

## **BEN – Beräkningsexempel normalisering Äldre småhus med bergvärmepump eller fjärrvärme**

### **Detta beräkningsexempel följer reglerna i BEN 3.**

<https://www.boverket.se/sv/lag--ratt/forfattningssamling/gallande/ben---bfs-201612/>

#### **Innehållsförteckning**

Normalisering av energianvändningen i ett äldre småhus.....	1
Information om byggnaden.....	2
Alternativ med bergvärme .....	2
Alternativ med fjärrvärme .....	5

### **Normalisering av energianvändningen i ett äldre småhus**

Syftet med olika beräkningsexempel är att belysa hur Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2016:12) om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår (BEN) kan användas i vanliga beräkningsfall både vid verifiering av energikrav enligt BBR och vid upprättande av energideklaration. Detta exempel belyser följande,

<b>Belysta punkter i BEN</b>	<b>Känd information om byggnaden</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Användning av BEN när energimätning sker i begränsad omfattning.</li><li>• Hantering av värmepump och fjärrvärme som värmekälla.</li><li>• Bestämning av levererad energi till tapp-</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• I fallet bergvärme finns enbart information om total elenergianvändning.</li><li>• I fallet fjärrvärme finns mätvärden för energi till fjärrvärme och för övrig elanvändning.</li></ul>

<p>varmvatten när kallvattenförbrukningen är känd (3 kap. 3 §).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrigering av energianvändningen när innetemperaturen avviker från normalvärdet (3 kap. 4 §).</li> <li>• Hantering av internlast i form av spillvärme från hushållsenergi när denna energianvändning inte är känd eller när den inte avviker från normal användning (3 kap. 5 §).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Känd kallvattenförbrukning</li> <li>• Årsverkningsgrad för produktion av tappvarmvatten är okänd</li> <li>• Hushållsenergi är inte känd</li> <li>• Byggnadens fastighetsenergi är inte känd</li> <li>• Känd innetemperatur</li> </ul>
--	--

## Information om byggnaden

Byggnaden är ett 1,5 plans småhus med  $A_{temp} = 160 \text{ m}^2$  med en familj på tre personer, beläget i Kalmar. Exemplet återges i två varianter. I det ena fallet sker uppvärmning med bergvärme, i det andra med fjärrvärme. Uppmätta värden avser ett helår, 2015.

Byggnaden är uppförd 1983. Årsverkningsgraden för tappvarmvattenproduktion är okänd. Ventilationsystemet utgörs av frånluftsventilation. Total årlig kallvattenförbrukning finns tillgänglig. De boende uppger att det normalt är ca  $21^\circ\text{C}$  i byggnaden. Energiexperten mäter lufttemperatur i byggnaden i samband med besiktningen vilket ger ett genomsnitt på  $22,5^\circ\text{C}$ . De boende bekräftar att innetemperaturen under året normalt är som vid det aktuella besiktningstillfället.

## Alternativ med bergvärme

I byggnaden sker mätning av total användning av elenergi, inklusive hushållsenergi. Elenergianvändningen är uppmätt till  $16350 \text{ kWh/år}$ . Kallvatten är  $180 \text{ m}^3/\text{år}$ . Uppmätta värden avser ett helår, 2015.

## Bearbetning av uppmätta värden före normaliseringen

Hänsyn ska tas till mätningens omfattning före normalisering (3 kap. 2 § BEN). Om energi till uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi inte har mätts separat ska den uppmätta energin fördelas i den utsträckning som behövs för att genomföra normaliseringen. Då byggnadens energianvändning i detta fall mäts med en gemensam mätare måste fördelning genomföras. Energi till poster som avser normalt brukande ersätts därefter med normaliserade värden.

Normalisering ska ske för användningen av tappvarmvatten och för uppvärmning på grund av avvikande innetemperatur. För att kunna göra detta behöver användningen av byggnadens fastighetsenergi men också hushållsenergi bestämmas.

Energimängden till tappvarmvattenberedning är okänd men kan beräknas utifrån den uppmätta kallvattenförbrukningen enligt (3 kap. 2 § BEN),

$$E_{\text{tvv,lev}} = 0,35 \times \frac{V_{\text{kv}} \times 55}{\eta_{\text{tvv}}} = 0,35 \times \frac{180 \times 55}{2,5} = 1386 \text{ kWh/år}$$

Tekniska data för bergvärmepumpen när det gäller produktion av tappvarmvatten går inte att få fram, och därför används värden angivna i tabell 3:2 i allmänt råd i BEN (3 kap. 3 §), dvs. årsverkningsgraden 2,5 (markvärmepump).

Småhusets fastighetsenergi utgörs av elenergi till frånluftsfläkten. Energimängden till frånluftsfläkten bestäms utifrån kontroll av fläktens märkeffekt och drifttid till 880 kWh/år. Elenergi till fast installerad belysning i till exempel pannrum betraktas som försumbar i detta fall.

Användningen av hushållsenergi är okänd och därför måste hushållsenergin bestämmas på annat sätt. I Svebys rapport "Brukarindata bostäder" redovisas resultat från flera undersökningar. Här anges exempelvis att hushållsenergin i småhus kan beräknas som  $2500 + 800 \times \text{antal personer}$  (kWh/år). Det innebär i detta fall 4900 kWh/år motsvarande  $30,6 \text{ kWh/m}^2$  och år. Det är mycket nära det standardiserade värdet på  $30 \text{ kWh/m}^2$ , år (3 kap. 5 § BEN). Användningen av hushållsenergi bestäms efter detta till 4800 kWh/år.

Nu när energi till tappvarmvatten, byggnadens fastighetsenergi och hushållsenergi har bestämts kan energi till uppvärmning beräknas. Energi till uppvärmning blir  $16350 - 1386 - 880 - 4800 = 9284 \text{ kWh/år}$ .

Några särskilda händelser har inte noterats som påverkar energianvändningen.

Fördelningen av energianvändningen på grundval av uppmätta värden blir enligt tabell 1.

**Tabell 1. Resultat av fördelningen av energianvändningen med bergvärmepump utifrån tillgängliga uppmätta värden.**

	kWh/år	$\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp,år}}$
Total uppmätt energianvändning	16350	-
<i>Fördelning</i>		
Uppvärmning	9284	58
Tappvarmvatten	1386	8,7
Fastighetsenergi	880	5,5
Summa	11550	72,2
Hushållsenergi	4800	30

### Normalisering av energi till tappvarmvatten

Levererad energi till tappvarmvatten ska ersättas med det normaliserade värdet för småhus enligt Tabell 3:1 (3 kap. 3 § BEN). Den certifierade energiexperten kan inte få fram uppgifter om årsverkningsgraden för produktion av tappvarmvatten. Därför används årsverkningsgraden,  $\eta_{\text{tvv}}$ , angiven i BEN tabell 3:2, det vill säga 2,5 för en markvärmepump. Det normaliserade värdet bestäms till,

$$E_{\text{tvv,lev}} = \frac{20 \times 160}{2,5} = 1280 \text{ kWh/år}$$

### Normalisering av energianvändningen vid avvikelser i innetemperatur

Normal innetemperatur är  $21^\circ\text{C}$  i småhus enligt tabell 3:3 (3 kap. 4 § BEN). Den certifierade energiexperten bedömer att innetemperaturen är  $22,5^\circ\text{C}$ . Eftersom avvikelsen mellan uppmätt lufttemperatur och normal innetemperatur är större än  $1^\circ\text{C}$  så

måste korrigerig av energi till uppvärmning göras. Någon felaktig injustering eller andra brister i de installationstekniska systemen som förklarar att den uppmätta lufttemperaturen inte är 21°C har inte identifierats under platsbesöket.

Innetemperaturen 22,5°C gäller för samtliga utrymmen i byggnaden vilket ger att byggnadens totala energianvändning för uppvärmning korrigeras med 5 % per grad. Eftersom avvikelsen är +1,5 °C ska energianvändningen för uppvärmning reduceras med 7,5 %.

$$E_{korr} = 0,075 \times 9284 = 696,3 \text{ kWh/år}$$

Energi till uppvärmning bestäms därmed till  $9284 - 696 = 8588 \text{ kWh/år}$ .

### Normalisering av energianvändningen vid avvikelser i internlast

Användningen av hushållsenergi inte har varit känd i detta fall och bestämdes tidigare utifrån byggnadskategori och antal boende. Denna information var nödvändig för att kunna genomföra den bearbetning av uppmätta värden som krävdes före normaliseringen. I detta fall visade det sig att det normala värdet för hushållsenergi 30 kWh/m<sup>2</sup>, år kunde användas (3 kap. 5 § BEN). Eftersom det normala värdet har använts görs ingen korrigerig av energianvändningen på grund av användningen av hushållsenergi.

### Normalårskorrigerig

Efter att energianvändningen har korrigerats till ett normalt brukande återstår enbart normalårskorrigerig (3 kap. 6 § BEN). Vid normalårskorrigerig korrigeras byggnadens klimatberoende energianvändning till ett normalår. Detta görs i detta exempel genom SMHI Energiindex (1981–2010). I detta fall har uppvärmningssäsongen varit mild och den uppmätta uppvärmningsenergin ökas med cirka 19 procent för att motsvara ett normalår.

Vid upprättande av energideklaration sker normalårskorrigerig automatiskt i Boverket formulär för energideklaration.

### Resultat av normaliseringen enligt metod i BEN

I tabell 2 beskrivs den information som fanns tillgänglig i form av mätdata, därefter resultatet av den bearbetning och fördelning av uppmätta värden som behövde göras före normaliseringen, därefter normaliserade värden, och i kolumnen längst till höger har uppvärmningsenergin normalårskorrigerats med hänsyn till att mätdata är från 2015.

Energiexperten anger värdena i kolumnen *Normalisering före normalårskorrigerig* när uppgifter skrivs in i Boverkets formulär för energideklaration.

I tabell 2 anges energiprestanda som specifik energianvändning (energideklarationer och energikrav t.o.m. BBR 24) och i primärenergital (energi krav fr.o.m. BBR 25).

Primärenergitalet  $EP_{pet}$  är beräknat med primärenergifaktor för el  $PE_{el} = 1,6$ .

**Tabell 2. Resultatet av normaliseringen och bestämningen av byggnadens energiprestanda med bergvärmepump.**

	Uppmätta värden	Fördelning av uppmätta värden	Normalisering före normalårskorrigerig	Normalisering efter normalårskorrigerig
$A_{temp}$ (m <sup>2</sup> )	160			
Innetemperatur (°C)	22,5			
Total elanvändning (kWh)	16350			
Kallvattenvolym (m <sup>3</sup> /år)	180			
Uppvärmning (kWh/år)	-	9284	8588	10186
Komfortkyla (kWh/år)	-	-	-	-
Tappvarmvatten (kWh/år)	-	1386	1280	1280
Fastighetsenergi (kWh/år)	-	880	880	880
Summa (kWh/år)	-	11514	10748	12346
Energiprestanda (specifik energianvändning) (kWh/m <sup>2</sup> ,år)	-	-	-	77
Energiprestanda (primärenergital) (kWh/m <sup>2</sup> ,år)	-	-	-	123

Byggnadens energiprestanda i en energideklaration, eller specifika energianvändning vid verifiering av nybyggnadskrav t.o.m. BBR 24, blir alltså 77 kWh/m<sup>2</sup> och år, och 123 kWh/m<sup>2</sup>,år för energikrav fr.o.m. BBR 25 (primärenergital).

### Alternativ med fjärrvärme

Ett identiskt småhus är anslutet till fjärrvärme och enligt uppgifter från fjärrvärmefakturorna är den årliga energianvändningen för värme 28995 kWh. Mätuppgifter om elenergianvändningen inkluderar både hushållsenergi och byggnadens fastighetseenergi. Enligt elfakturorna är den årliga elenergianvändningen 5700 kWh. Uppmätta värden avser ett helår, 2015.

## Bearbetning av uppmätta värden före normaliseringen

Hänsyn ska tas till mätningens omfattning före normalisering (3 kap. 2 §). Om energi till uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi inte har mätts separat ska den uppmätta energin fördelas i den utsträckning som behövs för att genomföra normaliseringen.

Den totala elenergianvändningen ska delas mellan hushållsenergi och byggnadens fastighetsenergi. Normalisering ska ske för tappvarmvatten och för avvikande inne-temperatur.

Energimängden till tappvarmvattenberedning är okänd men kan beräknas utifrån kallvattenförbrukningen enligt,

$$E_{tvv,lev} = 0,35 \times \frac{V_{kv} \times 55}{\eta_{tvv}} = 0,35 \times \frac{180 \times 55}{1,0} = 3465 \text{ kWh/år}$$

Detaljerade tekniska data för fjärrvärmecentralen är inte tillgängliga, och därför används årsverkningsgraden angiven i tabell 3:2 i allmänt råd i (3 kap. 3 §), det vill säga 1,0.

Energi till uppvärmning bestäms därmed till  $28995 - 3465 = 25530 \text{ kWh/år}$ .

Energin till byggnadens fastighetsenergi bestäms genom avdrag av hushållsenergi från total elanvändning. Hushållsenergin mäts inte separat och därför används värdet för normal användning,  $30 \text{ kWh/m}^2, \text{ år}$  ( $4800 \text{ kWh/år}$ ) för att sedan bestämma byggnadens fastighetsenergi (3 kap. 5 § BEN).

Byggnadens fastighetsenergi bestäms då till  $5700 - 4800 = 900 \text{ kWh/år}$ .

Några särskilda händelser har inte noterats som påverkar energianvändningen.

Fördelningen av energianvändning på grundval av uppmätta värden blir enligt tabell 3.

**Tabell 3. Resultat av fördelningen av energianvändningen med fjärrvärme utifrån tillgängliga uppmätta värden.**

	kWh/år	kWh/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> ,år
Total uppmätt energianvändning	34695	-
<i>Fördelning</i>		
Uppvärmning	25530	159,6
Tappvarmvatten	3465	21,7
Fastighetsenergi	900	5,6
Summa	29895	186,9
Hushållsenergi	4800	30

## Normalisering av energi till tappvarmvatten

Levererad energi till tappvarmvatten ska ersättas med det normaliserade värdet för småhus enligt Tabell 3:1 (3 kap. 3 § BEN). Detaljerade tekniska data för fjärrvärme-

centralen är inte tillgängliga, och därför används årsverkningsgraden angiven i 3 kap. 3 § (tabell 3:2), dvs. 1,0. Det normaliserade värdet bestäms därmed till,

$$E_{tvv,lev} = \frac{20 \times 160}{1,0} = 3200 \text{ kWh/år}$$

### Normalisering av energianvändningen på grund av avvikelser i innetemperatur

Normal innetemperatur är 21°C i småhus enligt tabell 3:3 (3 kap. 4 § BEN). Den certifierade energiexperten bedömer att de boende har innetemperaturen 22,5°C. Eftersom avvikelserna mellan uppmätt lufttemperatur och normal innetemperatur är större än 1°C så måste korrigering av energi till uppvärmning göras. Någon felaktig injustering eller andra brister i de installationstekniska systemen som förklarar att den uppmätta lufttemperaturen inte är 21°C har inte identifierats under platsbesöket.

Innetemperaturen 22,5°C gäller för samtliga utrymmen i byggnaden vilket ger att byggnadens totala energianvändning för uppvärmning korrigeras med 5 % per grad. Eftersom avvikelserna är +1,5 °C ska energianvändningen för uppvärmning reduceras med 7,5 %.

$$E_{korr} = 0,075 \times 25530 = 1915 \text{ kWh/år}$$

Energi till uppvärmning bestäms därmed till  $25530 - 1915 = 23615 \text{ kWh/år}$ .

### Normalisering av energianvändningen på grund av avvikelser i internlast

Användningen av hushållsenergi inte har varit känd i detta fall. Samtidigt har denna information varit nödvändig för att kunna genomföra den bearbetning av uppmätta värden som krävdes före normaliseringen. För att kunna genomföra denna bearbetning före normalisering användes därför det normala värdet för hushållsenergi i tabell 3:3 och är  $30 \text{ kWh/m}^2, \text{ år}$  (3 kap. 5 § BEN). Eftersom det normala värdet har använts görs ingen korrigering av energianvändningen på grund av användningen av hushållsenergi.

### Normalårskorrigerings

Efter att energianvändningen har korrigerats till ett normalt brukande återstår enbart normalårskorrigeringen (3 kap. 6 § BEN). Vid normalårskorrigerings korrigeras byggnadens klimatberoende energianvändning till ett normalår. Detta görs i detta exempel genom SMHI Energiindex (1981–2010). I detta fall har uppvärmningssäsongen varit mild och den uppmätta uppvärmningsenergin ökas med cirka 19 procent för att motsvara ett normalår.

Observera att vid upprättande av energideklaration sker normalårskorrigeringen automatiskt i Boverkets formulär för energideklaration.

### Resultat av normaliseringen enligt metod i BEN

I tabell 4 beskrivs den information som fanns tillgänglig i form av mätdata, därefter resultatet av den bearbetning och fördelning av uppmätta värden som behövde göras före normaliseringen, därefter normaliserade värden, och i kolumnen längst till

höger har uppvärmningsenergin normalårskorrigerats med hänsyn till att mätdata är från 2015.

Energiexperten anger värdena i kolumnen *Normalisering före normalårskorriger* när uppgifter skrivs in i Boverkets formulär för energideklaration.

I tabell 2 anges byggnadens energiprestanda som specifik energianvändning (energi-deklarationer och energikrav t.o.m. BBR 24) och i primärenergital (energi-krav fr.o.m. BBR 25).

Primärenergitalet  $EP_{\text{pet}}$  är beräknat med primärenergifaktor för el  $PE_{\text{el}} = 1,6$  och för fjärrvärme  $PE_{\text{fjv}} = 1,0$ .

**Tabell 4. Resultatet av normaliseringen och bestämningen av byggnadens energiprestanda med fjärrvärme.**

	Uppmätta värden	Fördelning utifrån uppmätta värden	Normalisering före normalårskorriger	Normalisering efter normalårskorriger
$A_{\text{temp}} (\text{m}^2)$	160			
Innetemperatur (°C)	22,5			
Fjärrvärme (kWh/år)	28995			
Total elanvändning (kWh/år)	5700			
Kallvattenvolym ( $\text{m}^3/\text{år}$ )	180			
Uppvärmning (kWh/år)	-	25530	23615	28010
Komfortkyla (kWh/år)	-	-	-	-
Tappvarmvatten (kWh/år)	-	3465	3200	3200
Fastighetsenergi (kWh/år)	-	900	900	900
Summa (kWh/år)	-	29895	27715	32110
Energiprestanda (specifik energianvändning, $\text{kWh}/\text{m}^2, \text{år}$ )	-	-	-	201
Energiprestanda (primärenergital, $\text{kWh}/\text{m}^2, \text{år}$ )	-	-	-	204

Byggnadens energiprestanda i en energideklaration, eller specifika energianvändning vid verifiering av nybyggnadskrav t.o.m. BBR 24, blir 201  $\text{kWh}/\text{m}^2$  och år, och 204  $\text{kWh}/\text{m}^2, \text{år}$  för energikrav fr.o.m. BBR 25 (primärenergital).