

# Handbok för energihushållning enligt Boverkets byggregler

– utgåva två





# Handbok för energihushållning enligt Boverkets byggregler

– utgåva 2

Boverket augusti 2012

Titel: Handbok för energihushållning enligt Boverkets byggregler,  
– utgåva 2

Utgivare: Boverket augusti 2012

Upplaga: 2

Antal ex: 3 000

Tryck: Edita Västra Aros AB

ISBN (tryck): 978-91-87131-30-1

ISBN (pdf): 978-91-87131-31-8

Sökord: Energihushållning, byggregler, BBR, termiskt inomhusklimat, värmeeffektbehov, energikrav, energianvändning, solenergi, fastighetsenergi, hushållsenergi, energiberäkning, effektkrav, DVUT, värmetröghet, personvärme, klimatzon, värmepump, värmeåtervinning, effektberäkning, klassning, värmeisolering, klimatskärm, isolermaterial, värmemotstånd, värmegenomgångskoefficient, värmekonduktivitet, köldbryggor, värmeinstallationer, kylinstallationer, styr- och reglersystem, effektiv elanvändning, verifiering, kontrollplan, mätsystem, standarder, ändring, ombyggnad, tillbyggnad

Diarienummer: 1271-2298/2012

Omslagsfoto: Daniel Högberg / Folio.se

Publikationen kan beställas från:

Boverket, Publikationsservice, Box 534, 371 23 Karlskrona

Telefon: 0455-35 30 50, växel: 0455-35 30 00

Fax: 0455-819 27

E-post: publikationsservice@boverket.se

Webbplats: www.boverket.se

Publikationen kan på begäran beställas i alternativt format som  
Daisy, inläst på kassett m.m.

Boverket 2012

# Förord

I byggnader används en stor del av energin för att värma eller kyla inomhusluften så att vi får ett rimligt inomhusklimat. För att uppfylla internationella och nationella mål för energi-användningen, har Boverket antagit regler som anger den nivå som måste uppfyllas för att hushålla med energi i byggnader. Reglerna för byggnader framgår av Boverkets byggregler (BBR) som är Sveriges precisering av de krav som ska uppfyllas.

I BBR ställs ett övergripande krav på energihushållning som innebär att en byggnad inte får använda mer än ett visst antal kilowattimmar per kvadratmeter och år. Därutöver finns mer detaljerade krav för värmeisolering, värme-, kyl- och luft-behandlingsinstallationer, effektiv elanvändning och installation av mätsystem för uppföljning av byggnadens energi-användning.

Den 1 februari 2009 skärptes kraven på energihushållning i BBR för de byggnader som ska värmas med elvärme eller har komfortkyla som drivs med el. Den 1 januari 2012 skärptes kraven för övriga byggnader som har annat uppvärmningssätt än elvärme.

När BBR revideras får Boverket frågor om hur den nya texten ska tolkas och vad den betyder i praktiken. Denna handbok ger Boverkets kommentarer och svar på frågor om reglerna för energihushållning. Denna handbok är utgåva 2 och är uppdaterad till och med reglerna 1 januari 2012 (BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. BFS 2011:26, BBR 19).

Arbetet med handboken har utförts av Peter Johansson och Stefan Norrman.

Karlskrona augusti 2012

*Anders Sjelvgren*  
avdelningschef



# Innehåll

1	Energihushållning i Boverkets byggregler .....	9
	Läsanvisning till denna handbok .....	9
	Regelsamlingen ger en helhetssyn .....	9
	Så hänger lagar och byggregler ihop .....	9
	Regler om byggande.....	10
	Boverkets byggregler, BBR.....	10
	Verkligheten förändras – byggregler hålls aktuella .....	11
	Specifik energianvändning .....	11
	Definitioner .....	11
	Skärpta krav för hushållning med elenergi .....	12
	Skärpta krav för byggnader med annat uppvärmningssätt än elvärme ...	12
	Möjlighet att klassa energianvändningen.....	12
	Krav på värmeisolering .....	13
	Övriga energikrav i BBR.....	13
	Gäller detta mitt hus? .....	13
	Nya byggnader .....	13
	Ändring av byggnad .....	13
	Tillbyggnad .....	14
	Mindre byggnad .....	14
	Fritidshus .....	14
	Frivilligt skärpt energihushållning .....	15
	Andra myndigheters krav .....	15
	Rätt inomhustemperatur – för komfort och hälsa .....	16
	Allmänt.....	16
	Termiskt inomhusklimat .....	16
	Värmeeffektbehov.....	17
	Frågor och svar om byggregler .....	17
2	Energi .....	19
	Energikrav.....	19
	Byggnadens specifika energianvändning .....	20
	Energi för kyla.....	21
	Solenergi .....	22
	Byggnadens fastighetsenergi.....	23
	Hushållsenergi och verksamhetsenergi.....	23
	Klimatskärmens täthet .....	24
	Brukarbeteende .....	25
	$A_{temp}$ .....	25
	Klimatzoner.....	26

Värmepump .....	26
Värmeåtervinning .....	26
Energiberäkning .....	27
Beräkningsmetoder .....	28
Säkerhetsmarginal .....	29
3 Effekt .....	31
Effektkrav .....	31
Installerad eleffekt för uppvärmning .....	31
Klimatzoner .....	32
DVUT – dimensionerande vinterutetemperatur .....	33
Byggnadens tidskonstant .....	35
Beräkningsexempel, tidskonstant för småhus av trä .....	36
Värmepump .....	37
Framledningstemperatur .....	38
Värmeåtervinning .....	39
Effektberäkning .....	39
Verkligt effektbehov .....	39
4 Värmeisolering, transmissionsförluster och $U_m$ .....	43
Krav på värmeisolering i BBR .....	43
Beräkning av genomsnittlig värmegenomgångskoefficient, $U_m$ .....	43
Termiska egenskaper – beräkningsvärden .....	45
Isolermaterial och isolerprodukter .....	45
Fönster och dörrar .....	46
Övriga byggnadsmaterial och produkter .....	48
Beräkning av U-värden .....	48
Värmemotstånd och värmegenomgångskoefficient .....	48
Korrigerig av U-värden .....	49
Köldbryggor .....	51
Värmeöverföring via marken .....	54
Tjälritt djup .....	54
5 Övriga krav .....	55
Ytterligare effektiviseringsmöjligheter .....	55
Värme- och kylinstallationer .....	55
Styr- och regelsystem .....	56
Effektiv elanvändning .....	56
6 Verifiering .....	57
Verifiering enligt BBR .....	57
Kontrollplan/slutbesked .....	57
Uppföljning specifik energianvändning .....	58
Frivilligt skärpt energihushållning .....	58
Sanktioner .....	58
Branschstandard .....	59



Mätsystem för energianvändning .....	59
Det uppmätta resultatet är det som gäller.....	59
Vad ska mätas? .....	60
Hur ska det mätas? .....	60
Mätresultat och redovisning .....	61
7 Klassning av byggnadens energianvändning.....	63
Högre krav på energihushållning .....	63
Klassning enligt BBR .....	63
Standardisering.....	63
Verifiering.....	64
8 Standarder .....	65
Varför standarder? .....	65
Hänvisning till standard i föreskrift eller allmänt råd .....	65
Olika typer av standarder .....	66
Förteckning över aktuella standarder .....	67
Svensk standard (SS) .....	67
Svensk standard och europeisk standard (SS-EN).....	67
Svensk standard, europeisk standard och internationell standard (SS-EN ISO).....	68
Bilaga 1 .....	71



# 1 Energihushållning i Boverkets byggregler

## Läsanvisning till denna handbok

### **Regelsamlingen ger en helhetssyn**

Denna handbok är avsedd att kommentera avsnitt 9 *Energihushållning* i Boverkets byggregler (BBR), som har reviderats under 2012. Den nya reviderade versionen har författningsnummer BFS 2011:26 (BBR 19). Handboken är en uppdatering (utgåva 2) av Boverkets tidigare handbok *Energihushållning enligt Boverkets byggregler* från oktober 2009.

Handboken är indelad i avsnitt som beskriver de viktigaste områdena i BBR:s energihushållningsföreskrifter. Avsnittindelningen är dock inte densamma som i BBR. På så sätt kan större områden som energi, effekt, värmeisolering etc. här beskrivas på ett mer samlat och ingående sätt. Detta bidrar till att förtydliga helhetsbilden av kraven i BBR.

## Så hänger lagar och byggregler ihop

Det är viktigt att känna till statusen på de dokument som en byggherre måste rätta sig efter eller kan hämta information ifrån. Det kan vara lag, förordning, föreskrift, allmänt råd eller handbok. BBR innehåller föreskrifter och allmänna råd.

Föreskrifter måste alltid följas, dock har byggnadsnämnden möjlighet att i enskilda fall medge mindre avvikelser.

Allmänt råd anger ett sätt att handla för att uppfylla föreskrifterna, och är inte tvingande. Om ett allmänt råd följs anses emellertid ett sådant utförande uppfylla föreskrifterna. En byggherre kan dock fritt välja andra lösningar eller metoder, om dessa uppfyller föreskrifterna. Allmänt råd kan också innehålla förklarande upplysningar.

En handbok kan endast användas som hjälpmedel och informationskälla. Värden som presenteras kan inte åberopas som krav eller för automatiskt godkännande. Denna handbok är således endast en vägledning och ett stöd för byggherrar, projektörer, byggnadsnämnder m.fl. Handböcker motsvarande denna får även ges ut av andra organisationer och enskilda personer. Exempel på detta är för dagen Sveby, Svensk Byggtjänst och Swedisol, inom energihushållningsområdet.

### **Regler om byggande**

Boverkets byggregler (BFS 2011:6), BBR, är föreskrifter och allmänna råd till delar av plan- och bygglagen (SFS 2010:900), PBL, plan- och byggförordningen (SFS 2011:338), PBF. Det betyder att BBR förtydligar och preciserar innebörden i delar av överordnade förordningar och lagar.

För att förstå hur lagar, förordningar, föreskrifter och allmänna råd hänger ihop kan man läsa de anvisningar som finns i boken *Regelsamling för byggande, BBR*. Regelsamlingen har följande innehåll

- Del 1: Läsanvisningar
- Del 2: Boverkets byggregler (BBR)
- Del 3: Lagar och förordningar

Läsanvisningar i regelsamlingen omfattar både byggande i stort från lag till föreskrift, samt varje enskilt avsnitt i BBR. Det är också viktigt att man läser reglerna i avsnitt 1 och 2 i BBR, som är gemensamma för alla övriga avsnitt i BBR. Av avsnitt 1:2 framgår exempelvis att reglerna i avsnitt 9 Energihushållning inte gäller fritidshus med högst två bostäder.

### **Boverkets byggregler, BBR**

Boverkets byggregler (BBR) trädde för första gången i kraft den 1 januari 1994 (BFS 1993:57), då Boverkets nybyggnadsregler (NR) upphörde att gälla. BBR har därefter reviderats fortlöpande. En ny grundförfattning av BBR (BFS 2011:6) kom den 2 maj 2011 med anledning av ny PBL.

Avsnitt 9 om energihushållning i BBR reviderades 2012 och finns i författningen BFS 2011:26 (BBR 19). BFS betyder Boverkets författningssamling och det var således den 26:e

författningen som Boverket gav ut det året. BBR 19 avser en numrering av de revideringar av BBR som förekommit sedan 1994 då den första BBR:en kom ut. Motiv och konsekvenser till den senaste revideringen finns beskrivna i tillhörande konsekvensutredning. BBR och tillhörande konsekvensutredning finns att läsa och hämta på Boverkets webbplats ([www.boverket.se](http://www.boverket.se)).

## Verkligheten förändras – byggregler hålls aktuella

### Specifik energianvändning

Tidigare BBR, före 2006, gav som resultat en oacceptabelt stor spridning av nya byggnaders faktiska energianvändning. Målsättningen med de nya reglerna för energihushållning som kom 2006 var att lägga fast en övre gräns för byggnaders energianvändning och därmed styra mot lägre energianvändning i alla nya byggnader.

Dessa nya regler ställer krav på byggnadens specifika energianvändning. Denna anges som maximalt tillåten energimängd per golvarea och år ( $\text{kWh/m}^2$  och år). För elvärmda byggnader sätts också sedan 2009 en övre gräns för hur mycket installerad eleffekt för uppvärmning (kW) som en byggnad får ha.

Kravnivån på byggnadens specifika energianvändning varierar i reglerna beroende på om det är bostad eller lokal, om elvärme används eller inte och i vilken klimatzon byggnaden är belägen. Det finns tre klimatzoner (I, II och III) som följer landskapsgränser. Indelningen i klimatzoner används för att inte skapa orimliga skillnader i kraven för byggnader belägna i norra, mellersta respektive södra delen av landet.

### Definitioner

Definitioner av begrepp som används i reglerna hittar man i BBR avsnitt 9:12 *Definitioner*. Exempel på sådana definierade begrepp är: byggnadens specifika energianvändning,  $A_{\text{temp}}$ , elvärme etc. Begrepp som inte definieras i BBR eller i huvudförfattningarna har den betydelse som anges i Terminologicentrumets publikation *Plan- och byggtermer 1994, TNC 95*.

### **Skärpta krav för hushållning med elenergi**

I februari 2008 tog regeringen beslut om att ändra i 10 § förordningen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk m.m. (BVF) beträffande hushållning med elenergi. Förordningsändringen gav Boverket utökade möjligheter att skärpa kraven för alla nya byggnader som använder el för uppvärmning eller komfortkyla. Tidigare omfattades bara en- och tvåbostadshus med direktverkande elvärme av strängare krav på energihushållning.

Förutom strängare krav på byggnadens specifika energianvändning ställs i BBR numera också krav på maximalt installerad eleffekt för uppvärmning (kW). För nya byggnader som inte är elvärmda, men har elektrisk kylmaskin för komfortkyla, ställs också strängare krav på energihushållning. De skärpta reglerna i BBR trädde i kraft den 1 februari 2009.

### **Skärpta krav för byggnader med annat uppvärmningssätt än elvärme**

Den 1 januari 2012 skärptes energikraven även för byggnader som har annat uppvärmningssätt än elvärme. Förändringen innebar skärpta krav med ca 20 % på byggnadens specifika energianvändning (kWh/m<sup>2</sup> och år) och genomsnittlig värmeisolering (W/m<sup>2</sup>K).

### **Möjlighet att klassa energianvändningen**

En byggherre som frivilligt vill ställa högre krav på byggnadens specifika energianvändning (kWh/m<sup>2</sup> och år) kan på ett enhetligt sätt göra detta med hjälp av ett nytt allmänt råd i BBR. Denna klassning tillgodoser branschens efterfrågan på en enhetlig klassning av byggnader då man vill bygga med bättre energihushållning än den som anges som samhällets godtagbara nivå i BBR.

Att bygga hus med ytterligare förhöjda krav på energianvändning leder till att noggrannheten i projektering, utförande och kontroll möjligen måste ökas och kan föranleda behov av speciella verktyg, metoder och kompetens för att mer exakt fastställa om leveransen uppfyller de förhöjda kraven. Det är byggherren som får se till att de förhöjda kraven uppfylls. Det ankommer inte på kommunen att bevaka mer än de krav som framgår av BBR.

### Krav på värmeisolering

Utöver krav på byggnadens specifika energianvändning och installerad eleffekt för uppvärmning ställs också krav på lägst godtagbar värmeisolering av byggnaden. Kravet är formulerat som en högsta tillåten genomsnittlig värmegenomgångskoefficient,  $U_m$ , för byggnadsdelar som omsluter byggnaden. Avsikten är att säkerställa att byggnaden får en bra klimatskärm som håller hela byggnadens brukstid. Det ska dock poängteras att kravet på klimatskärmen inte är tillräckligt för att ensamt uppfylla energikravet i reglerna.

I avsnitt 4 i denna handbok kommenteras närmare kraven på värmeisolering och U-värdesberäkning.

### Övriga energikrav i BBR

I BBR finns också en del effektivitetskrav på installationer i byggnaden. Det gäller värme- och kylinstallationer, luftbehandlingsystem, styr- och reglersystem och effektiv elanvändning.

I avsnitt 5 i denna handbok kommenteras närmare dessa övriga energikrav som finns i BBR.

## Gäller detta mitt hus?

### Nya byggnader

BBR avsnitt 1:2 *Föreskrifterna* talar om när BBR gäller. BBR gäller bland annat när en ny byggnad uppförs och när en befintlig byggnad ändras. Däremot gäller inte föreskrifterna för flyttning av byggnader.

BBR avsnitt 9 *Energihushållning* gäller inte för fritidshus med högst två bostäder. I övrigt framgår av BBR:s avsnitt 9:11 *Tillämpningsområden* vilka byggnader som kraven på energihushållning gäller för och vilka undantag som finns.

### Ändring av byggnad

Utgångspunkten är att det är samma krav på energihushållning som gäller vid ändring av en befintlig byggnad som när en ny byggnad uppförs. Men i ändringsfallet måste kraven anpassas utifrån ändringens omfattning och byggnadens förutsättningar samt varsamhetskravet och förvanskningförbudet enligt PBL.

Byggnadens förutsättningar kan t.ex. gälla både kulturhistoriska, tekniska och ekonomiska förutsättningar. Det kan således vara av värde för byggherren att ta upp en diskussion med kommunen och komma överens om sådana hänsyn innan den slutgiltiga projekteringen görs. De generella reglerna om ändring av byggnad finns i BBR avsnitt 1:22. Kraven på energihushållning vid ändring framgår av BBR avsnitt 9:9.

### **Tillbyggnad**

Tillbyggnad faller in under begreppet ändring av en byggnad enligt PBL. För tillbyggnader tillämpas kraven på samma sätt som vid ändring.

### **Mindre byggnad**

BBR avsnitt 9:4 *Alternativt krav på byggnadens energianvändning* kan tillämpas för mindre byggnader som är högst 100 m<sup>2</sup>. Ytterligare krav som måste vara uppfyllda är att byggnaden har begränsad fönster- och dörrarea samt att det inte föreligger något behov av komfortkyla. Om dessa krav är uppfyllda får byggherren själv välja om byggnaden ska följa antingen kraven i BBR avsnitt 9:4 eller kraven enligt avsnitt 9:2 *Bostäder* respektive 9:3 *Lokaler*. Meningen med avsnitt 9:4 är att man inte behöver göra en energiberäkning om man följer de preciserade värden som anges i siffror för olika egenskaper.

### **Fritidshus**

BBR avsnitt 9 *Energiushållning* gäller, som tidigare nämnts, inte för fritidshus med högst två bostäder. Energiushållningskraven är heller inte skrivna med avseende på fritidshus. Därmed saknas speciella tillämpningsföreskrifter i BBR för fritidshus, i detta avseende.

För fritidshus gäller dock fortfarande de övergripande kraven i 3 kap. 14 § i plan- och byggförordningen (PBF) som innebär att byggnadsverk och deras installationer ska vara projekterade och utförda så att mängden energi för uppvärmning, kylning och ventilation är liten och värmekomforten för brukarna tillfredställande. Vid t.ex. tekniskt samråd inför startbesked vad avser fritidshus ska kommunen ta ställning till om dessa övergripande krav i PBF kan komma att uppfyllas.



### **Frivilligt skärpt energihushållning**

Efterhand som energifrågan fått större fokus i samband med byggande har flera frivilliga överenskommelser upprättats för att man ska kunna få till stånd ytterligare energisparande. Dessa har tillkommit för att man är beredd att göra ytterligare goda insatser för miljön för att på så sätt få konkurrensfördelar vid uthyrning eller försäljning. Detta kommer sannolikt att leda till lägre energianvändning, vilket är positivt. Denna utveckling av frivilligt skärpta krav tydliggör att det är fullt tillåtet att bygga hus som är bättre än de minimikrav som samhället ställer upp i Boverkets byggregler.

Det kan alltså framställas krav från byggherrar m.fl. som går utöver dem som ställs enligt bygglagstiftningen och BBR. Förutom strängare krav på energianvändning kan det t.ex. vara krav på anslutning till fjärrvärme, förbud att installera värmeåtervinning m.m. Det är här viktigt att hålla isär att sådana krav inte har något med bygglagstiftningen att göra, utan baseras på civilrättsliga, frivilliga avtal. Det bör också noteras att sådana frivilliga civilrättsliga överenskommelser mellan beställare och utförare måste bevakas av parterna själva i samband med beställning och slutbesiktning. Kommunens roll som tillsynsmyndighet är också begränsad i detta sammanhang.

Kommunen har inte med utgångspunkt från BBR heller rätt att ställa högre krav än BBR anger, oavsett vad som avtalats i övrigt.

### **Andra myndigheters krav**

Även andra myndigheter än Boverket kan ha krav på byggnader. Till exempel Arbetsmiljöverket om byggnaden är en arbetsplats. Det kan röra sig om speciella krav på ventilation som i sin tur påverkar byggnadens energianvändning. Regler om termisk komfort och luftkvalitet ges även ut av Socialstyrelsen.

## Rätt inomhustemperatur – för komfort och hälsa

### Allmänt

Vi bor och verkar i hus för att skydda oss och vår verksamhet mot bl.a. det omgivande klimatet. Byggnader ska t.ex. göras täta för att undvika ofrivillig ventilation och höga lufthastigheter inomhus (drag) och värmeisolerar för att kunna medge ett komfortabelt inomhusklimat. För att åstadkomma önskad inomhustemperatur måste värme och eventuellt kyla tillföras. Detta kan göras på olika sätt. All energianvändning ger emellertid upphov till miljöpåverkan. För att minimera denna miljöpåverkan, t.ex. resursuttag och utsläpp till omgivningen, finns ett antal krav för att begränsa energianvändningen.

### Termiskt inomhusklimat

Av komfortskäl, särskilt med hänsyn till känsliga personer, bör man kunna upprätthålla ett hälsosamt och behagligt termiskt klimat i byggnaden. Upplevelsen av inomhusklimatet beror på luftens temperatur, värmestrålningen från omgivande ytor, lufthastighet, luftfuktighet, egen aktivitet samt hur mycket kläder man har på sig och dess isolerande förmåga.

Uppgifter om det klimat som ska kunna upprätthållas i en bostad finns i Socialstyrelsens allmänna råd 2005:15 (M) Temperatur inomhus. En byggnad anses kunna uppfylla Socialstyrelsens råd om man uppfyller rådet i BBR avsnitt 6:42 Termisk komfort. Ett flertal faktorer hos byggnaden påverkar den termiska komforten såsom värmeisoleringsförmåga hos olika byggnadsdelar, fönsterstorlekar, uppvärmningssystem, ventilationssystem m.m.

En godtagbar termisk komfort i ett bostadsrum uppnås normalt vid uppvärmning med radiatorer eller golvvärme under förutsättning att lufthastigheten i rummet inte överstiger 0,15 m/s under uppvärmningssäsongen, fönster och dörrar utgör mindre än 40 % av rummets ytterväggarea och att ytemperaturen på golvet är lägst 16 °C (18 °C för badrum). Om man vid projekteringen inser att dessa förutsättningar inte kommer

att uppfyllas får man istället beräkna den riktade operativa temperaturen, i rummets vistelsezon och yttemperaturen på golvet, för att säkerställa att aktuellt utförande uppfyller BBR:s krav på termisk komfort enligt avsnitt 6:42.

### **Värmeeffektbehov**

I BBR avsnitt 6:43 *Värme- och kylbehov* anges vilka förutsättningar som gäller för dimensionering av en byggnads värmeinstallationer. Av ekonomiska skäl dimensionerar man inte efter den mest extrema utetemperaturen.

I BBR avsnitt 6:412 ges kriterier för hur en dimensionerande vinterutetemperatur (DVUT) ska bestämmas. Detta görs med hjälp av standarden SS-EN ISO 15927-5. Mer information om hur man beräknar DVUT finns i denna handbok i avsnitt 3. För enkelhetens skull redovisas också värden på DVUT i tabellform för ett antal orter.

### **Frågor och svar om byggregler**

På Boverkets webbplats ([www.boverket.se](http://www.boverket.se)) finns svaren på de vanligaste frågorna om bygg- och konstruktionsregler samlade. Där finns även frågor och svar om avsnitt 9 *Energihushållning* i BBR.

På webbplatsen finns också Boverkets alla regler, konsekvensutredningar, handböcker m.m. att hämta gratis eller beställa i tryckt form till självkostnadspris.



## 2 Energi

### Energikrav

När man bygger ett nytt hus ska man göra en energiberäkning som visar att det nya huset kommer att klara de krav som finns i BBR:s avsnitt 9 Energihushållning. Huset får inte använda mer än ett visst antal kilowattimmar per kvadratmeter och år ( $\text{kWh/m}^2$  och år). Det finns dock ett undantag som medger att man inte gör en energiberäkning och det är om man bygger ett hus som är högst  $100 \text{ m}^2$  och som inte har alltför stora fönster och dörrar samt inget kylbehov. Detta kan man läsa om i BBR avsnitt 9:4.

Energibehovet benämns specifik energianvändning och enheten är således  $\text{kWh/m}^2$  och år. Det är byggnadens energianvändning under ett år dividerat med antal  $\text{m}^2$  golvarea eller  $A_{\text{temp}}$  som det heter enligt definitionen i BBR, som ska uppfyllas. Det finns tabeller i BBR som talar om hur hög specifik energianvändning man får ha i sitt hus. För att hitta rätt värde måste man veta i vilken klimatzon huset ska byggas samt om huset ska vara elvärt eller inte och om det är en bostad eller lokal. Tabellerna för bostad heter 9:2a och 9:2b och tabellerna för lokal heter 9:3a respektive 9:3b.

### Byggnadens specifika energianvändning

Byggnadens energianvändning är den energimängd som vid normalt brukande behöver levereras till byggnaden under ett normalår.

$$\begin{aligned} \text{Byggnadens} & & + \text{Energi för uppvärmning} \\ \text{energianvändning} = & & + \text{Energi för komfortkyla} \\ & & + \text{Energi för tappvarmvatten} \\ & & + \text{Byggnadens fastighetsenergi} \\ & & - \text{Interna värmetillskott}^1 \\ & & - \text{Solenergi från solfångare och solceller} \end{aligned}$$

Hushållsenergi eller verksamhetsenergi räknas inte med i byggnadens energianvändning.

Genom att dividera byggnadens energianvändning med  $A_{\text{temp}}$  erhålls byggnadens *specifika* energianvändning.

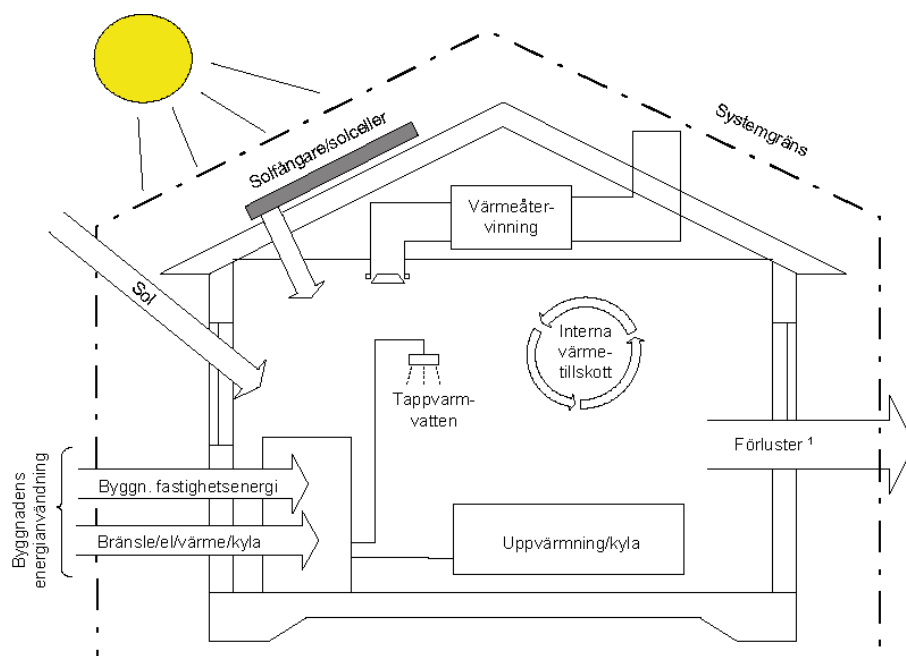
$$\begin{aligned} \text{Byggnadens specifika} & & \text{Byggnadens energianvändning} \\ \text{energianvändning} & = & \frac{\text{-----}}{A_{\text{temp}}} \end{aligned}$$

#### *Systemgräns för byggnadens energianvändning*

Illustration av systemgränsen för byggnadens energianvändning. Hushållsenergi och verksamhetsenergi ingår inte i byggnadens energianvändning.

---

<sup>1</sup> Värmotillskott från tappvarmvatten, hushållsenergi, personer, sol och eventuellt övrig processenergi inom byggnaden.



<sup>1</sup>Transmissionsförluster, luftläckning, ventilationsförluster och dylikt.

I något fall kan en byggnad vara delad i flera fastigheter, s.k. tredimensionell fastighetsbildning och i något annat fall kan värmekällan till en byggnad vara placerad utanför byggnaden eller utanför fastigheten. Sådana fall regleras i BBR avsnitt 9:2 respektive 9:3.

### Energi för kyla

I de fall man måste kyla huset på grund av överskottsvärme, vanligen på sommarhalvåret, ska även denna energi räknas in i den specifika energianvändningen. Det kan vara fyra olika fall av kylning som ger olika tillskott till energiberäkningen.

- Om huset är elvärt räknas elen till kylmaskinen precis som den är eftersom energikravet för elvärmda hus redan har skärpts på ett kraftfullt sätt.

- Har huset annat uppvärmningssätt än elvärme ska elen till kylmaskinen multipliceras med 3 innan den adderas till energianvändningen. Detta ger incitament att minska elanvändningen även i de byggnader som inte värms med el.
- Om huset har frikyla, från exempelvis sjövattnen eller uteluft, ska energin till fläktar och pumpar som används för transport av kylan tas med i energianvändningen. Eftersom det inte finns någon elektriskt driven kylmaskin vid frikyla, tar man bara med den verkliga elanvändningen för fläktar och pumpar.
- Vid fjärrkyla räknar man endast den kylenergi som levereras till byggnaden.

### **Solenergi**

Solinstrålning genom fönster och energi via solfångare/solceller får tillgodoräknas i den utsträckning energin kan nyttiggöras för uppvärmning av byggnaden eller för byggnadens fastighetsenergi. Sådan solenergi som levereras till andra byggnader eller annat ändamål får inte tillgodoräknas.

Om man gör en installation med solfångare eller solceller på huset behöver man således inte ta med erhållen energimängd från dessa, när man beräknar den specifika energianvändningen. Detta är principiellt jämförbart med solinstrålning genom fönster som också kan minska behovet av köpt energi.

För alla former av solenergi är det endast den del av solenergin som huset verkligen kan tillgodogöra sig som man får beakta. Vid beräkning av energiutbytet från solfångare eller solceller finns metoder och branschregler att tillgå. Efterhand kommer standarder att utarbetas inom området. En del av detta arbete är redan påbörjat. Vid beräkning får man utgå från tekniska specifikationer för solfångarna eller solcellerna samt solinstrålning för aktuell ort. I verkligheten minskar byggnadens köpta energi i motsvarande omfattning som energin från solfångare eller solceller tillgodogörs. Man behöver därför inte mäta energimängden separat från själva solfångarna eller solcellerna.



För att få tillgodoräkna sig energin från solfångare och solceller ska dessa vara placerade på den aktuella byggnaden eller i dess närhet, t.ex. på ett uthus eller på marken. På så sätt får man möjlighet att placera solfångarna i så gynnsamt läge som möjligt med hänsyn till väderstreck, lutning, skuggning etc.

### **Byggnadens fastighetsenergi**

Byggnadens fastighetsenergi ska medräknas i den specifika energianvändningen. Med byggnadens fastighetsenergi avses den del av fastighetselen som är till för byggnadens behov, t.ex. el till pumpar och fläktar. Elektriska apparater avsedda för annan användning än för byggnaden, exempelvis motorvärmare och belysning i trädgård ingår inte i fastighetsenergin och ska inte medräknas när byggnadens specifika energianvändning bestäms. Däremot medräknas t.ex. energi för luftavfuktare placerad i kryppgrunden.

När det gäller belysning ska den del av elen som går till fast belysning i allmänna utrymmen och driftutrymmen ingå i byggnadens fastighetsenergi. I t.ex. affärscentra (gallerior) blir det således den allmänna belysningen i galleriagångar som ska inräknas i byggnadens specifika energianvändning, medan belysning i affärer får anses vara verksamhetsrelaterad och ska inte inräknas. Småhus saknar oftast allmänna utrymmen och särskilda driftutrymmen. T.ex. installeras en värmepump ibland i grovköket. Detta medför att all el till belysning i småhus kan hänföras till hushållsel. Även om driftutrymme i form av ett pannrum skulle finnas i ett småhus är energin för fast belysning i praktiken så liten att man kan bortse från den i detta sammanhang.

Begreppet byggnadens fastighetsenergi finns närmare definierat i BBR avsnitt 9:12.

### **Hushållsenergi och verksamhetsenergi**

Hushållsenergi och verksamhetsenergi i lokal ska inte medräknas i byggnadens specifika energianvändning. Men man har möjlighet att tillgodoräkna sig den del som erhålls sekundärt som värme, från sådan verksamhet. Detta gäller även sekundär värme från tappvarmvatten och avgiven värme från personer som vistas i uppvärmda utrymmen inom byggnaden.

I vissa fall kan det vara svårt att avgöra vad som ska hänföras till hushållsenergi eller verksamhetsenergi. Det uppstår alltid lägen som blir gränsfall i förhållande till föreskrifterna.

När det gäller golvvärme berör den alltid byggnadens uppvärmningssystem. Om golvvärme eller annan apparat för uppvärmning installeras, ska eleffekt och energianvändning från sådan uppvärmningsanordning medräknas i installerad eleffekt för uppvärmning och i byggnadens specifika energianvändning. Däremot medräknas inte en handdukstork om det finns annan installerad uppvärmningsanordning som täcker effekt- och energibehovet i utrymme där handdukstorken är placerad.

Energin som används i ett restaurangkök t.ex. varmvatten för diskning, fläktel eller belysning kan normalt hänföras till verksamheten. I princip gäller detta all energi som är avsedd för verksamhetens bedrivande och inte berör lokalens grundläggande energibehov. När det gäller idrottshallar kan man anta att den större delen av varmvattenanvändningen avser de idrottsutövandes hygien baserat på den fysiska ansträngningen. Naturligtvis förekommer samtidigt varmvattenbehov för administrativ personal, städning och dylikt. Tolkningen bör vara att denna senare varmvattenandel får beräknas eller bedömas och ingå i byggnadens specifika energianvändning.

### **Klimatskärmens täthet**

I BBR ställs ett övergripande funktionskrav på byggnadens energianvändning. Detta krav kan uppfyllas på många olika sätt, t.ex. med mer eller mindre värmeisolering, tätare klimatskärm, olika tekniska installationer etc.

Klimatskärmen behöver vara så tät att byggnaden kan uppfylla de krav som ställs på energianvändning, installerad eleffekt, ventilation, fuktsäkerhet, brandskydd och buller. Hur tät klimatskärmen behöver vara får avgöras från fall till fall av byggherren/projektören beroende på val av ventilationssystem, lösningar för energihushållning m.m.

Täthetskrav på byggnadens klimatskärm finns i en egen föreskrift i BBR avsnitt 9:21 och 9:31.

## Brukarbeteende

Byggnadens energianvändning definieras som den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi. Projektering och beräkning av byggnadens specifika energianvändning utgår alltså från normalt brukande av byggnaden inklusive normal tappvarmvattenanvändning.

I samband med verifiering via mätning får man korrigera för avvikelser från projekterat brukande av byggnaden, t.ex. onormal tappvarmvattenanvändning. Detta förutsätter att man på något sätt har möjlighet att mäta den verkliga tappvarmvattenanvändningen.

## $A_{temp}$

Begreppet  $A_{temp}$  har införts för att definiera den area som byggnadens specifika energianvändning ska beräknas efter.  $A_{temp}$  svarar mot arean för våningsplan som värms upp till mer än 10 °C och befinner sig inom byggnadens klimatskärm. Area som upptas av innerväggar, öppningar för trappa, schakt och dylikt ingår i  $A_{temp}$ . Vid indragna våningsplan (mellanvåningar) tar man hänsyn till indragningens storlek när man bestämmer  $A_{temp}$ . Är indragningen av våningsplanet liten i förhållande till hela våningsplanet kan indragningen jämföras med öppningar för trappa, schakt och dylikt och räknas med i  $A_{temp}$ . Om indragningen däremot är större ska  $A_{temp}$  reduceras med indragningens storlek.

Begreppet  $A_{temp}$  är således en energirelaterad area som i de flesta fall enkelt kan bestämmas för en såväl ny som befintlig byggnad.

$$A_{temp} = \Sigma \text{ invändig area för respektive våningsplan, vindspan och källarplan som värms upp till mer än } 10 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Arean för kyl- och frysrum räknas inte med eftersom  $A_{temp}$  enligt definitionen i BBR avsnitt 9:12 avser arean i temperaturreglerade utrymmen avsedda att värmas till mer än 10 °C.

## Klimatzoner

På grund av de olika klimatförutsättningar som finns i vårt avlånga land har klimatzoner införts för att göra det möjligt att ställa väl avvägda krav på byggnadens energianvändning.

Det finns tre klimatzoner som numreras med romerska siffror. Den nordligaste klimatzonen benämns I, den mellersta II och följaktligen den södra III. Se BBR avsnitt 9:12 för den exakta indelningen.

De krav på specifik energianvändning som ställs i BBR tillåter högre energianvändning ju längre norrut i landet man kommer. Tre klimatzoner har bedömts vara tillräckligt för att anpassa kravnivåerna till de olika klimatförhållandena.

## Värmepump

I de fall man har installerat en värmepump i en byggnad är det den el som tillförs värmepumpen inklusive spetslast som ska räknas med i byggnadens specifika energianvändning. Med spetslast avses den extra belastning med kort varaktighet som uppstår när det är som kallast utomhus.

Är värmepumpen placerad i annan närbelägen byggnad, t.ex. i ett förråd, garage, grannhus eller dylikt, är det fortfarande den el som tillförs värmepumpen som ska medräknas. Detta under förutsättning att byggnaderna finns på samma fastighet eller har samma ägare.

Är värmepumpen däremot placerad i ett värmeverk eller undercentral (fjärrvärme) som inte ligger på samma fastighet som den värmeförsörjda byggnaden eller inte har samma ägare, är det den levererade värmen till byggnaden som ska medräknas.

## Värmeåtervinning

BBR har inget generellt uttalat krav på värmeåtervinning. Där- emot ställs krav på byggnadens specifika energianvändning och vid elvärme även effektkrav. Kravet på specifik energi- användning är satt så pass lågt att detta ofta leder till att man väljer någon slags värmeåtervinning för att klara sig under den godtagbara gränsen. Detta betyder många gånger att man väljer att installera ventilationsvärmexlare, frånluftvärmepump

eller annan värmepump. I praktiken kan man se det som att det finns ett indirekt krav. Vilken teknisk lösning man väljer beror till en del på var i landet huset ska byggas. Det följer av klimatförhållandena att det kan finnas fler alternativa lösningar för att uppfylla kraven i södra Sverige eftersom fler typer av värmepumpar kan vara lämpliga där. Självfallet är det tillåtet att bygga ett hus utan någon form av värmeåtervinning eller värmepump, om man kan visa att man uppfyller energikravet, men det kräver ett välisolerat och mycket tätt klimatskal.

När man använder ventilationsvärmväxlare är det viktigt att man gör sin effekt- och energiberäkning med utgångspunkt från realistiska data. Den verkningsgrad som anges för värmväxlaren kan vara svår att uppnå i praktiken. Detta kan exempelvis bero på kanalförluster, nedsmutsning eller läckage i växlaren eller avfrostning. Samma överväganden om verkningsgrad m.m. bör man göra när man använder någon form av värmepump.

I BBR:s avsnitt 9:4, som är ett alternativt krav på byggnadens energianvändning, finns ett krav på värmeåtervinning eller värmepump. Det gäller om byggnadens  $A_{temp}$  överstiger  $60 \text{ m}^2$ . Om man väljer att följa avsnitt 9:4 finns det således ett värmeåtervinningskrav för byggnader mellan  $60$  och  $100 \text{ m}^2$ .

## Energiberäkning

Energibehovet för en byggnad enligt BBR:s krav får man således om man summerar den tillförda energi (oftast benämnd köpt energi) som behövs för att tillgodose behovet för uppvärmning, komfortkyla, varmvatten och fastighetsenergi. Behovet av energi för uppvärmning varierar som bekant beroende på om huset finns i södra eller norra Sverige. När man ska beräkna energibehovet måste man därför känna till de temperaturförutsättningar som gäller för orten. Dessa kan man hitta i VVS-handböcker, hos SMHI eller i annan statistik.

I energiberäkningen får man också ta hänsyn till alla de energitekniska egenskaper byggnaden har som påverkar byggnadens energianvändning. Det kan t.ex. vara byggnadens

värmetröghet och möjligheter att utnyttja interna effekttillskott från personvärme, hushållsmaskiner, solinstrålning m.m. som minskar behovet av levererad energi (köpt energi). Vid beräkning av byggnadens energianvändning får storleken på dessa plus- och minusposter värderas.

### **Beräkningsmetoder**

I handberäkningsmetoder är det vanligt att man använder graddagar eller gradtimmar för orten, när man ska göra en energi-beräkning. För sådana enklare beräkningar kan detta vara tillfylllest men det kan vara av värde att känna till att de graddagar som SMHI levererar, utgår generellt från att balanstemperaturen är +17 °C i alla hus. I nya hus är balanstemperaturen vanligen lägre. Detta kan göra att antalet gradtimmar enligt SMHI blir något högre jämfört med en exaktare beräkningsmetod. Eftersom en beräkning med graddagsuppgifter från SMHI förmodligen överskattar energibehovet har man en viss säkerhetsmarginal, vilket får anses positivt ur energihushållningssynpunkt. I de beräkningsfall där man hamnar väldigt nära gränsen för tillåten specifik energianvändning kan det vara en fördel att öka precisionen i beräkningen av graddagar om man vill visa och säkerställa att man ändå klarar BBR:s krav. Man bör dock oavsett beräkningsmetod tillämpa en säkerhetsmarginal vilket framgår av allmänt råd i BBR avsnitt 9:2 och 9:3.

Normalt använder man dator för att beräkna energianvändningen. Det finns ett flertal både enklare och mer komplicerade program för detta. Ofta är det byggnadens komplexitet som får avgöra vilket eller vilka program som är lämpligast att använda. För att precisionen ska bli bättre i en datorberäkning än i en handberäkning krävs att man gör betydligt fler beräkningar med bättre tidsupplösning. Beräkningen ska helst ha en tidsupplösning på en timma.

Det finns standarder som kan användas för att fastställa energianvändningen i byggnader, t.ex. SS-EN ISO 13790:2008. Standarden beskriver tre olika beräkningsmetoder med olika tidsupplösning. Val av beräkningsmetod beror på vilka speciella förhållanden man önskar ta särskild hänsyn till, t.ex. termisk tröghet, solinstrålning etc.

### *Redovisning av beräkning*

Det är byggherren som väljer på vilket sätt och hur noggrann energiberäkning som behövs för den aktuella byggnaden. Noggrannheten måste vara så god att den verkliga energianvändningen, som mäts när byggnaden senare är i drift, uppfyller kraven i BBR.

När man gör sin energiberäkning är det några saker som man bör notera för att det i efterhand ska kunna kontrolleras om beräkningen är tillfyllest. Exempel på sådana uppgifter är:

- Vem som har gjort beräkningen
- Vilken version av BBR som följts
- Namn och version på de datorprogram som använts för beräkning
- U-värdesberäkning
- Tydlig sammanställning och redovisning av indata och beräkningsresultat
- Tydlig redovisning att man uppfyller energikraven i BBR
- Vilken säkerhetsmarginal och eventuella känslighetsanalyser som beaktats

### **Säkerhetsmarginal**

En beräkning av byggnadens energianvändning syftar till att förutbestämma den verkliga energianvändningen och teoretiskt kontrollera att resultatet inte överskrider maximalt tillåtet värde. Detta innebär att beräknade värden i praktiken måste ha en säkerhetsmarginal som kan fånga upp skillnaden mellan teoretiskt beräknad energianvändning och verkligt utfall.

I BBR anges inget mått på säkerhetsmarginalens storlek eftersom den beror på val av beräkningsmetod, kvalitet på indata m.m. Det är upp till den som gör beräkningen att avgöra säkerhetsmarginalernas storlek så att beräkningsresultatet inte underskattar byggnadens verkliga energianvändning. Detta för att säkerställa att den verkliga energianvändningen inte överskrider föreskriftens krav.

Säkerhetsmarginalen som behövs är också beroende på vilken noggrannhet som byggnadsarbetet (isolering, tätning, injustering m.m.) utförs med. Bättre kontroll på utförandekvaliteten kan möjliggöra en mindre säkerhetsmarginal.





## 3 Effekt

### Effektkrav

BBR innehåller regler som begränsar installerad eleffekt för uppvärmning för elvärmade byggnader. Om man har annat uppvärmningssätt än el finns ingen sådan effektbegränsning. Effekt har enheten Watt (W) och effektgränsen i klimatzon III (södra Sverige) har satts till 4,5 kW för ett elvärt småhus som är högst 130 m<sup>2</sup>. För större byggnader får man lägga till ytterligare effekt för varje m<sup>2</sup>  $A_{temp}$ . De exakta värdena för respektive klimatzon framgår av tabell 9:2b och 9:3b i BBR.

Effektkravet gäller således bara elvärmade byggnader. Men även byggnad med värmepump betraktas normalt som elvärmad. Gränsen för elvärmad byggnad går vid 10 W/m<sup>2</sup>  $A_{temp}$ . Installeras högre eleffekt än så för uppvärmning, då är det en elvärmad byggnad. Man kan lämpligen börja sina beräkningar med att grovt uppskatta vilken eleffekt som behövs innan man fortsätter med övriga energiberäkningar. Anledningen är att energikraven är olika för elvärmade och icke elvärmade byggnader. Nivån för energikravet är 55 kWh/m<sup>2</sup> och år i klimatzon III om man har elvärme jämfört med 90 kWh/m<sup>2</sup> och år om man inte har elvärme. Detta gör att man i elvärmefallet numera måste klara både effektkravet och energikravet samt U-värdeskravet.

### Installerad eleffekt för uppvärmning

För nya byggnader med elvärme ställs krav på högst tillåten installerad eleffekt för uppvärmning. I avsnitt 9:12 definieras elvärme som ett uppvärmningssätt med elektrisk energi, där den installerade eleffekten för uppvärmning är större än 10 W/m<sup>2</sup> ( $A_{temp}$ ). Installerad eleffekt för uppvärmning definieras i sin tur som den sammanlagda eleffekt som maximalt kan

upptas av de elektriska apparater för uppvärmning som behövs för att upprätthålla avsett inomhusklimat, tappvarmvattenproduktion när byggnadens maximala effektbehov föreligger.

Med installerad eleffekt för uppvärmning avses alltså den eleffekt som behövs för själva uppvärmningsanordningen inklusive den effekt som behövs för uppvärmning av ventilationsluft. Dessutom ingår eventuell effekt för förvärmning, eftervärmning eller avfrostning i ventilationssystem. Däremot ingår inte eleffekt för kringutrustning, t.ex. för interna distributionssystem såsom fläktar och pumpar. Observera dock att energin för sådan kringutrustning ska medräknas i byggnadens energianvändning.

### *Värmepump*

När uppvärmningsanordningen är en värmepump medräknas den eleffekt och energi och som används för att driva värmepumpen. Dessutom ingår den eleffekt och energi som behövs för att förse värmepumpen med energi från sin externa källa. Exempel på detta är cirkulationspump för värmebärare (s.k. brine) vid bergvärme eller fläkt för uteluftsvärmepump. I det fall värmepumpen innehåller fläkt som även används för att ventileras byggnaden (exempelvis frånluftsvärmepump) är fläktens eleffektbehov vanligen så lågt att detta kan inkluderas i värmepumpens eleffektbehov med tillräcklig bibehållen precision i effektberäkningen.

## Klimatzoner

Som tidigare nämnts under avsnittet *Energi* finns tre klimatzoner som numreras med romerska siffror. Den nordligaste klimatzonen benämns I, den mellersta II och följaktligen den södra III. Se BBR avsnitt 9:12 för den exakta indelningen.

Effektkraven för elvärmade byggnader tillåter högre effekt ju längre norrut i landet byggnaden finns. Effektkraven för respektive klimatzon framgår av BBR tabell 9:2b och 9:3b.

## DVUT – dimensionerande vinterutetemperatur

När man beräknar husets effektbehov måste man känna till den lägsta utetemperatur som normalt inträffar under ett år. I detta sammanhang avses inte den absolut lägsta temperaturen utan medeltemperaturen under minst ett dygn. Vad som är normalt varierar från ort till ort och det beror också på vilken tidsperiod som används för beräkningen. SMHI gör kontinuerligt sådana mätningar på ett stort antal orter i landet. Med utgångspunkt i dessa mätdata över en längre tidsperiod har SMHI beräknat den dimensionerande vinterutetemperaturen, DVUT, för ett antal orter, i enlighet med standarden SS-EN ISO 15927-5. SMHI:s beräkning enligt denna standard utgår från att redovisade temperaturer underskrids högst 30 gånger på 30 år.

I tabellen nedan redovisas sådana dimensionerande vinterutetemperaturer. För varje ort finns flera värden att välja bland. Man väljer det värde som passar bäst med byggnadens tidskonstant. Tidskonstanten är ett värde som vanligen beräknas i timmar eller dygn och beror enkelt uttryckt på hur tung byggnad man har och hur stort effektbehovet är. För ett normalt träregelhus ligger tidskonstanten vanligen mellan 1 och 2 dygn. Tyngre byggnader kan ha tidskonstanten 4 dygn eller i vissa fall mer. För en byggnad som har tidskonstanten 1 dygn väljer man ett DVUT-värde som finns i första kolumnen i tabellen som har rubriken 1-dygn. På varje rad finns namnet på SMHI:s mätstation angivet. Det gäller att välja värdet för den ort som är mest representativ för den plats där det nya huset ska byggas.

**Tabell 1 Dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT (°C)**

Ort	1-dygn	2-dygn	3-dygn	4-dygn
Kiruna Flygplats	-30,3	-29,4	-28,6	-28,0
Jokkmokk	-34,8	-34,0	-33,2	-32,0
Luleå	-27,7	-26,9	-26,1	-25,6
Lycksele	-30,9	-29,5	-28,8	-28,0
Umeå Flygplats	-24,5	-23,2	-22,6	-21,9
Östersund/Frösön	-25,3	-24,4	-23,8	-23,0
Sundsvalls Flygplats	-24,4	-24,2	-23,5	-22,4
Sveg	-29,3	-27,9	-27,1	-26,0
Malung	-26,9	-25,1	-23,9	-23,6
Falun	-23,0	-21,9	-21,3	-20,6
Uppsala	-18,9	-18,3	-17,5	-16,6
Stockholm-Bromma	-17,1	-16,5	-16,0	-15,0
Södertälje	-16,2	-15,4	-14,8	-14,4
Örebro	-19,0	-18,1	-17,3	-16,5
Karlstad	-19,1	-17,9	-17,3	-16,9
Norrköping	-16,6	-16,0	-14,8	-14,4
Linköping/Malmslätt	-17,6	-16,5	-15,9	-14,6
Sätenäs	-15,5	-14,6	-13,8	-13,1
Säve	-14,6	-14,0	-13,1	-12,9
Jönköpings Flygplats	-17,5	-16,6	-15,9	-15,3
Visby	-10,5	-9,9	-9,7	-9,3
Västervik/Gladhammar	-15,1	-14,2	-13,3	-12,9
Växjö	-14,4	-13,3	-12,9	-12,7
Kalmar	-13,3	-12,8	-12,1	-12,0
Ronneby/Bredåkra	-12,7	-11,8	-11,3	-11,3
Lund	-11,6	-10,6	-10,1	-10,0

Dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT, för tidskonstanter för 1–4 dygn ("n-day mean air temperature"), beräknat av SMHI enligt SS-EN ISO 15927-5 för perioden 1978/79–2007/08 för de orter i landet för vilka mätdata finns tillgängligt.

I bilaga 1 redovisas tabellvärden för dimensionerande vinterutetemperaturer för tidskonstant från 5 till 12 dygn.

### Byggnadens tidskonstant

Byggnadens tidskonstant,  $\tau$ , mäts i timmar (h). Den beskriver hur pass väl byggnaden kan klara en kortvarig svacka i utetemperaturen utan att det märks för mycket på inomhustemperaturen. En tung och värmetrög byggnad har normalt högre tidskonstant. Vid beräkning av tidskonstanten utgår man från en temperaturskillnad på 1 °C mellan inomhus- och utomhustemperaturen. Tidskonstanten kan beräknas genom att summa den värmeenergi som kan lagras i byggnadsmaterialet i tak, väggar och golv som är uppvärmda av den varma ineluften. Detta värde dividerar man med husets effektbehov. Energiinnehållet och effektbehovet beräknas därvid, som nämnts ovan, för 1 °C. Svaret får man i enheten timmar. Genom att dividera detta med 24 får man värdet uttryckt i dygn. Det är detta värde som ska användas för att hitta rätt kolumn i tabellen enligt ovan. Det är inte alltid beräkningen slutar med ett jämnt antal dygn. Då kan man välja den lägre temperaturen eller interpolera rätlinjigt mellan tabellvärdena.

Byggnadens tidskonstant,  $\tau$ , beräknas enligt

$$\tau = \frac{\Sigma c \cdot m}{\Sigma U \cdot A + Q_{\text{vent}}} \cdot \frac{1}{3\,600}$$

Där

- $\Sigma c \cdot m$  är summan av omslutande byggnadsdelars värmekapacitet (J/ °C),
- $C$  är värmekapacitivitet (J/(kg°C)),
- $m$  är massa (kg),
- $\Sigma U \cdot A$  är summan av transmissionsförlusterna inkl. köldbryggor (W/ °C),
- $U$  är värmegenomgångskoefficient (W/m<sup>2</sup>°C),
- $A$  är area (m<sup>2</sup>) och
- $Q_{\text{vent}}$  är värmeeffektörluster pga. ventilation och luftläckning (W/ °C).

Vid beräkning av byggnadens tidskonstant ( $\tau$ ) ska endast byggnadens massa innanför isoleringen tas med, normalt högst 100 mm mätt från den varma insidan av väggen, golvet eller taket. Beräkning av byggnadens tidskonstant beskrivs också i SS-EN ISO 13790:2008.

### Beräkningsexempel, tidskonstant för småhus av trä

Huset är 1½-plans på 120 m<sup>2</sup>. Den omslutande arean är 255 m<sup>2</sup>. Invändigt är väggarna klädda med gipsskiva och grundläggningen består av en betongplatta med underliggande isolering.

**Tabell 2 Värmekapacitet**

Material	Tjocklek, d (m)	Densitet, Q (kg/m <sup>3</sup> )	Area, A (m <sup>2</sup> )	Värmekapacitet, c (J/kg,K)	Summa värmekapacitet, c m (J/K)
Gips yttervägg	0,013	900	116	1 100	1 492 920
Gips innerväggar + mellanbjälklag	0,013	900	280	1 100	3 603 600
Gips vindsbjälklag	0,013	900	52	1 100	669 240
Betongplatta	0,1	2 300	68,0	800	12 512 000
					Σ 18 277 760

**Tabell 3 Effektbehov transmission**

Byggdelen	Area, A (m <sup>2</sup> )	U-värde, (W/m <sup>2</sup> K)	Effektbehov transmission, U • A (W/K)
Yttervägg	116	0,12	13,9
Vindsbjälklag	52	0,12	6,2
Fönster	17	1,2	20,4
Dörr	2,0	1,5	3,0
Golv	68,0	0,18	12,2
Köldbryggor			12,0
			Σ 68,0

Effektbehovet för transmission beräknas enligt  $P=A \cdot U_m \cdot \Delta t$ , där  $A$  är den omslutande arean,  $U_m$  är byggnadens genomsnittliga  $U$ -värde och  $\Delta t$  är temperaturskillnaden mellan inomhusluften och utomhusluften vid DVUT. Resultatet i detta exempel är 68 W/K. Effektbehovet för normal ventilation och infiltration i huset uppgår till 58 W/K. Tillsammans med effektbehovet för transmission (inkl. köldbryggor) blir det totala effektbehovet 126 W/K. Genom att dividera värmekapaciteten med det totala effektbehovet blir då:

Tidskonstanten ( $\tau$ ) =  $18\,277\,760 / (3\,600 \cdot 126) = 40$  timmar (1,7 dygn)

Effektbehovet för ventilationen skulle möjligen kunna anses vara lägre om man har en ventilationsvärmväxlare som återvinner en del effekt ur frånluften. Återvinningsgraden är temperatur- och flödesberoende och ett problem är igenfrysning vid låga temperaturer. Man bör därför undersöka om ventilationsvärmväxlaren behöver ytterligare effekt för drift och avfrostning samt vilken verklig återvinningsgrad den ger vid DVUT. En beräkning av byggnadens tidskonstant som ger en rimlig säkerhet kan därför lämpligen utgå från hela effektbehovet för transmission, ventilation och infiltration.

## Värmepump

I de fall man har en värmepump ska eleffekten till denna räknas in i den installerade effekten. Det kan således vara en stor fördel att ha en värmepump som fungerar när det är som kallast ute. Även om den bara har värmefaktorn 2 vid denna temperatur får man dubbelt så mycket värme in i huset jämfört med den energi man måste driva värmepumpen med. Vanligen brukar bergvärmepumpar och ytjordvärmepumpar klara dessa låga temperaturer (DVUT). Även frånluftvärmepumpar och ventilationsvärmväxlare kan klara denna besvärliga driftsituation, men de är ofta relativt små i förhållande till husets effekt- och energibehov och det kan därför bli ett gränsfall om de är tillräckliga utan komplement. En noggrann beräkning kan visa detta.

När det gäller uteluftvärmepumpar kan man konstatera att den kalla luften vid DVUT inte är särskilt gynnsam. Värst är det i norra Sverige och mer gynnsamt är det i södra Sverige för denna typ av värmepump. I Lund kan man räkna med  $-11,6\text{ °C}$  som kallast. Det gäller då att värmepumpen verkligen kan ge något effekttillskott vid denna temperatur. Efterhand som man flyttar sig längre norrut i landet blir DVUT lägre och det blir allt svårare att klara effektbehovet med en uteluftvärmepump.

De flesta värmepumpar har möjlighet att koppla in tillskottseffekt. Det klaras oftast med hjälp av en elpatron. Hittills har en sådan elpatron ofta haft en effekt på 9 kW i vanliga värmepumpar, vilket vida överstiger den effektgräns som nu gäller enligt BBR för ett elvärt småhus. Det är den installerade effekten som ska begränsas enligt BBR. Det betyder att om värmepumpen behöver tillskottseffekt vid låga utomhustemperaturer så ska både värmepumpens och elpatronens effektbehov adderas och jämföras med effektkravet. Detta effektkrav för elvärmade byggnader är ett kraftfullt och relativt enkelt verifierbart krav som sannolikt blir mer styrande än energikravet i BBR. Kravet förväntas ge incitament både för att förbättra klimatskalets kvalitéer ytterligare och att utveckla värmepumpslösningar som ger ett lägre eleffektbehov vid DVUT.

Fördelen med effektkravet utöver att man minskar effektuttaget från elnätet när det är som mest belastat, är att husägaren själv lätt kan konstatera om uppvärmningsanordningen klarar att hålla avsedd inomhustemperatur i huset, vid DVUT.

### **Framledningstemperatur**

När man väljer värmepump måste man även ta hänsyn till den temperatur som radiatorerna behöver för att kunna avge tillräcklig effekt till inomhusluften. Har man för få eller för små radiatorer behöver framledningstemperaturen vara högre. Om den blir högre än  $55\text{ °C}$  kan det bli svårt även för bergvärmepumpar att klara detta. En enkel lösning är då att koppla in en elpatron som värmer ytterligare, men då gäller det att se upp så att effektkravet i BBR inte överskrids. En alternativ åtgärd är att man redan från början ser till att man får många och stora radiatorer i huset. Då kan man värma huset med lägre radiatortemperaturer och får en returtemperatur som är så låg att värmepumpen kan tillföra värme till värmesystemet.



## Värmeåtervinning

BBR har inget generellt uttalat krav på värmeåtervinning. Där- emot ställs krav på byggnadens specifika energianvändning och vid elvärme även effektkrav. Kravet på specifik energi- användning är satt så pass lågt att detta ofta leder till att man väljer någon slags värmeåtervinning för att klara sig under den godtagbara gränsen. Detta betyder många gånger att man väljer att installera ventilationsvärmexlare, frånluftvärmepump eller annan värmepump. I praktiken kan man se det som att det finns ett indirekt krav. Vilken teknisk lösning man väljer beror till en del på var i landet huset ska byggas. Det följer ju av klimatförhållandena att det kan finnas fler alternativa lösningar för att uppfylla kraven i södra Sverige. Självfallet är det tillåtet att bygga ett hus utan någon form av värmeåtervinning eller värmepump, om man kan visa att man uppfyller energikravet, men det kräver ett välisolerat och mycket tätt klimatskal.

När man använder ventilationsvärmexlare är det viktigt att man gör sin effekt- energiberäkning med utgångspunkt från realistiska data. Den verkningsgrad som anges för värme- växlaren kan vara svår att uppnå i praktiken. Detta kan bero på kanalförluster, nedsmutsning eller läckage i växlaren, avfrost- ning och el till fläktar. Samma överväganden om verknings- grad m.m. bör man göra när man använder någon form av värmepump.

## Effektberäkning

### Verkligt effektbehov

När man nu via tabell 1 kommit fram till vilken DVUT som är aktuell för byggnaden kan man även beräkna byggnadens verk- liga effektbehov vid denna temperatur.

Effektbehovet för transmission beräknas då enligt  $P=A \cdot U_m \cdot \Delta t$ , där  $A$  är den omslutande arean,  $U_m$  är byggnadens genomsnittliga  $U$ -värde och  $\Delta t$  är temperaturskillnaden mellan inomhusluften och utomhusluften vid DVUT.

För ventilation och infiltration kan motsvarande effektbehov beräknas enligt  $P = c \cdot p \cdot q \cdot \Delta t$ , där  $c$  är luftens specifika värme,  $p$  är luftens densitet,  $q$  är luftflödet och  $\Delta t$  är temperaturskillnaden mellan inomhusluften och utomhusluften vid DVUT.

Det är effektbehovet för att upprätthålla avsett inomhusklimat samt tappvarmvatten som ska summeras i effektberäkningen. För att bestämma  $\Delta t$  måste man också bestämma en inomhustemperatur att räkna med.

### *Inomhustemperatur*

Enligt BBR avsnitt 6:42, ska byggnader utformas så att termisk komfort kan erhållas vid normala driftsförhållanden. I allmänt råd i samma avsnitt anges de riktade operativa temperaturer och yttemperaturer som bör uppnås för att föreskriftens krav ska vara uppfyllda. Vid beräkning av dessa temperaturer kan erforderlig inomhuslufttemperatur fastställas. Denna kan sedan ligga till grund för effekt- och energiberäkningar för byggnaden.

Riktad operativ temperatur kan beskrivas som medelvärdet av luftens temperatur och omgivande ytors strålningstemperatur (tak, golv, väggar, fönster, radiatorer m.m.) i en punkt i rummet. Den riktade operativa temperaturen återspeglar hur människan upplever det termiska klimatet inomhus. Den riktade medelstrålningstemperaturen i en punkt i rummet beror bl.a. på strålningsytornas storlek och temperatur. Störst påverkan på den riktade operativa temperaturen fås från byggnadsdelar mot det fria t.ex. fönster och dörrar, samt från radiatorer. Detta medför t.ex. att vid stora fönsterareor måste kallstrålningen från fönster kompenseras med förhöjd lufttemperatur för att få tillräcklig termisk komfort. Denna högre inomhustemperatur måste man ta hänsyn till vid effekt- och energiberäkningar.

Vilken inomhustemperatur dessa krav på riktade operativa temperatur och yttemperatur leder fram till får beräknas i varje enskilt fall. Inomhustemperaturen som erhålls beror på ett flertal faktorer hos byggnaden såsom värmeisoleringsförmåga hos olika byggnadsdelar, fönsterstorlekar, uppvärmningssystem, ventilationssystem m.m.

I rådstext i BBR 9:2 som gäller för bostäder finns dock möjligheten att använda 22 °C som alternativ vid sådan effekt- eller energiberäkning om innetemperaturen är okänd vid projekteringen.

#### *Tappvarmvatten*

Effektbehovet för tappvarmvatten är minst 0,5 kW per lägenhet enligt definitionen av Installerad eleffekt för uppvärmning i BBR avsnitt 9:12. Detta motsvarar den normala tappvarmvattenproduktionen fördelat över ett helt dygn.



## 4 Värmeisolering, transmissionsförluster och $U_m$

### Krav på värmeisolering i BBR

Vid projektering av byggnader måste man genom beräkningar kontrollera att kravet på värmeisolering av byggnadens klimatskärm i BBR avsnitt 9 Energihushållning, uppfylls. Krav ställs på högst godtagbar genomsnittlig värmegenomgångskoefficient som benämns  $U_m$  och har enheten  $W/m^2K$ . Det finns tabeller i BBR som talar om vilka värden som är tillåtna. Dessa beror på om byggnaden är en bostad eller lokal. Tabellerna för bostad heter 9:2a och 9:2b och för lokal 9:3a respektive 9:3b.

Värdet på  $U_m$  beräknas och kontrolleras med hjälp av standarden SS-EN ISO 13789:2007 och SS 02 42 30 (2). Dessa standarder hänvisar i sin tur till andra standarder. Ytterligare standarder för beräkning av värmeisolering och transmissionsförluster redovisas i avsnitt 7 i denna handbok.

### **Beräkning av genomsnittlig värmegenomgångskoefficient, $U_m$**

BBR:s krav på värmeisolering ( $U_m$ -värdeskrav) beskriver hur mycket värme som maximalt får passera ut genom klimatskärmen. Detta kan sedan översättas till hur mycket huset behöver värmeisoleras. Det är det genomsnittliga U-värdet för tak, väggar, golv, mark, fönster, dörrar och köldbryggor som ska vägas samman. Det betyder att man får räkna ut U-värdet för varje enskild byggnadsdel för sig och sedan räkna ut medelvärdet för alla delar tillsammans. För fönster och dörrar är det vanligt att leverantören bestämt U-värdet genom provning. Detta värde brukar anges på produktbladet. Det finns också produktblad från olika isolermaterialtillverkare som redovisar värmekonduktiviteten (vilket anges som lambdavärde och

betecknas med den grekiska bokstaven  $\lambda$ ) för isolermaterial och olika konstruktioners U-värde, t.ex. för en vägg- eller takkonstruktion. Detta underlättar beräkningen för just dessa delar.

För att få ett rättvisande U-värde ska man ta hänsyn till de köldbryggor som finns i klimatskärmen. Köldbryggor såsom träreglar och balkar, metallreglar samt stift och kramlor m.m. medräknas normalt i U-värdet för respektive byggnadsdel (tak, väggar, golv, fönster, dörrar). Utöver dessa köldbryggor tillkommer linjära och punktformiga köldbryggor som uppstår beroende på hur de olika byggnadsdelarna (tak, väggar, golv, fönster, dörrar) ansluts mot varandra.

Den vanligaste linjära köldbryggan, (linjära köldbryggor betecknas med den grekiska bokstaven  $\Psi$  som uttalas ”psi” och har enheten W/mK) brukar vara kantbalken av betong som bär upp ytterväggen. Men även mellanbjälklagens och takets anslutning i yttervägg utgör vanligen en betydande linjär köldbrygga. Beroende på hur fönster och dörrar innefattas i klimatskärmen uppkommer en köldbrygga också mellan karmen och väggen. Anledningen till detta kan vara dels ytterligare regler, dels det tredimensionella värmeflöde som man får i fönster-nischen.

Utöver linjära köldbryggor ska man även ta hänsyn till de punktformiga köldbryggor (punktformiga köldbryggor betecknas med den grekiska bokstaven  $\chi$  som uttalas ”chi” och har enheten W/K) som kan förekomma. Dessa kan utgöras av hörn i takvinklar, genomföringar eller infästningar genom yttervägg eller andra delar av klimatskalet.

Mer om detta finns att läsa i avsnittet om köldbryggor längre fram i denna handbok.

$U_m$  beräknas enligt formeln:

$$U_m = \frac{(\sum_{i=1}^n U_i A_i + \sum_{k=1}^m l_k \Psi_k + \sum_{j=1}^p \chi_j)}{A_{om}}$$

Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient,  $U_m$ , för byggnadsdelar och köldbryggor (W/m<sup>2</sup>K).

En  $U_m$ -värdesberäkning måste således göras för alla nya byggnader för att i förväg visa att kraven uppfylls. Vid beräkning av  $U_m$ -värden kan med fördel datorprogram eller andra hjälpmedel användas. Detta  $U_m$ -värde används sedan i den energiberäkning som normalt görs. Det ska poängteras att kravnivån på byggnadens värmeisolering inte alltid är tillräcklig för att ensam uppfylla energikravet i BBR. Kravet sätter nivån för den lägst godtagbara värmeisolering som kan accepteras för en byggnads klimatskärm. Beroende på övriga tekniska lösningar som väljs för byggnadens energihushållning (värmeåtervinning, klimatskärmens täthet m.m.) kan värmeisoleringen behöva ökas.

#### *Mindre byggnad*

Om man bygger ett mindre hus som är högst 100 m<sup>2</sup> kan man som alternativ välja att följa kraven i BBR avsnitt 9:4 i stället för kraven i avsnitt 9:2 resp. 9:3. Då slipper man att göra en beräkning av U-medelvärde och energiberäkning. Däremot måste man redovisa U-värdet för respektive byggnadsdel vilket i sig vanligen kräver beräkningar. I BBR avsnitt 9:4 finns U-värdeskraven redovisade för respektive byggnadsdel. Noterbart är att BBR avsnitt 9:4 även har preciserade krav på byggnadens täthet och värmeåtervinning.

## Termiska egenskaper – beräkningsvärden

### **Isolermaterial och isolerprodukter**

För att kunna beräkna värmeisoleringen för en byggnad måste de termiska egenskaperna för material och produkter vara definierade och kända.

Vid beräkning av transmissionsförluster genom klimatskärmen är den viktigaste egenskapen värmekonduktiviteten ( $\lambda$ ) och särskilt gäller detta de material och produkter som primärt svarar för isolerfunktionen.

Alla produkter och material som ingår i klimatskärmen bidrar i varierande grad till dess värmeisolerande förmåga. Beroende på huvudfunktionen hos olika produkter och material görs i detta sammanhang åtskillnad mellan isolermaterial och övriga byggmaterial.

För isolermaterial och isolerprodukter som följer europa-standarder, där isolerförmågan särskilt behandlas, gäller särskilda kontrollförfaranden för värmekonduktiviteten. Tillverkarna av sådana produkter uppger ett värde på värmekonduktiviteten som de ansvarar för att produkten inte överskrider. Detta värde kallas oftast ”deklarerat värde”.

I de flesta fallen kan den av tillverkaren deklarerade värmekonduktiviteten användas som ingångsvärde i beräkningar av klimatskärmens isolerande förmåga. Vid speciella fukt- och temperaturförhållanden ska den deklarerade värmekonduktiviteten korrigeras med hänsyn till dessa förhållanden. Förfarande för hur detta kan göras finns i:

- SS-EN ISO 10456:2007 – Byggmaterial och produkter – Fukt- och värmetekniska egenskaper – Tabeller med beräkningsvärden och metoder för bestämning av termiska egenskaper för deklarerat resp. beräkning.

Den vanligaste orsaken till att värdet för värmekonduktiviteten måste korrigeras är fuktinverkan beroende på att produkten används i en sådan omgivning att fuktinnehållet ändras. Med kännedom om aktuell fukthalt i den givna användningen kan ett beräkningsvärde för värmekonduktiviteten fastställas enligt ett förfarande som beskrivs i ovan angivna standard.

### **Fönster och dörrar**

Fönster utgör en ur energihushållningssynpunkt viktig del av klimatskärmen. För att kunna bestämma deras betydelse för värmeförlusterna måste värmegenomgångskoefficienterna ( $U_i$ ) för olika fönsterkonstruktioner mätas eller beräknas. För att fastställa fönsters U-värde finns europastandarder för såväl mätning som beräkning.

- SS-EN 14351-1:2006+A1:2010 Fönster och dörrar – Produktstandard, funktionsegenskaper – Del 1: Fönster och ytterdörrar utan egenskaper för brandmotstånd och/eller rökgasläckage.



Bilaga ZA i denna standard pekar ut de harmoniserade delarna i standarden, bl.a. avsnitt 4.12 om bestämning av fönsters U-värde. Enligt standarden finns det tre olika sätt att bestämma ett fönsters U-värde:

1. Enligt tabellvärden som finns i standarden SS-EN ISO 10077-1:2006 tabell F.1 eller F.3 i bilaga. Det deklarerade U-värdet gäller alla fönsterstorlekar med samma utförande.
2. Genom beräkning med utgångspunkt från en angiven teststorlek på fönstret enligt standarderna SS-EN ISO 10077-1:2006 och EN ISO 10077-2. Det deklarerade U-värdet gäller för flera storlekar av ett fönster med samma utförande.
3. Genom provning (hot box) med utgångspunkt från en angiven teststorlek på fönstret enligt standarderna SS-EN ISO 12567-1:2010 och EN ISO 12567-2:2005. Det deklarerade U-värdet gäller för flera storlekar av ett fönster med samma utförande.

För metod 2 och 3 anger standarden (SS-EN 14351-1:2006 + A1:2010) att om det behövs en detaljerad beräkning av en byggnads värmeförluster så ska tillverkaren kunna tillhandahålla exakta och relevanta beräknade eller provade U-värden för de fönsterstorlekar som efterfrågas (Annex E, tabell E.1 - 4.12).

Alla ovanstående tre metoder är acceptabla enligt Boverkets byggregler, BBR, eftersom det är harmoniserade metoder för att bestämma ett fönsters U-värde enligt EU-lagstiftning för byggprodukter.

Ett fönsters U-värde ska deklarerars av tillverkaren/leverantören i enlighet med aktuell produktstandard. Arealförhållandet mellan glasdelen och karm/båge varierar starkt med fönsterstorleken och detta påverkar det sammanvägda U-värdet. Vid beräkning av en byggnads energianvändning bör man därför uppmärksamma hur U-värdet för ett fönster har bestämts. Den faktiska värmetransmissionen kan för vissa fönsterstorlekar vara något högre än det deklarerade U-värdet. I dessa fall kan

det vara lämpligt att kompensera med lämplig säkerhetsmarginal i energiberäkningen eller be tillverkaren om U-värden för de aktuella fönsterstorlekarna.

Beroende på fönstrets infästning i klimatskärmen uppkommer också en linjär köldbrygga ( $\Psi$ ), mellan karmen och väggen.

### **Övriga byggnadsmaterial och produkter**

Även byggnadsmaterial och produkter som inte primärt bidrar till klimatskärmens värmeisolering får beaktas vid termiska beräkningar. Vanligtvis lämnar dock tillverkare och leverantörer ingen information om de termiska egenskaperna utan sådana uppgifter måste sökas på annat håll.

Uppgifter om termiska egenskaper och fukttegenskaper för byggnadsmaterial och vissa andra material som kan ingå i de termiska beräkningarna finns i:

- SS-EN ISO 10456:2007 – Byggnadsmaterial och produkter – Fukt- och värmetekniska egenskaper – Tabeller med beräkningsvärden och metoder för bestämning av termiska egenskaper för deklarerat resp. beräknat.

I denna standard ges i tabellform beräkningsvärden för värmekonduktiviteten för material vars primära egenskap är annan än värmeisoleringsförmåga.

## **Beräkning av U-värden**

### **Värmemotstånd och värmegenomgångskoefficient**

Beräkning av värmemotstånd ( $R$ ) och värmegenomgångskoefficient ( $U$ ) görs t.ex. med hjälp av:

- SS-EN ISO 6946:2007 – Byggnadskomponenter och byggnadsdelar – Värmemotstånd och värmegenomgångskoefficient – Beräkningsmetod.

Det finns handböcker i ämnet U-värdesberäkning att tillgå, t.ex. Svensk byggtjänsts *Byggvägledning 8*, Swedisols *Isolerguiden* m.fl.

Värmemotståndet hos en byggnadsdel eller en konstruktion kan förutom genom beräkning även fastställas genom mätning. För sådana mätningar används vanligen s.k. ”hot box”. För olika byggnadsdelar finns standardiserade provningsmetoder.

### Korrigerig av U-värden

I vissa fall behöver U-värdet korrigeras ( $U_c$ ). U-värdet korrigeras för påverkan av springor och spalter ( $\Delta U_g$ ), för köldbryggor i form av fästanordningar ( $\Delta U_f$ ) och omvända tak ( $\Delta U_t$ ). Hur denna beräkning av korrigerade U-värden utförs, beskrivs i SS-EN ISO 6946, bilaga D.

$$U_c = U + \Delta U$$

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_t$$

Korrigeringar för springor och spalter,  $\Delta U_g$   
 $\Delta U_g$  beräknas ur formeln

$$\Delta U_g = \Delta U'' (R_1/R_{T,h})^2$$

där

$R_1$  = Värmemotståndet för isoleringen i det skikt där springor och spalter kan förekomma

$R_{T,h}$  = Konstruktionens totala värmemotstånd beräknat enligt standarden

Basvärden för  $\Delta U''$  återfinns i SS-EN ISO 6946 bilaga D2 med exempel för olika konstruktioner. I nedanstående tabell 4 redovisas  $\Delta U''$ -värden för i Sverige vanliga konstruktioner.

**Tabell 4** Korrektionstermen,  $\Delta U''$  i  $W/(m^2 \cdot K)$  för korrigeringar för springor och spalter.

Byggnadsdel	$\Delta U''$ $W/(m^2 \cdot K)$
<i>Platta på mark med underliggande isolering i:</i>	
Ett skikt grada kanter	0*
Flera skikt grada eller ett skikt falsade kanter	0
<i>Krypgrund med isolering i:</i>	
Ett skikt mellan regler	0,01
Flera skikt varav ett heltäckande	0
<i>Källaryttvägg med utvändig isolering i:</i>	
Ett skikt grada kanter	0*
Flera skikt grada eller ett skikt falsade kanter	0
<i>Yttervägg av betong, lättbetong eller dylikt med utvändig isolering i:</i>	
Ett skikt grada kanter	0*
Flera skikt grada eller ett skikt falsade kanter	0
<i>Sandwichelement med isolering och ytskikt av:</i>	
Plåt, gips eller dylikt med försumbara tvärförbindningar	0
<i>Plåt, betong, lättbetong eller dylikt med armeringsstegar eller dylikt**</i>	
	0
<i>Yttervägg med isolering i:</i>	
Ett skikt mellan genomgående regler	0,01
<i>Flera skikt mellan korslagda regler eller ett heltäckande skikt</i>	
	0
<i>Yttervägg av tegel isolerad dubbel skalmur:</i>	
Yttervägg av tegel isolerad dubbel skalmur	0,0
<i>Vindsbjälklag med isolering i:</i>	
Ett skikt mellan underramar	0,01
Flera skikt varav ett heltäckande	0
Ett skikt lösfillnadsisolering upp över underramar	0
<i>Yttertak med utvändig isolering i:</i>	
Ett skikt grada kanter	0*
Flera skikt grada eller ett skikt falsade kanter	0

\* Om inte produktstandardens krav avseende produktens geometriska mått uppfylls gäller värdet 0,01.

\*\* Sandwichelement av plåt, betong, lättbetong eller dylikt med metallförbindningar, armeringsstegar, kramlor ska eller i likhet med konstruktioner med stålreglar, slitsade plåtreger eller dylikt, beräknas enligt SS-EN ISO 10211:2007.

*Korrigerigering för köldbryggor i form av fästanoordningar ( $\Delta U_f$ )*  
 Detaljerad beräkning redovisas i SS-EN ISO 6946 bilaga D3.

*Korrigerigering för omvända tak ( $\Delta U_r$ )*

I så kallade omvända tak (OT-tak och DUO-tak) befinner sig värmeisolermaterialet ovanför tätskiktet och värmeisoleringen påverkas av nederbörd och vind. Den införda korrektionstermen ( $\Delta U_r$ ) avser att kompensera för den försämring av isolerförmågan som inträffar på grund av strömmande vatten (regn- och smältvatten) som tränger in under isolerskiktet.

I den metod som anges i SS-EN ISO 6946 bilaga D4 för att beräkna detta påslag kan dygnsnederbörden ( $p$ ) under uppvärmningssäsongen ansättas som ett medelvärde för hela landet till  $p = 1,5$  mm/dygn. För områden med starkt avvikande årsnederbörd kan högre eller lägre värde användas. Nedträngningen av vatten under isolerskiktet beror bl.a. på vilken överbyggnad som används. För konstruktioner med falsade skivor av extruderad styrencellplast i ett eller två lager täckta med genomsläpplig fiberduk kan för faktorn ( $f \cdot x$ ) i formeln för  $\Delta U_r$  följande värden användas:

**Tabell 5 Faktorn ( $f \cdot x$ ) i formel för  $\Delta U_r$  i SS-EN ISO 6946 Annex D.4**

<i>Öppen överbyggnad:</i>	
Singel eller gångbanepplattor på klossar med skivor i ett eller två lager	0,04
<i>Tät överbyggnad:</i>	
Gångbanepplattor i sättgrus	0,02
Takterrass med matjord	0,02
Parkeringsdäck av betong	0,01

Vid utförande där minskad nedträngning av vatten kan påvisas kan lägre värde för ( $f \cdot x$ ) väljas.

### **Köldbryggor**

Med köldbryggor avses sådana delar av klimatskärmen där extra mycket värme läcker ut i förhållande till den i övrigt välisolerade byggnadsdelen. Värmeläckaget blir normalt flerdimensionellt, vilket ytterligare bidrar till ökade värmeförluster på grund av dessa köldbryggor.

Sådana köldbryggor i klimatskärmen kan bestå av genomföringar av material som leder värme bättre än den omgivande isoleringen.

Men det kan också vara ändrad tjocklek av klimatskärmen eller skillnad mellan invändiga och utvändiga areor som är fallet vid anslutningar mellan exempelvis vägg, tak och golv eftersom arean räknas mot uppvärmd inneluft.

Vid beräkning av U-värde tar man således hänsyn till tre varianter av köldbryggor:

- Köldbryggor som finns i klimatskärmen.
- Linjära köldbryggor.
- Punktformiga köldbryggor.

#### *Köldbryggor som finns i klimatskärmen*

Köldbryggor som finns i klimatskärmen såsom träreglar och balkar, metallreglar samt stift och kramlor m.m. medräknas normalt i U-värdet för respektive byggnadsdel (tak, väggar, golv, fönster, dörrar).

Inverkan av sådana köldbryggor behandlas i beräkningen av aktuell byggnadsdels värmegenomgångskoefficient (U-värdet). Metoder för detta återfinns i standarderna:

- SS-EN ISO 6946:2007 – Byggnadskomponenter och byggnadsdelar – Värmemotstånd och värmegenomgångskoefficient – Beräkningsmetod.
- SS 24230 (2) – Värmeisolering – Plåtkonstruktioner med köldbryggor – Beräkning av värmemotstånd.

#### *Linjära köldbryggor*

Vid anslutningar mellan exempelvis väggar, bjälklag, tak och balkongplattor uppkommer ett extra värmeflöde som kan behandlas med tvådimensionella beräkningsmodeller. Köldbryggan kan uppfattas som linjär och det extra värmeflödet kan uttryckas som ett läckflöde per löpmeter köldbrygga. Den linjära köldbryggan betecknas  $\Psi$  (W/mK).

Värmegenomgångskoefficienterna för linjära köldbryggor kan med förenklade beräkningsmetoder eller schablonvärden bestämmas enligt:

- SS-EN ISO 14683:2007 – Köldbryggor i byggnadskonstruktioner – Linjär värmegenomgångskoefficient – Förenklade metoder och schablonvärden.

eller beräknas enligt metoder som finns i:

- SS-EN ISO 10211:2007 – Köldbryggor i byggnadskonstruktioner – Värmeflöden och ytemperaturer – Detaljerade beräkningar.

I vanliga småhus kan man erfarenhetsmässigt konstatera att inverkan av de linjära köldbryggorna normalt kan motsvara en ökning av  $U_m$ -värdet med 15–20 %. För flerbostadshus kan inverkan av linjära köldbryggor vara ännu större.

- Ett alternativt sätt att ta hänsyn till inverkan av linjära köldbryggor kan vara att inte ta med några  $\Psi$ -värden vid beräkning av  $U_m$  utan istället göra ett generellt påslag om 20 % på framräknat  $U_m$ -värde inkluderande de köldbryggor som finns i klimatskärmen.

#### *Punktformiga köldbryggor*

Vid ett utvändigt hörn såsom mellan ytterväggshörn och tak uppkommer ett tredimensionellt värme flöde. Ett sådant hörn betraktas som en punktformig köldbrygga. Det extra värme flödet som uppstår här ingår i beräkningen som en punktformig värmegenomgångskoefficient,  $\chi$  (W/K). Punktformiga köldbryggor kan beräknas enligt metoder som finns i SS-EN ISO 10211:2007.

- Värme flödet för punktformiga köldbryggor är vanligen så litet att det kan försummas i en  $U_m$ -beräkning. Anledningen är att detta värme flöde är litet i förhållande till övriga värme förluster genom klimatskärmen.

### *Hygieniska olägenheter*

En köldbrygga kan medföra att ytemperaturen på väggen (eller annan byggnadsdel) blir betydligt lägre än för omgivande yta. För att ta reda på om en större köldbrygga kan medföra hygieniska olägenheter måste man ibland beräkna ytemperaturen på väggens insida. Därefter kan riskerna för inomhusklimatet i form av värmestrålning, luftrörelser, kondensation och nedsmutsning bedömas.

## Värmeöverföring via marken

Beräkning av värmeöverföring via marken görs t.ex. med hjälp av:

- SS-EN ISO 13370:2007 – Byggnaders termiska egenskaper – Värmeöverföring via marken – Beräkningsmetoder

Standarden redovisar metoder för beräkning av värmeöverföring via marken för byggnadsdelar i kontakt med marken, t.ex. platta på mark, kryppgrund och källare.

## Tjälfritt djup

En grundkonstruktion till en byggnad som grundläggs på frostaktiv jord bör skyddas mot påverkan av tjäle. Grundläggningen bör därför utföras så att skadlig påverkan på grund av tjälnedträngning i marken inte förväntas inträffa under byggnadens livslängd. Grundläggningsnivån bestäms därför med hänsyn till bl.a. markegenskaper, klimatförhållanden och värmetillförsel från byggnaden och andra närliggande byggnader och anläggningar samt med beaktande av konstruktionens beständighet.

Regler för grundläggning vad avser tjäle och tjälisolering anges i Boverkets konstruktionsregler (BFS 2011:10), EKS kapitel 7:1 och tillhörande standarder.

I följande standard beskrivs förenklade metoder för dimensionering av grundkonstruktioner med avseende på riskerna för tjälpåverkan:

- SS-EN ISO 13793 (1) – Byggnaders tekniska egenskaper – Värmeisolering av grunder för att undvika tjällyftning.



## 5 Övriga krav

### Ytterligare effektiviseringsmöjligheter

Förutom krav på byggnadens specifika energianvändning och lägst godtagbar värmeisolering ställer BBR även en del effektivitetskrav på byggnadens installationer. Kraven gäller för:

- värme- och kylinstallationer,
- luftbehandlingssystem,
- styr- och reglersystem och
- effektiv elanvändning.

Kraven finns närmare beskrivna i BBR avsnitt 9:5 och 9:6.

### **Värme- och kylinstallationer**

Värme- och kylinstallationer ska utformas så att de ger en god verkningsgrad vid normal drift av byggnaden. Detta innebär att det måste finnas styr- och reglersystem som gör att värmen och kylan kan regleras efter behov. Det måste också finnas möjlighet att serva och underhålla de tekniska installationerna så att kravnivån kan uppfyllas över tiden. Men också att man behöver isolera värme-, kyl- och luftbehandlingsinstallationer för att begränsa energiförlusterna.

Man ska också minimera behovet av komfortkyla. Det innebär att man vid projekteringen måste ta hänsyn till den över-skottsvärme som kan uppstå, t.ex. från solinstrålning eller från utrustning i byggnaden såsom belysning och apparater. Detta kan göras både med hjälp av bygg- och installationstekniska

åtgärder. För att minska behovet av komfortkyla har t.ex. storlek och placering av fönster samt om det finns möjlighet till solavskärmning stor betydelse. Effektiv belysning och utrustning minskar också de interna värmetskotten.

### **Styr- och reglersystem**

Det ska finnas automatiskt verkande reglerutrustning för att styra värme- kyl- och luftbehandlingsinstallationer. Regleringen ska kunna ske i förhållande till ute- och inneklimatet samt hur byggnaden är tänkt att användas. En effektiv energi-användning förutsätter en god reglering.

### **Effektiv elanvändning**

BBR ställer krav på att effektbehovet begränsas och att el-energin används effektivt. Detta krav gäller för installationer i byggnaden som kräver elenergi, t.ex. fläktar för ventilation, fast belysning och cirkulationspumpar. Kravet kan t.ex. uppfyllas genom att installera eleffektiva fläktar i ventilations-system, med låg specifik fläkteffekt och genom att minska strömningsförlusterna. Men också genom att använda eleffektiva ljuskällor och genom tidsstyrning begränsa energi-användningen för handdukstorkar, elektrisk golvvärme och cirkulationspumpar.

## 6 Verifiering

### Verifiering enligt BBR

I BBR anges flera numeriska värden som inte får överskridas och några som inte får underskridas. Det kan exempelvis vara energianvändning eller installerad eleffekt. Generellt gäller att de maxvärden som angivits inte får överskridas och de angivna minimivärdena får inte underskridas. Det finns således inte någon extra marginal som man kan utnyttja. Detta framgår av de allmänna reglerna i BBR avsnitt 2. Vidare anges också att man vid beräkning, provning och mätning ska beakta metodens osäkerhet. Kraven som ska uppfyllas avser den färdiga byggnadens egenskaper.

När det gäller krav på byggnadens specifika energianvändning är kravet så formulerat att det går både att beräkna i samband med projekteringen och mäta när byggnaden tagits i bruk.

Metoder för att verifiera att energikravet uppfylls redovisas i allmänt råd i BBR avsnitt 9:2 och 9:3.

### **Kontrollplan/slutbesked**

Om byggnadsnämnden anser att energimätning behöver göras, så ska detta skrivas in i kontrollplanen. Kommunen kan inte meddela slutbesked, eftersom kontroll behöver göras i ett senare skede. Däremot kan byggnadsnämnden ge interimistiskt slutbesked enligt 10 kap. 36 § PBL.

### *Certifierad sakkunnig expert*

Det finns certifierade sakkunniga personer (energiexperter) för kontroll av samhällets krav om energihushållning och värmeisoleringsområden som byggherren kan anlita.

Regler om de krav som ska uppfyllas för att bli certifierad som sakkunnig (energiexpert) framgår av Boverkets författningssamling BFS 2007:5, CEX 1. Det är samma krav som ställs för energiexperter enligt förordning om energideklaration för byggnader. På Boverkets webbplats [www.boverket.se](http://www.boverket.se) finns kontaktuppgifter till nära nog samtliga sådana experter.

### **Uppföljning specifik energianvändning**

Uppföljning av kraven på byggnadens specifika energianvändning kan samordnas med en energideklaration enligt lagen (2006:985) om energideklaration för byggnader. En energideklaration ska redovisa byggnadens energiprestanda på samma sätt som det ställs krav på byggnadens specifika energianvändning i BBR (kWh/m<sup>2</sup> och år).

Nya byggnader ska enligt lagen energideklarerars senast två år efter det att byggnaden tagits i bruk.

### **Frivilligt skärpt energihushållning**

Det bör noteras, som tidigare nämnts i avsnitt 1 *Energhushållning i Boverkets byggregler*, att frivilliga överenskommelser mellan beställare och utförare är ett civilrättsligt avtal som måste bevakas av parterna själva i samband med beställning och slutbesiktning.

Kommunen som är tillsynsmyndighet ansvarar inte för att bevaka mer än de krav som framgår av BBR. Kommunen har inte med utgångspunkt i BBR heller rätt att ställa högre krav än BBR anger, oavsett vad som avtalats i övrigt.

### **Sanktioner**

I 11 kap. PBL anges påföljder och ingripanden vid överträdelse av krav på byggnader. Om mätresultaten visar att man inte uppfyller energikraven i BBR ska kommunen ta ställning till om någon sanktion ska utdelas. Det kan bli frågan om rättelseföreläggande med vite (11 kap. 20 § PBL). Om man struntar i att göra energimätningen enligt kontrollplanen så kan sanktionen från kommunens sida vara åtgärdsföreläggande enligt 11 kap. 19 § PBL.

Tydliga och verifierbara funktionskrav innebär att byggherren lättare kan kontrollera att byggnaden utförs på ett sådant sätt att de förväntade tekniska egenskaperna uppnås, t.ex. energihushållning. Om egenskaperna inte uppfylls kan det i sin tur leda till att ekonomiska krav eller andra krav ställs på de konsulter och entreprenörer som anlitas av byggherren. Sådana eventuella krav regleras i de civilrättsliga avtal som föreligger.

### **Branschstandard**

För att underlätta upphandling och kontroll av byggnadens energiegenskaper kan de civilrättsliga parterna byggherre och entreprenör, använda sig av branschstandarder som beskriver hur man beräknar och verifierar dessa egenskaper. Ett exempel på detta är SVEBY där bygg- och fastighetsbranschen fastställer standardiserade brukardata och hur verifiering av energiprestanda ska gå till. Man kan förenklat säga att branschen fastställer en ”körcykel” och mätmetoder för byggnader på liknande sätt som fordonsbranschen gjort för bilars bränsleförbrukning. Det underlättar också för byggherrar att beskriva och följa upp sina krav.

## Mätsystem för energianvändning

### **Det uppmätta resultatet är det som gäller**

Kunskap om byggnadens energianvändning är en förutsättning för att kunna driva och förvalta byggnaden på ett energieffektivt sätt. I BBR avsnitt 9:7 ställs krav på att byggnaden ska ha ett mätsystem så att energianvändningen kan följas upp. Anledningen är dels att kravet på byggnadens energianvändning i BBR enkelt ska kunna verifieras dels att kunskapen om energianvändningen styr mot lägre energianvändning samt att det underlättar när man ska göra en energideklaration enligt lagen (SFS 2006:985) om energideklaration för byggnader.

Verifiering av byggnadens specifika energianvändning kan som ovan nämnts samordnas med en energideklaration eftersom byggnadens energiprestanda redovisas på samma sätt som BBR ställer krav på byggnadens specifika energianvändning.

### **Vad ska mätas?**

Kravet på byggnadens specifika energianvändning utgår från den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi. Med levererad energi menas energitillförseln före omvandlingsförluster i pannan/växlaren. Det betyder således att den energi som ska ingå i byggnadens energianvändning är mängden tillförd olja, fjärrvärme eller el till en panna, kylmaskin eller värmepump.

### **Hur ska det mätas?**

I BBR avsnitt 9:71 framgår att mätning kan ske genom avläsning och summering av till byggnaden levererade energimängder. För energislag som inte erhålls direkt i kWh, t.ex. olja och biobränsle, kan uppmätta volymer räknas om till kWh med hjälp av bränsletypernas värmevärde<sup>2</sup>. I det fall byggnaden är elvärmad bör hushållsenergi och verksamhetsenergi vara möjliga att avläsa separat.

Mätning av byggnadens energianvändning kan ske med olika metoder som byggherren väljer. I BBR avsnitt 9:2 och 9:3 anges att byggnadens energianvändning bör mätas under en tolv månadersperiod och vara avslutad senast 24 månader efter det att byggnaden tagits i bruk. Mätvärdena ska normalårskorrigeras och hänsyn kan tas till avvikelser från projekterat brukande av byggnaden, t.ex. inomhustemperatur, tappvattenförbrukning, vädring, etc.

---

<sup>2</sup> Omvandlingsfaktorer för bränslen: Eldningsolja 10 000 kWh/m<sup>3</sup>, naturgas 11 000 kWh/1 000 m<sup>3</sup> (effektivt värmevärde), stadsgas 4 600 kWh/1 000 m<sup>3</sup>, pellets 4 500–5 000 kWh/ton beroende på träslag och fukthalt. Källa: Energimyndigheten.

Detsamma gäller om byggnaden värms med fjärrvärme. Det är den värmeenergi som kan avläsas på mätaren för energianvändningen som avses. Även om mätpunkten för fjärrvärmen är placerad utanför byggnaden, t.ex. vid en undercentral för fjärrvärme, kan detta mätvärde användas med tillräcklig precision eftersom kulvertförlusterna på en kort sträcka i normalfallet endast utgör en liten del av energianvändningen. Alternativt kan man välja att installera ytterligare en mätare i anslutning till husliv vid varje byggnad.

### *Antal elmätare*

För elvärmda byggnader behöver hushållsel och eventuell verksamhetsel kunna separeras från elvärmen. Detta kan man göra med hjälp av separat mätare för hushållsel respektive verksamhetsel. Är byggnaden elvärmd behövs alltså mer än en mätare för att kunna fastställa byggnadens specifika energianvändning. Vill man dessutom korrigera för eventuell onormal tappvarmvattenanvändning behövs ytterligare mätare för tappvarmvattnet.

För byggnader som har annat uppvärmningssätt än elvärme och har elektrisk kylmaskin behövs även en separat elmätare för kylmaskinen. Anledningen är att el till komfortkyla i sådana fall ska räknas upp med faktorn 3, då byggnadens specifika energianvändning bestäms. I byggnader som inte är elvärmda och inte har elektrisk komfortkyla behövs ingen extra mätare.

I lågenergihus kan man förvänta sig att hushållsel och i förekommande fall verksamhetsel ryms inom kravet på byggnadens energianvändning enligt BBR. I just sådana fall skulle det då räcka med en elmätare.

### **Mätresultat och redovisning**

Byggherren ansvarar för att mäta och leverera in mätresultat till kommunen i enlighet med kontrollplanen. Redovisning av byggnadens specifika energianvändning kan samordnas med en energideklaration enligt lagen (2006:985) om energideklaration för byggnader. Fördelen med denna samordning är att en energideklaration redovisar energianvändningen på samma sätt

som BBR ställer krav. I Boverkets föreskrifter och allmänna råd om energideklaration för byggnader framgår att nya byggnader ska deklarerars senast två år efter det att byggnaden tagits i bruk. Tidpunkten för mätningens redovisning enligt BBR:s råd och tidpunkten för energideklaration sammanfaller därför väl i tiden så att mätningens resultat kan samutnyttjas.

#### *Normalårskorrigerig*

I Boverkets föreskrifter och allmänna råd om energideklaration för byggnader (BFS 2007:4) bilaga 2 beskrivs två metoder för normalårskorrigerig av energianvändningen. Den första heter Graddagsmetod och den andra Energiindexmetod. När man registrerar in en energideklaration i Boverkets datorsystem för energideklarationer kommer denna normalårskorrigerig att ske med automatik med Energiindexmetoden.



## 7 Klassning av byggnadens energianvändning

### Högre krav på energihushållning

En byggherre som frivilligt vill ställa högre krav på byggnadens specifika energianvändning (kWh/m<sup>2</sup> och år) än vad som framgår av BBR kan med hjälp av ett allmänt råd i BBR avsnitt 9:8 ange detta på ett standardiserat sätt. Avsnitt 9:8 *Klassning av byggnadens energianvändning* tillgodoser branschens efterfrågan på en enhetlig klassning av byggnader som byggs med bättre energihushållning än den som anges i BBR.

Ett standardiserat klassningssystem för energihushållning underlättar för typhusbyggare, t.ex. småhusindustrin och övrigt prefabricerat byggande. Typhusbyggare upplever idag problem med att energikrav som vanligen ställs i samband med markanvisningsavtal kan variera från kommun till kommun.

### Klassning enligt BBR

– *Låg energianvändning*: En byggnad anses ha låg energianvändning om dess specifika energianvändning uppgår till högst 75 % av vad som framgår av tabell 9:2a, 9:2b, 9:3a och 9:3b i BBR.

– *Mycket låg energianvändning*: En byggnad anses ha mycket låg energianvändning om byggnadens specifika energianvändning uppgår till högst 50 % av vad som framgår av tabell 9:2a, 9:2b, 9:3a och 9:3b i BBR.

### Standardisering

I det allmänna rådet görs också en hänvisning till SIS standard för energiklassning av byggnader SS 24300-2:2011 *Byggnadens energiprestanda – Del 2: Klassning av energianvändning*. I standarden uttrycks byggnadens energiprestanda på följande sätt.

- Klass A: Byggnadens specifika energianvändning är högst 50 % av kravnivåerna i tabell 9:2a, 9:2b, 9:3a eller 9:3b i BBR (motsvarar *mycket låg energianvändning*).
- Klass B: Byggnadens specifika energianvändning är högst 75 % av kravnivåerna i tabell 9:2a, 9:2b, 9:3a eller 9:3b i BBR (motsvarar *låg energianvändning*).
- Klass C: Byggnadens specifika energianvändning uppfyller kravnivåerna i tabell 9:2a, 9:2b, 9:3a eller 9:3b i BBR.

## Verifiering

Det är alltid byggherren som ska se till så att vald energiklass uppfylls. Samhällets tillsyn över att reglerna enligt BBR följs ligger på kommunens byggnadsnämnd och omfattar i detta sammanhang endast de kravnivåer som framgår av tabellerna 9:2a, 9:2b, 9:3a och 9:3b.

## 8 Standarder

### Varför standarder?

I BBR hänvisas på flera ställen till olika standarder. Det finns fyra sådana hänvisningar i energiavsnittet. Fördelen med att hänvisa till en standard är att det redan finns ett fastställt och tillgängligt dokument som beskriver exempelvis hur man ska mäta, prova eller beräkna olika egenskaper. Dessa standarder har tagits fram i standardiseringsorganisationer som kan vara nationella, europeiska och internationella. Det är industrin som själva driver detta arbete. Användningen av standarder syftar till att göra varor och tjänster enklare och säkrare samt att underlätta handel över gränserna. Standarder inom byggområde utarbetas i Sverige av SIS (Swedish standards institute). Motvarande organisation för standardisering inom Europa är CEN (Europeiska standardiseringsorganisationen), där SIS är en av medlemmarna. Ytterligare information om SIS:s arbete kan man finna på [www.sis.se](http://www.sis.se). Där kan man också beställa färdiga standarder i pappersform eller digital form mot betalning.

Standarderna vänder sig till olika användare. En del standarder vänder sig till tillverkare av byggmaterial eller provningslaboratorier för bestämning av materials egenskaper. Andra standarder vänder sig till byggnadsprojektörer för beräkning av t.ex. en byggnads energianvändning eller värmeisoleringsförmåga.

### **Hänvisning till standard i föreskrift eller allmänt råd**

Hänvisningar till standarder i BBR är gjorda till specifika utgåvor om hänvisningen finns i en bindande föreskrift. Så är inte alltid fallet om hänvisningen finns i ett allmänt råd. Anges ingen särskild utgåva så gäller den senaste som finns när regeln ska tillämpas och då räknas eventuella tillägg till standarden in. En förteckning över de standarder som BBR hänvisar till finns även sist i BBR.

En standard som anges i en föreskrift i BBR ska man följa. Men en standard som anges i allmänt råd är en rekommendation om hur man kan göra. Det står byggherren fritt att välja andra lösningar och metoder än de som beskrivs av standarden under förutsättning att man uppfyller föreskriftens krav.

### **Olika typer av standarder**

Standarder som görs tillgängliga i Sverige får bokstäverna SS först i namnet, exempelvis SS 24230 (2). Om standarden är gemensam i Europa står det EN efter SS som visar att den är gemensam, exempelvis SS-EN 13829. En sådan gemensam standard innebär att standarden har samma innehåll i alla europeiska länder. De flesta SS-EN standarder inom byggområdet är på engelska.

Det finns också en internationell standardiseringsorganisation som heter ISO där europeiska länder och övriga världen kommer överens om standarder. När en internationell standard överförs till en europeisk standard får den namnet EN ISO. När den publiceras i Sverige blir namnet SS-EN ISO, exempelvis SS-EN ISO 13780:2007.

För att undanröja handelshinder kan EU beställa framtagandet av standarder. Det gör man genom att ge CEN i uppdrag (mandat) att arbeta fram en så kallad harmoniserad standard. En sådan standard har en stark ställning inom EU och leder fram till att byggprodukter kan CE-märkas.

När det finns en harmoniserad standard är det den enda accepterade metoden att prova och redovisa en byggprodukts egenskaper. Det som kännetecknar en harmoniserad standard är att den har en ZA-bilaga. ZA-bilagan anger vilka delar av standarden som EU har beställt och som då blir harmoniserade. En harmoniserad standard kan även ha vissa delar som inte är harmoniserade. Dessa delar är då sådana som industrin själva har tagit fram på eget initiativ.

De harmoniserade delarna i en standard inom byggområdet anger inte någon kvalitet eller säkerhetsnivå utan endast en deklARATION av byggproduktens väsentliga egenskaper. Dessa är viktiga att känna till exempelvis vid projekteringen av en byggnad. När en harmoniserad standard har godkänts publiceras detta i EU:s tidning Official Journal. En förteckning över vilka harmoniserade standarder som finns kan man nå via denna länk: <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs>.

## Förteckning över aktuella standarder

Nedan redovisas en förteckning över aktuella standarder i BBR:s energihushållningsavsnitt, för energideklARATIONER och standarder som det refereras till i denna handbok. Vissa standarder innehåller i sin tur hänvisning till andra standarder. Ett begränsat antal av dessa redovisas också nedan.

I förteckningen markeras standarder som det refereras till i denna handbok med \*/ och standarder som det refereras till i BBR med \*\*/.

### **Svensk standard (SS)**

- SS 24230 (2) – Värmeisolering – Plåtkonstruktioner med köldbryggor – Beräkning av värmemotstånd \*/ \*\*/
- SS 24300-2:2011 – Byggnaders energiprestanda – Del 2: Energiklassning av energianvändning \*/ \*\*/

### **Svensk standard och europeisk standard (SS-EN)**

- SS-EN 673 – Byggnadsglas – Bestämning av värmegenomgångskoefficient (U-värde) – Beräkningsmetod
- SS-EN 13829 Byggnaders termiska egenskaper – Bestämning av byggnaders lufttäthet – Tryckprovningssmetod (ISO 9972:1996, modifierad) \*\*/

- SS-EN 14351-1:2006+A1:2010 Fönster och dörrar – Produktstandard, funktionsegenskaper – Del 1: Fönster och ytterdörrar utan egenskaper för brandmotstånd och/eller rökgasläckage \*/
- SS-EN 15217:2007 Byggnaders energiprestanda – Metoder för att uttrycka energiprestanda och system för energideklarationer

**Svensk standard, europeisk standard och internationell standard (SS-EN ISO)**

- SS-EN ISO 6946:2007 – Bygghälskomponenter och bygghälsdelar – Värmemotstånd och värmegenomgångskoefficient – Beräkningsmetod (ISO 6946:2007) \*/
- SS-EN ISO 7345 Värmeisolering – Fysikaliska storheter och definitioner (ISO 7345:1987)
- SS-EN ISO 10077-1:2006 – Termiska egenskaper hos fönster, dörrar och jalousier – Beräkning av värmegenomgångskoefficient – Del 1: Allmänna riktlinjer (ISO 10077-1:2006) \*/
- SS-EN ISO 10077-2 – Termiska egenskaper hos fönster, dörrar och jalousier – Beräkning av värmegenomgångskoefficient – Del 2: Numerisk metod för karm och båge (ISO 10077-2:2003) \*/
- SS-EN ISO 10211:2007 – Köldbryggor i bygghälskonstruktioner – Värmeflöden och yttemperaturer – Detaljerade beräkningar (ISO 10211:2007) \*/
- SS-EN ISO 10456:2007 – Bygghälsmaterial och produkter – Fukt- och värmetekniska egenskaper – Tabeller med beräkningsvärden och metoder för bestämning av termiska egenskaper för deklarerat resp. beräkning (ISO 10456:2007) \*/
- SS-EN ISO 12567-1:2010 – Termiska egenskaper hos fönster och dörrar – Bestämning av värmegenomgångskoefficient med varmlåda – Del 1: Fönster och dörrar (ISO 12567-1:2010) \*/

- SS-EN ISO 12567-2:2005 – Termiska egenskaper hos fönster och dörrar - Bestämning av värmegenomgångskoefficient med varmlåda – Del 2: Takfönster och andra utskjutande fönster (ISO 12567-2:2005) \*/
- SS-EN ISO 13370:2007 Byggnaders termiska egenskaper – Värmeöverföring via marken – Beräkningsmetoder (ISO 13370:2007) \*/
- SS-EN ISO 13786:2007 Bygghälsokomponenters termiska egenskaper Värmetröghet – Beräkningsmetoder (ISO 13786:2007)
- SS-EN ISO 13788 Fukt- och värmeteknisk funktion hos bygghälsokomponenter och bygghälsodelar – Invändig yttemperatur för att undvika kritisk ytfukt och kondens inuti konstruktion – Beräkningsmetoder (ISO 13788:2001)
- SS-EN ISO 13789:2007 Byggnaders termiska egenskaper – Värmegenomgångskoefficienter – Beräkningsmetod (ISO 13789:2007) \*/ \*\*/
- SS-EN ISO 13790:2008 Byggnaders energiprestanda – Beräkning av energianvändning för uppvärmning och kylning (ISO 13790:2008) \*/
- SS-EN ISO 13793 (1) – Byggnaders termiska egenskaper – Värmeisolering av grunder för att undvika tjällyftning (ISO 13793:2001) \*/
- SS-EN ISO 14683:2007 – Köldbryggor i bygghälsokonstruktioner – Linjär värmegenomgångskoefficient – För-enklade metoder och schablonvärden (ISO 14683:2007) \*/
- SS-EN ISO 15927-1 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos bygghälsor - Klimatdata – Del 1: Månadsmedelvärden av enskilda klimatparametrar (ISO 15927-1:2003)
- SS-EN ISO 15927-2:2009 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos bygghälsor – Klimatdata – Del 2: Timbaserade data för beräkning av effektbehov för kylning (ISO 15927-2:2009)

- SS-EN ISO 15927-3:2009 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader – Klimatdata – Del 3: Beräkning av slagregnsindex för vertikala ytor från timbaserade vind- och regndata (ISO 15927-3:2009)
- SS-EN ISO 15927-4:2005 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader – Klimatdata – Del 4: Timbaserade data för att bestämma årlig energianvändning för uppvärmning och kylning (ISO 15927-4:2005)
- SS-EN ISO 15927-5:2005 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader – Klimatdata – Del 5: Data för att bestämma byggnaders effektbehov för uppvärmning (ISO 15927-5:2004) \*/ \*\*/
- SS-EN ISO 15927-6:2007 Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggnader – Metoder för beräkning och presentation av klimatdata – Del 6: Ackumulerade grad-dagar och gradtimmar (ISO 15927-6:2007)



# Bilaga 1

Dimensionerande vinterutetemperaturer för tidskonstanter för 5–8 dygn (tabell 6) och 9–12 dygn (tabell 7).

**Tabell 6 Dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT (°C), för tidskonstant 5–8 dygn**

Ort	5-dygn	6-dygn	7-dygn	8-dygn
Kiruna Flygplats	-26,8	-26,1	-25,7	-25,3
Jokkmokk	-31,2	-30,9	-29,9	-29,5
Luleå	-25,0	-24,4	-24,4	-23,7
Lycksele	-27,1	-26,7	-26,4	-26,0
Umeå Flygplats	-21,7	-21,3	-21,0	-20,8
Östersund/Frösön	-22,1	-21,2	-20,7	-20,1
Sundsvalls Flygplats	-21,7	-21,4	-20,7	-20,5
Sveg	-25,5	-24,7	-24,5	-23,9
Malung	-22,8	-22,4	-22,1	-21,9
Falun	-20,5	-20,0	-19,9	-19,7
Uppsala	-16,3	-15,9	-15,4	-15,3
Stockholm-Bromma	-14,8	-14,3	-14,1	-13,7
Södertälje	-13,8	-13,3	-13,3	-12,9
Örebro	-15,9	-15,7	-15,6	-15,3
Karlstad	-16,4	-16,3	-16,2	-16,0
Norrköping	-14,1	-13,7	-13,5	-13,3
Linköping/Malmslätt	-14,3	-13,8	-13,7	-13,4
Såtenäs	-12,9	-12,7	-12,4	-12,2
Säve	-12,8	-12,5	-12,2	-11,9
Jönköpings Flygplats	-14,4	-14,1	-14,1	-13,7
Visby	-9,0	-8,8	-8,7	-8,5
Västervik/Gladhammar	-12,6	-12,3	-12,1	-11,9
Växjö	-12,2	-12,0	-11,9	-11,7
Kalmar	-11,6	-11,4	-11,0	-10,8
Ronneby/Bredåkra	-10,9	-10,7	-10,4	-10,2
Lund	-9,8	-9,4	-9,4	-9,1

Dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT ("n-day mean air temperature") beräknat av SMHI enligt SS-EN ISO 15927-5 för perioden 1978/79–2007/08 för de orter i landet för vilka mätdata finns tillgängligt.

**Tabell 7 Dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT (°C), för tidskonstant 9–12 dygn**

Ort	9-dygn	10-dygn	11-dygn	12-dygn
Kiruna Flygplats	-25,0	-24,8	-24,7	-24,3
Jokkmokk	-29,1	-29,0	-28,5	-28,1
Luleå	-23,2	-22,9	-22,7	-22,4
Lycksele	-25,6	-25,5	-25,2	-25,0
Umeå Flygplats	-20,3	-20,0	-19,8	-19,5
Östersund/Frösön	-20,1	-19,3	-19,2	-19,0
Sundsvalls Flygplats	-20,3	-20,1	-19,8	-19,6
Sveg	-23,5	-23,5	-23,4	-22,9
Malung	-21,6	-21,3	-20,9	-20,8
Falun	-19,6	-19,0	-18,8	-18,6
Uppsala	-15,0	-14,8	-14,6	-14,4
Stockholm-Bromma	-13,8	-13,2	-12,9	-12,7
Södertälje	-12,7	-12,3	-12,1	-11,8
Örebro	-14,7	-14,3	-13,9	-13,6
Karlstad	-15,8	-15,2	-14,8	-14,3
Norrköping	-12,8	-12,6	-12,5	-12,0
Linköping/Malmslätt	-12,9	-12,5	-12,3	-11,9
Såtenäs	-11,9	-11,7	-11,4	-11,3
Säve	-11,5	-11,0	-10,9	-10,6
Jönköpings Flygplats	-13,5	-13,3	-13,1	-12,8
Visby	-8,4	-8,4	-8,2	-8,2
Västervik/Gladhammar	-11,6	-11,4	-11,3	-10,9
Växjö	-11,5	-11,2	-10,9	-10,6
Kalmar	-10,8	-10,5	-10,2	-10,0
Ronneby/Bredåkra	-9,9	-9,6	-9,4	-9,2
Lund	-8,8	-8,5	-8,2	-7,9

Dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT ("n-day mean air temperature") beräknat av SMHI enligt SS-EN ISO 15927-5 för perioden 1978/79–2007/08 för de orter i landet för vilka mätdata finns tillgängligt.



I denna handbok ger Boverket svar och kommentarer på frågor om reglerna för energihushållning. Den riktar sig främst till kommuner, byggherrar och projektörer. Handboken tar upp områden som energi, effekt, DVUT, värmeisolering, verifiering och standarder.

Boken är avsedd att underlätta förståelsen av Boverkets byggregler och det nya sättet att reglera kraven med specifik energianvändning. Den redogör också för hur byggreglerna förhåller sig till lagar och förordningar.

De nya energikraven har kompletterats med effektkrav för byggnader. I tabellform ges temperaturuppgifter (DVUT) som underlag för effektberäkningar. Vidare beskrivs hur köldbryggor kan hanteras i samband med beräkning av en byggnads värmeisoleringsförmåga. I beräkningarna kommer flera standarder till användning. Boken innehåller en enkel beskrivning av de varianter av standarder som finns och hur dessa förhåller sig till byggreglerna.



**Boverket**

Myndigheten för samhällsplanering,  
byggande och boende