer, PEi). Tabellerna finns i BBR.

Vid inmatning av energideklarationer i Boverkets databas Gripen, utförs beräkningen av primärenergitalet automatiskt. Då matas värden enligt kapitel 3 eller 4 in. Vid annan redovisning kan Svebys excelmall för detta användas, vilken kan laddas ner från www.sveby.org.

Uppvärmning divideras med den geografiska justeringsfaktorn för aktuell kommun. Komfortkyla med el multipliceras med 1,875 i icke elvärmda byggnader (utgående anvisning). Varje energibärare summeras för sig och multipliceras med respektive viktningsfaktor (tidigare primärenergifaktor).

Primärenergitalet fås sedan genom att summera resultaten för alla energibärare och dividera summan med Atemp.

I bilaga 4 finns beräkningsexempel för ett kontor och ett flerbostadshus.

# 6. Referenser

Boverkets Byggregler, BBR, Boverkets föreskrift BFS 2011:6 med ändringar tom BFS 2017:5 (BBR 25).

Plan- och byggtermer, Terminologicentrum, TNC 95, www.rikstermbanken.se.

BKK och Sveby, 2012, Energiavtal 12, Avtalsmall från Sveby-programmet, www.sveby.org.

Svebys brukarindata-rapporter, uppdaterade 2012, www.sveby.org.

Sveby Ordlista. Byggnaders energianvändning, 2009, uppdaterad 2012, [www.sve](http://www.sve)by.org.

Sveby Energiverifikat, 2012, www.sveby.org.

Sveby PM – Förtydligande av areadefinitioner för tempererad golvarea, köldbryggor och lufttäthetsmätningar, 2017-04-28, www.sveby.org.

Sveby PM – Hantering av tappvarmvattenenergianvändning i beräkning, mätning och verifiering, 2016-06-16, www.sveby.org.

# 7. Bilagor, checklistor

## Bilaga 1. Orientering om innehållet i Boverkets föreskrifter

Nedan redovisas ett utdrag av de mest relevanta kraven i Boverkets föreskrifter BBR och BEN. För fullständiga formuleringar hänvisas till föreskriftstexterna.

### **Krav på byggnadens primärenergital i BBR kap 9**

Byggnadens energianvändning är enligt BBR: ”Den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi.”

Hushållsenergi och verksamhetsenergi ingår inte. Genom att dividera byggnadens energianvändning med tempererad area (Atemp) erhålls byggnadens specifika energianvändning, vilken även kallas byggnadens energiprestanda.

**Observera att kraven i BBR gäller per byggnad, vilket då också gäller vid verifiering.**

Uppmätt energianvändning ska, innan jämförelse med kraven, normaliseras med avseende på brukande och utomhusklimat enligt BEN. Byggnadens primärenergital **beräknas sedan utifrån normaliserade värden på energianvändning, vilka för detta behöver vara uppdelade per energibärare.** Byggnadens primärenergital skall vara lika med eller lägre än fastställt energikrav enligt Boverkets byggregler eller mer skärpta krav enligt avtal (t.ex. Energiavtal 12).

BBR-kraven på byggnadens primärenergital är olika, framför allt beroende på:

* Om byggnaden tillhör kategorin småhus, flerbostadshus eller lokal,
* Om utökat uteluftsflöde under uppvärmningssäsongen av hygieniska skäl är större än 0,35 l/sm2.

### **Krav på verifiering, dvs. korrigering av mätvärden för avvikelser från normalt brukande och ett normalår**

BBR föreskriver att BEN ska användas för verifiering och normalisering till normalt brukande och ett normalt år. För fastställande av byggnadens energianvändning genom mätning och normalisering ställs i BEN kap 3 kravet att det ska göras baserat på uppmätt energi.

I BEN föreskrivs vidare att om mätvärdena innehåller energianvändning för apparater och installationer som inte ingår i byggnadens energianvändning ska denna energi tas bort före normalisering. Om mätvärdena inte innehåller energianvändning för apparater och installationer som ingår i byggnadens energianvändning ska denna energi läggas till före normalisering.

Den uppmätta energin ska normaliseras för åtminstone tappvarmvatten, inomhustemperatur under uppvärmningssäsongen, hushålls- och verksamhetsenergi samt för normalår (vädervariationer).

I BEN finns ett bestämt värde för ”normal” tappvarmvattenanvändning, exklusive VVC- och stilleståndsförluster. Detta värde får reduceras med energi från solfångare och solceller eller annan installationsteknisk lösning i den omfattning energin tillgodogörs för produktion eller återvinning av tappvarmvatten i byggnaden. En sådan korrigering baseras i Sveby Mätföreskrifter på mätvärden. Värdet på ”normal” tappvarmvattenanvändning får även reduceras med 10 % om energieffektiva armaturer installeras.

Den uppmätta energin kan normaliseras för innetemperatur om mätning av genomsnittlig lufttemperatur under uppvärmningssäsongen visar på avvikelser för byggnaden med mer än en grad från normal inomhustemperatur. Detta gäller under förutsättningen att avvikelsen inte beror på ”installationstekniska brister”.

Den uppmätta energin kan normaliseras för internlaster som avvikit från det normala. En sådan korrigering baseras i Sveby Mätföreskrifter på mätning av hushållsel eller verksamhetsel och påvisande av närvarograd och verksamhetstyp.

Ökad energianvändning genom vädring är svår att påvisa genom mätning. I BEN rekommenderas ett vädringspåslag på beräknad energianvändning med 4 kWh/m2 Atemp, dividerat med uppvärmningsanläggningens årsverkningsgrad. Därmed skulle höjd för ett relativt normalt vädrande redan vara taget.

Slutligen korrigeras de normaliserade värdena enligt BEN till normalår med SMHIs energiindex alternativt med hjälp av uppmätt utomhusklimat under mätperioden.

Därefter kan byggnadens primärenergital beräknas.

## Bilaga 2. Checklista för verifiering av energianvändning

Checklistan kan med fördel anpassas och läggas in företags verksamhetssystem. Den ger även underlag för kontrollplan.

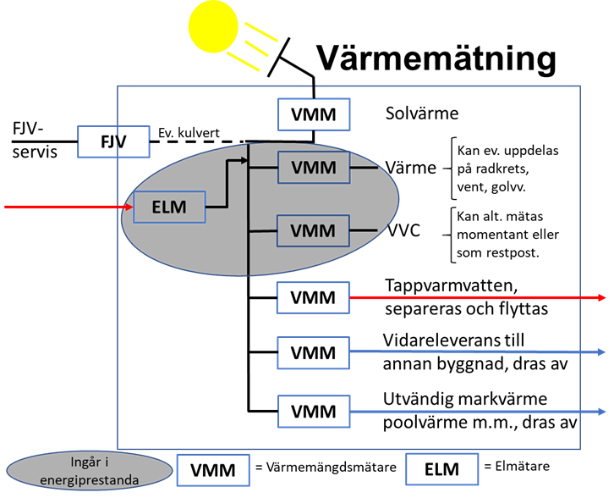
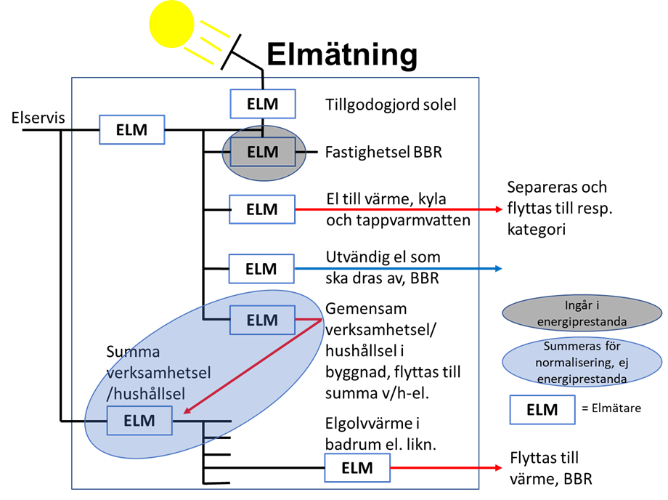
Program- eller utredningsskede:

1. Fastställ BBR-krav och ev. certifieringskrav eller egna krav på byggnaden. Ska Energiavtal 12 användas för att tydliggöra krav på energiprestandan, mätning och verifiering?

2. Ta fram en energiberäkning inkl. säkerhetsmarginal som stämmer med den byggnad som ska mätas.

3. Bestäm kapacitet (och noggrannhet) på mätsystemet. Ska mätsystemet förutom månadsvis uppföljning klara av att underlätta intrimning och felsökning krävs möjlighet till att samla in timvärden eller ev. ännu kortare tidsintervall. Bestäm om IMD ska tillämpas.

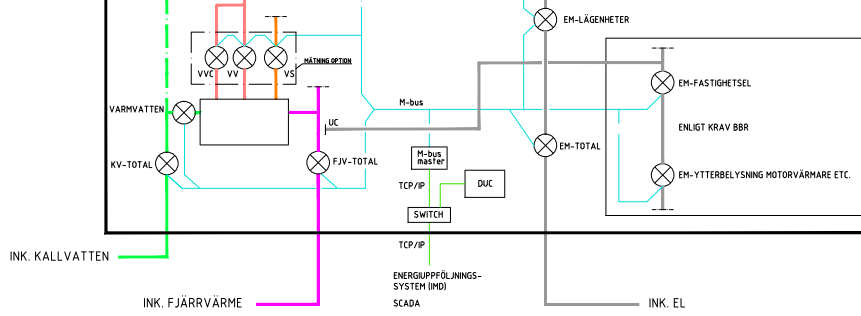
4. Bestäm struktur för mätplan, dvs vilka poster som ska skiljas av som inte hör till byggnaden och det som avser verksamhetsenergi, se figurerna nedan, samt mer information i Sveby Mätanvisningar.

5. Ta fram standardiserat projekteringsunderlag för de olika konsultkategorierna, utifrån standardiserad mall som sedan projektanpassas. Ställ krav på mätpunktsbeteckningar, så att mätpunkter är spårbara och att de passar ihop med beställarens/fastighetsägarens befintliga överordnade system.

Projekteringsskede:

6. Ta fram verifieringsplan, dvs vilka kontroller och mätningar ska göras.  
Här ingår bl.a. projektanpassad mätplan med mätarstruktur, mätartyp och utplacerade mätpunkter på scheman, se förenklad skiss nedan. System för insamling och lagring, mätpunktsbeteckningar, möjliga mätintervall, och kommunikationsprotokoll för mätdata ska anpassas efter beställarens/fastighetsägarens befintliga system.

7. Lista de mätare som behövs för verifiering av byggnadens energiprestanda enligt BBR och BEN. Ska innehålla storlek/produktnamn och enhet på flödesmätare och integreringsverk samt stämma med ovanstående punkter. För elmätare ska mätenhet (kWh eller MWh m.m.) och ev. mätarkonstanter anges. Följande storheter behöver beaktas:  
- Värmeenergi (mät gärna VVC-förlusters andel separat)  
- Tappvarmvattenenergi  
- El eller annan energi för fastighetsdrift  
- El eller annan energi för ev. komfortkyla  
- Ev. summa hushållsel/verksamhetsel, eller annan verksamhetsrelaterad energi inom byggnad  
- Innetemperatur. Referensgivare alt. i större omfattning som hjälp vid intrimning och felanmälan.  
- Ev. mätare och kapacitet för uppföljning och felsökning på ventilationsaggregat, värmepumpar m.m.

6. Samordnad funktionsprovning som inkluderar hela mätsystemet utifrån ritningar och beskrivningar ska genomföras med installationskonsulterna. Alternativt har någon konsult samordningsansvar för hela mätsystemet.

7. Handla upp entreprenörer med funktionsansvar. Tydliggör ansvarsområden mellan dessa med gränsdragningslistor, där mätare ingår. Kan t.ex. utföras liknande tabellen nedan.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Leverans | Montage | Inkoppling | Funktionsansvar |
| Mätare energi |  |  |  |  |
| Mätare flöde |  |  |  |  |
| Mätare el |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Bestäm någon som tar helhetsansvar för att mätarnas och mätsystemets funktion. Överväg om mätning ska handlas upp som en egen entreprenad med funktionsansvar. Det går ofta alltför mycket tid till felsökning av mätsystemet när uppföljningen startar, samt att reda ut beteckningar och betjäningsområden för mätare.

8. Uppdatera energiberäkningen med ev. ändringar.

Produktionsskede:

9. Se till att lämna tillräckliga förutsättningar i tidplanen så att hela mätsystemet inkl. kommunikation hinner installeras och fungerar vid slutbesiktningen.

10. Granska noga föreslagna förenklingar i utförandet samt utbyte till ”likvärdiga” produkter innan godkännande.  
Kontrollfrågor med anledning av förslagen ändring:   
Hur påverkas mätsystemets funktion och kompatibilitet, insamlingsintervall för mätvärden, mätnoggrannhet, verifierbarhet av byggnadens energiprestanda, tillgång till reservdelar, garantitid m.m.

11. Beställaren ska ansvara för samordnad provning med part skild från entreprenörerna. Om samordnad provning överlämnas till t.ex. styrentreprenör finns risk för att provningen bara blir en upprepad egenkontroll och inga fler fel hittas.  
Samordnad provning får inte genomföras utan att hela mätsystemet inkl. kommunikation är i drift.

12. Uppdatera energiberäkningen med ev. ändringar.

Överlämnade och garantitid:

13. Besiktningspersonen ska kunna granska att hela mätsystemet fungerar som avsett eller protokoll som visar detta. Ev. kan besiktningen inkludera ett besök på fastighetsägarens kontor för att kontrollera mätsystemets funktion och att kommunikationen fungerar hela vägen. Kontrollfrågor.

14. Använd mätsystemet som hjälp vid injustering, intrimning och felsökning.

15. Funktionsprovning för sommar- och vinterfall kan behöva senareläggas på grund av årstid vid färdigställandet. Genomförs så snart som möjligt.

16. Insamling och sammanställning av mätdata månadsvis. Delgivning till parterna. Renodla byggnaden och ta bort verksamhet. Fortsatt intrimning.

17. Verifiering enligt BEN och för BBR och energideklaration. Gör prognoser för årsvärden så tidigt som möjligt.  
Korrigering för avvikande brukande och normalår, främst tappvarmvatten, innetemperatur och hushållsel/verksamhetsel, men även drifttider m.m. för lokalbyggnader.  
Använd tidigare energiberäkning för mer avancerade brukarkorrigeringar. Beräkning av byggnadens energiprestanda som primärenergital, EPpet. Transparent presentation av resultaten där uppmätta och korrigerade värden tydligt framgår. Ev. reglering enligt Energiavtal 12.

## Bilaga 3. Exempel på normalisering enligt schablonmetod enligt BEN

Beräkningsexempel för ett kontorshus och flerbostadshus där mät- och beräkningsresultat varit tillgängliga, se tabell 1 nedan. Uppvärmning och tappvarmvatten produceras med hjälp av fjärrvärme. VVC-förluster är okända och kan inte beaktas här. Komfortkylan i kontoret produceras med el.

Tabell 1. Uppmätt levererad energi, inomhustemperaturer, m.m. för år 2015. Värdena är korrigerade för större avbrott m.m.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kontor, 21244 m2Atemp | | Flerbostadshus, 1233 m2Atemp | |
|  | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år |
| Uppvärmning (fjärrvärme) | 359 024 | 16,9 | 51 105 | 41,4 |
| Tappvarmvatten ex. VVC | 42 488 | 2,0 | 25 839 | 21,0 |
| Komfortkyla | 170 730 | 8,0 | - | - |
| Fastighetsenergi | 291 043 | 13,7 | 15 739 | 12,8 |
| Summa | 863 285 | 40,6 | 92 737 | 75,2 |
| Verksamhets-/Hushållsenergi | 577 837 | 27,2 | 30 255 | 24,5 |
| Inomhustemperatur under uppvärmningssäsong | 22,2 °C | | 22,0 °C | |

Först korrigeras för avvikelser i uppmätt tappvarmvattenanvändning, enligt tabell 2. För kontoret blir det ingen avvikelse, och således ingen korrektion. För flerbostadshuset behöver ett påslag på 4 kWh/m2 göras för att nå upp till den normala tappvarmvattenanvändningen i flerbostadshus enligt BEN. Ingen installationsteknisk lösning som påverkar normalvärdet finns i byggnaderna.

Tabell 2. Korrektion för avvikande tappvarmvattenanvändning. Tappvarmvatten är uppmätt med volymmätare och omräknad med 55 kWh/m3. Tappvarmvattenenergin behöver dras av från fjärrvärmen, vilket redan är utfört i tabell 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kontor | | Flerbostadshus | |
|  | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år |
| Normalt tappvarmvatten, BEN | 42 488 | 2,0 | 30 825 | 25,0 |
| Uppmätt tappvarmvatten | 42 488 | 2,0 | 25 839 | 21,0 |
| Avvikelse=korrektion | 0 | 0,0 | 4 986 | 4,0 |

Byggnadernas genomsnittliga inomhustemperatur under uppvärmningssäsongen avviker med mer än en grad för kontorshuset, vilket medför ett litet avdrag på uppvärmningen, eftersom byggnaden värmts till högre innetemperatur än avsett, se tabell 3. För flerbostadshuset görs ingen korrektion.

Tabell 3. Korrektion för avvikande innetemperatur. Baseras på mätning av genomsnittlig innetemperatur under uppvärmningssäsongen.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Kontor | Flerbostadshus |
| Uppmätt innetemperatur, °C | 22,2 | 22,0 |
| Avsedd/normal innetemperatur, °C | 21,0 | 21,0 |
| Avvikelse, °C | 1,2 | 1,0 |
| Korrektion i kWh (5 % av uppvärmning per grad) | -21 541 | 0 |

Uppmätt hushålls- eller verksamhetsenergi som avviker från normalvärde/avsett värde ska korrigeras om avvikelserna är betydande, vilket definierats i BEN som om det påverkar energiprestandan med mer än 3 kWh/m2år. I tabell 4 visas avvikelserna, där flerbostadshuset får ett avdrag på uppvärmningen, eftersom huset värmts mindre än avsett av hushållselen. Korrektionen blir 70 % av avvikelsen, eftersom det är den andelen som antas kunna tillgodogöras uppvärmningen enligt BEN.

Tabell 4. Korrektion för avvikande verksamhets-/hushållsenergi.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kontor | | Flerbostadshus | |
|  | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år |
| Uppmätt verksamhets-/hushållsenergi | 596 956 | 28,1 | 30 255 | 24,5 |
| Avsedd eller normal d:o | 577 837 | 27,2 | 36 990 | 30,0 |
| Avvikelse | 19 120 | 0,9 | 6 735 | 5,5 |
| Korrektion | 0 | 0 | -4 714 | -3,9 |

Innan normalårskorrigering kan utföras, behöver avvikelsekorrektionerna summeras. Bägge korrektionerna görs i tabell 5. Utgångsvärdet är uppmätt uppvärmningsenergi enligt tabell 1. För normalårskorrigering har graddagar för 2015 för byggnadernas respektive ort använts (Divisor 0,83 för kontoret resp. 0,85 för flerbostadshuset).

Tabell 5. Summering av korrektioner på uppvärmning på grund av avvikelser i inomhustemperatur och verksamhets-/hushållsenergi. Nedersta raden visar resultatet efter normalårskorrigering.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kontor | | Flerbostadshus | |
|  | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år |
| Uppmätt uppvärmning | 359 024 | 16,9 | 51 105 | 41,4 |
| Korrektion inomhustemp. | -21 541 | -1,0 | 0 | 0 |
| Korrektion verksamhets-/hushållenergi | 0 | 0 | -4 714 | -3,9 |
| Summa | 337 483 | 15,9 | 46 391 | 37,5 |
| Normalårskorrigerad summa uppvärmning | 403 688 | 19,0 | 54 258 | 44,0 |

Nu kan alla verifierade delposter summeras för att erhålla byggnadens energianvändning/specifika energianvändning, se tabell 6. Detta ger underlag för beräkning av byggnaderna primärenergital. Beräkningen underlättas av att endast en energibärare finns per delpost.

Tabell 6. Summering av normaliserade delposter och energianvändning enligt BEN/Sveby.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kontor | | Flerbostadshus | |
|  | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år |
| Uppvärmning (fjärrvärme) | 403 688 | 19,0 | 54 258 | 44,0 |
| Tappvarmvatten (fjärrvärme) | 42 488 | 2,0 | 30 825 | 25,0 |
| Komfortkyla (el) | 170 730 | 8,0 | - | - |
| Fastighetsenergi (el) | 291 043 | 13,7 | 15 739 | 12,8 |
| Verifierad summa | 907 949 | 42,7 | 100 822 | 81,8 |

Vid beräkning av byggnadens primärenergital används viktningsfaktorer för olika energibärare, samt geografisk justeringsfaktor på uppvärmningsenergin, enligt formel i kapitel 5. I detta fall är viktningsfaktorerna 1,6 för el och 1,0 för övriga energibärare (inkl. fjärrvärme). Detta kommer att ändras och differentieras i kommande versioner av BBR. Geografisk justeringsfaktor finns i BBR för alla Sveriges kommuner. För dessa exempelbyggnader är den 1,0.

Beräkningsgången för uppvärmningen blir då att dividera med geografisk justeringsfaktor samt multiplicera med viktningsfaktorn för fjärrvärme. Resultatet blir således oförändrat i detta fall.

För tappvarmvatten ska multipliceras med viktningsfaktorn för fjärrvärme, vilket i detta fall också ger oförändrat resultat.

Komfortkylan för kontoret samt fastighetselen ska multipliceras med viktningsfaktorn för el, dvs 1,6.

Resultaten visas i tabell 7.

Tabell 7. Beräkningsresultat för byggnadernas primärenergital enligt BBR.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kontor | | Flerbostadshus | |
|  | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år |
| Uppvärmning (fjärrvärme) | 403 688 | 19,0 | 54 258 | 44,0 |
| Tappvarmvatten (fjärrvärme) | 42 488 | 2,0 | 30 825 | 25,0 |
| Komfortkyla (el) | 273 168 | 12,9 | - | - |
| Fastighetsenergi (el) | 465 669 | 21,9 | 25 182 | 20,4 |
| Primärenergital |  | 55,8 |  | 89,4 |

## Bilaga 4. Exempel på normalisering med upprepad energiberäkning enligt BEN

Vid denna normaliseringsmetod används skillnader i energiberäkningsresultat för att korrigera de uppmätta värdena, dvs samma utgångsläge som för schablonmetoden, se tabell 1 nedan. Här kan även ytterligare avvikelser i byggnadernas användning tas hänsyn till, t.ex. ändrade drift- eller närvarotider.

Tabell 1. Uppmätt levererad energi, inomhustemperaturer, m.m. för år 2015. Värdena är korrigerade för större avbrott m.m.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kontor, 21244 m2Atemp | | Flerbostadshus, 1233 m2Atemp | |
|  | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år |
| Uppvärmning (fjärrvärme) | 359 024 | 16,9 | 51 105 | 41,4 |
| Tappvarmvatten ex. VVC | 42 488 | 2,0 | 25 839 | 21,0 |
| Komfortkyla | 170 730 | 8,0 | - | - |
| Fastighetsenergi | 291 043 | 13,7 | 15 739 | 12,8 |
| Summa | 863 285 | 40,6 | 92 737 | 75,2 |
| Verksamhets-/Hushållsenergi | 577 837 | 27,2 | 30 255 | 24,5 |
| Inomhustemperatur under uppvärmningssäsong | 22,2 °C | | 22,0 °C | |

Metoden bygger på att en relevant energiberäkning finns som representerar byggnaden med dess installationer och verksamhet (normalt alt. avsett brukande) som den blev färdigställd (se BEN). En ny beräkning utförs med samma datormodell, där endast uppmätta avvikande brukarindata och uteklimat ändras. Utdata för de bägge beräkningarna jämförs och en kvot skapas, se tabell 2.

Tabell 2. Energiberäkningsresultat för byggnaderna med normalt och uppmätt brukande. Korrektionsfaktorer tas fram som förhållandet mellan beräkningsresultat (utdata) vid normala och uppmätta brukarindata.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kontor | | | Flerbostadshus | | |
|  | Beräkn. med normalt brukande, kWh/år | Beräkn.med uppmätt, brukande kWh/år | Korrektion U/N | Beräkn. med normalt brukande, kWh/år | Beräkn. med uppmätt brukande, kWh/ år | Korrektion U/N |
| Uppvärmning | 376 624 | 309 702 | 0,82 | 69 355 | 66 453 | 0,96 |
| Tappvarmvatten | 42 488 | 42 488 | 1,00 | 30 825 | 25 893 | 0,84 |
| Komfortkyla | 170 730 | 219 756 | 1,29 | - | - | - |
| Fastighetsenergi | 354 565 | 373 628 | 1,05 | 13 105 | 13 111 | 1,00 |

Uppmätta värden, från tabell 1, divideras med korrektionerna (motsvarande som vanlig graddagskorrigering). Ett normaliserat resultat erhålls, se tabell 3.

Tabell 3. Korrektionsdivisorer tillämpas på uppmätta värden.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kontor | | | Flerbostadshus | | |
|  | Korrektion U/N | Uppmätt, kWh/år | Normaliserat, kWh/år | Korrektion U/N | Uppmätt, kWh/ år | Normaliserat, kWh/år |
| Uppvärmning | 0,82 | 359 024 | 437 834 | 0,96 | 51 105 | 53 234 |
| Tappvarmvatten | 1,00 | 42 488 | 42 488 | 0,84 | 25 839 | 30 761 |
| Komfortkyla | 1,29 | 170 730 | 132 349 | - | - | - |
| Fastighetsenergi | 1,05 | 291 043 | 277 184 | 1,00 | 15 739 | 15 739 |

Resultatet tydliggörs i tabell 4.

Tabell 4. Normaliserad energianvändning/specifik energianvändning.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Kontor (21244 m2) | | Flerbostadshus (1233 m2) | |
|  | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år | kWh/år | kWh/m2 Atemp,år |
| Uppvärmning (fjv) | 437 834 | 20,6 | 53 234 | 42,4 |
| Tappvarmvatten (fjv) | 42 488 | 2,0 | 30 761 | 24,9 |
| Komfortkyla (el) | 132 349 | 6,2 | - | - |
| Fastighetsenergi (el) | 277 184 | 13,0 | 15 739 | 12,8 |
| Normaliserad summa |  | 41,8 |  | 80,1 |