

2012-09-27



Kravspecifikation för nollenergihus, passivhus och minienergihus

Bostäder

FEBY 12

Jan 2012

Justerad 05 sept 2012

LTH rapport EBD-R-12/36

IVL rapport nr B 2027

ATON rapport 1201

Förord

Passivhus är hus som har en hög komfort, god kvalitet, använder minimalt med energi och bidrar till minskningen av koldioxidutsläppen. Den Europeiska Unionen har genom direktivet EPDB¹ ålagt medlemsländerna att anpassa sina byggregler till ”Nära Nollenergi Byggnader”. Denna skrift ger underlag att bygga hus som uppfyller de kommande kraven.

I olika länder skiljer sig kriterierna för passivhus åt beroende på de lokala klimatförutsättningarna och bygglagarna. Den internationella definitionen är utarbetad av Passivhaus Institut (PHI), se mer på institutets hemsida: www.passiv.de.

De svenska kriterierna för nollenergihus, passivhus och minienergihus utvecklades tidigare av en expertgrupp utsedd av Forum för energieffektiva byggnader (FEBY). Ansvaret har nu övertagits av Sveriges Centrum för Nollenergihus (SCNH), som är en förening för utveckling och spridning av energieffektivt byggande.

Denna, nu reviderade versionen kallas för *FEBY12* och är i sin tur uppdelad på skilda dokument för bostäder och lokaler. Denna skrift behandlar bostäder. Projektet har delvis finansierats av LÅGAN. LÅGAN är ett samarbete mellan Sveriges Byggingustrier, Energimyndigheten, Västra Götalandsregionen, Formas, Boverket, byggherrar, entreprenörer och konsulter för att främja ny och ombyggnad av lågenergibyggnader

Expertgruppen som arbetat med denna version har utgjorts av:

- Martin Erlandsson, IVL Svenska Miljöinstitutet
- Svein Ruud, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
- Eje Sandberg, ATON Teknikkonsult, (redaktör)
- Åke Blomsterberg, Lunds Tekniska Högskola/WSP
- Hans Eek, Passivhuscentrum, Västra Götaland
- Olof Ingulf, Göteborg Energi

Under arbetets gång har värdefulla synpunkter lämnats av följande personer/företag inom föreningens Byggmarknadsråd:

- Marcus Svensson, ByggVesta
- Christian Johansson, NCC
- Ing - Marie Odengren, Alingsåshem
- Sören Andersson, PEAB Sverige,
- Björn Berggren, Skanska,
- Jonas Gräslund, Skanska

Januari 2012

Sveriges Centrum för Nollenergihus
Styrelsen

¹ Energy Performance of Buildings Directive

1. Inledning

Kravspecifikationerna inkluderar funktionskrav på låga värmeförluster. Detta uttrycker byggnadens förmåga att oavsett energislag klara mycket låga energinivåer.

För att främja energislag med en liten användning av primärenergi och låg miljöpåverkan finns ett kompletterande årsenergikrav.

För att i övrigt säkra byggnadens miljö- och hälsomässiga egenskaper finns kompletterande byggnadstekniska krav och rekommendationer utöver dem som finns i byggreglerna.

De nu reviderade svenska kriterierna för nollenergihus, passivhus och minienergihus för bostadsbyggnader är harmoniserade med Svebys² referensvärden för personlast, varmvattenanvändning och spillvärme. Motivet för denna harmonisering är att Svebys indata på referensvärden idag anses som normgivande.

Värden för kravnivåer i detta dokument har valts så att de i princip ska vara lika enkla/svåra att klara som tidigare. Förändringar jämfört med tidigare dokument för FEBY09 sammanfattas i bilaga 1.

Klassning av Nollenergihus, Passivhus, och Minienergihus enligt FEBY12

För att använda t.ex. begreppet 'Nollenergihus, Passivhus eller Minienergihus FEBY 12' för en byggnad så skall ett antal grundläggande krav enligt detta dokument uppfyllas.

Om detta sker så kan följande begrepp användas (välj aktuell klass):

- "Projekterat Nollenergihus, Passivhus eller Minienergihus enligt FEBY12",
- "Certifierat Nollenergihus, Passivhus eller Minienergihus enligt FEBY12",
- "Verifierat Nollenergihus, Passivhus eller Minienergihus enligt FEBY12"

I det första fallet avser benämningen en byggnad som beräkningsmässigt uppfyller kraven, i det andra fallet är detta granskat av ett av Sveriges Centrum för Nollenergihus utsett granskningsorgan.

För verifierad byggnad så skall kraven vara styrkta genom mätningar.

Definitioner

Begreppen *byggnadens specifika energianvändning*, *verksamhetsenergi*, *arean A_{temp}* , och *klimatzoner* inom landet följer alla Boverkets byggreglers definitioner i BBR19 (BFS 2011:26) (BBR).

Värmeförlusttal (VFT): Byggnadens specifika värmeförluster ($W/m^2 A_{temp}$) vid dimensionerande vinterutetemperatur (DVUT) och en innetemperatur på 21 grader via byggnadens klimatskärm, läckflöde och ventilation.

Energiformsfaktor, är en viktningfaktor kopplade till de levererade energislagens energiformer (elenergi, fjärrvärme, bränsle).

Solvärmefaktor (SVF), är ett mått på solvärmeinstrålningen sommartid per uppvärmd area med hänsyn tagen till skuggningsförhållanden.

Elvärmda byggnader, avser i dessa kriterier byggnader med renodlat elvärmda värmesystem för uppvärmning och varmvatten. Detta skiljer sig från Boverkets definition.

² Sveby står för "Standardisera och verifiera energiprestanda i byggnader" och drivs av bygg- och fastighetsbranschen. Det tar fram hjälpmedel för överenskommelser om energianvändning, se www.sveby.org.

2 Nollenergihus

Krav

För Nollenergihus gäller utöver kraven för Passivhus även att summan av levererad viktad energi, E_{viktad} till byggnaden (enligt BBRs avgränsningar för byggnadens energianvändning) skall vara mindre än eller lika med summan levererad viktad energi från byggnaden under ett år. För beräkning av viktad energi används en *energiformsfaktor*³ som tillämpas både på levererad energi till byggnaden och från byggnaden enligt följande ekvation.

$$E_{viktad} = 2,5 \cdot \Sigma (E_{el\ till} - E_{el\ från}) + \Sigma (E_{\bar{o}\ till} - E_{\bar{o}\ från}) + 0,8 \cdot \Sigma (E_{fiv\ till} - E_{fiv\ från}) + 0,4 \cdot \Sigma (E_{kyla\ till} - E_{kyla\ från}) \leq 0 \quad [\text{kWh}_{viktad}/\text{m}^2 A_{temp}, \text{år}], \text{ där}$$

E_{fiv} fjärrvärme

E_{kyla} levererad fjärrkyla

$E_{\bar{o}}$ levererad energi övrig energi som biobränsle, naturgas, etc.

-till, -från energi levererad till, respektive från byggnaden

$E_{el\ från}$ egen genererad el som levereras från byggnaden

3 Passivhus

I denna kravspecifikation ställs skullkrav där både byggnadens värmeförlusttal och byggnadens årsenergianvändning ska klaras. Byggnadens *värmeförlusttal* är en central del i kravspecifikationen, men inte en dimensionerande parameter⁴.

3.1 Värmeförlusttal

Byggnadens värmeförlustfaktor VFT_{DVUT} vid dimensionerande utetemperatur beräknas enligt anvisningar i 8.2.

Krav

[W/m ² A _{temp}]	Klimatzon I	Klimatzon II	Klimatzon III
Max VFT_{DVUT}	17	16	15

Tillägg för byggnader mindre än 400 m²: + 2 W/m²A_{temp}
Klimatzoner enligt BBR.

Kravet för VFT_{DVUT} inom den aktuella klimatzonen kan alternativt⁵ erhållas utifrån ortens DVUT för 12 dygnsvärdet som hämtas i bilaga 3 och beräknas enligt följande ekvation: $\text{Max } VFT_{DVUT} = 12,3 - 0,227 \times DVUT_{12\text{-dygn}}$ ⁶, vilket alltså bestämmer det värde som byggnadens VFT_{DVUT} ska understiga. VFT_{DVUT} finns beräknat för olika orter i Bilaga 3.

3.2 Levererad årsenergi till byggnader

Byggnadens *specifika energianvändning* $E_{levererad}$ för värme, varmvatten och fastighetsenergi beräknas enligt kap 8.3.

³ Dessa viktningsfaktorer har tagits fram av expertgruppen. De är också samma viktningsstal som kommer gälla i de danska byggreglerna (BR10) år 2015. Anpassade energiformsfaktorer för lokala produktionssystem kan tas fram baserat på dokumentet "Lokala Energiformsfaktorer". Dokumentet finns tillgängligt på föreningens hemsida www.nollhus.se.

⁴ Värmesystem dimensioneras utifrån byggnadens driftförutsättningar och byggherrens programkrav.

⁵ Alternativet innebär att besvärliga trappstegseffekter vid zonövergång kan undvikas.

⁶ Denna ekvation beskriver VFT som en funktion av DVUT med orten Norrköping som referensort.

Krav

För byggnader med renodlade system (för värme och varmvatten) gäller följande skallkrav för $E_{\text{levererad}}$:

[kWh/m ² A _{temp} , år]	Klimatzon I	Klimatzon II	Klimatzon III
Max icke elvärmda	58	54	50
Max elvärmda	29	27	25

Observera att definitionen för *elvärmad byggnad* i dessa kriterier skiljer sig från BBRs och avser byggnader med alla slags elvärmda system (inklusive värmepumpar) för uppvärmning och varmvatten oavsett installerad eleffekt. Med renodlade system avses byggnader som antingen har enbart elvärmebaserade system eller renodlade icke elvärmda system. För system med blandade energislag hänvisas till kraven för viktad energi.

Tillägg för icke elvärmda byggnader mindre än 400 m²A_{temp}: Elevererad enligt ovan + 5

Tillägg för *elvärmda byggnader* mindre än 400 m²A_{temp}: Elevererad enligt ovan + 2

För byggnader med icke renodlade system för värme och varmvatten tillämpas istället följande krav för maximalt levererad viktad energi, E_{viktad} och där viktad energi även avser el till byggnadens drift. Se även förklaring och fotnot i kap 2.

$$E_{\text{viktad}} = 2,5 \cdot E_{\text{el}} + 0,8 \cdot E_{\text{ffv}} + 0,4 \cdot E_{\text{kyla}} + E_{\text{ö}} \quad [\text{kWh}_{\text{viktad}}/\text{m}^2\text{A}_{\text{temp}}, \text{år}]$$

(kWh _{viktad} /m ² A _{temp})	Klimatzon I	Klimatzon II	Klimatzon III
Max E_{viktad}	73	68	63

Tillägg för byggnader mindre än 400 m²: Max $E_{\text{viktad}} + 5 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{A}_{\text{temp}}$

4 Minienergihus

Minienergihus är en kravnivå mellan kravnivån för Passivhus och BBR19, men med samma kravmodell som för passivhus, vilket innebär att värmeförluster hålls på en väsentligt lägre nivå än vad BBR19 medger.

4.1 Värmeförlusttal

Max VFT_{DVUT} enligt kap 3.1 med ett tillägg på: + 5 W/m²A_{temp}

4.2 Levererad årsenergi till byggnader

Max icke elvärmda $E_{\text{levererad}}$ enligt 3.2 med ett tillägg på: + 20 kWh/m²A_{temp}

Max elvärmda $E_{\text{levererad}}$ enligt 3.2 med ett tillägg på: + 8 kWh/m²A_{temp}

För byggnader med icke renodlade system för värme och varmvatten är kravet på max E_{viktad} enligt 3.2 med ett tillägg på: + 20 kWh_{viktad}/m²A_{temp}

5 Innemiljökrav

5.1 Ljud

Krav

Ljud från ventilationssystemet skall klara minst ljudklass B i sovrum och vardagsrum, enligt SS 02 52 67.

5.2 Termisk komfort

Krav på redovisning

Byggnadens innetemperatur för perioden april – september ska beräknas och redovisas. Redovisningen kan istället ske för ett enklare uttryck för byggnadens solvärmestillskott i form av byggnadens solvärmefaktor (SVF) förutsatt att:

SVF \leq 0,036 för byggnadens mest solutsatta lägenhet.

SVF = $g \cdot A_{\text{glas}} / A_{\text{golv}}$, där

A_{glas} är fönsterglasarea och solfaktorn (g) tar hänsyn till instrålad solvärme genom glaset också med hänsyn till skuggningsförhållanden och solavskärmning⁷.

Vid större glasade partier bör operativ temperatur vid DVUT beräknas för att säkra en bra termisk komfort.

Råd

Innetemperatur under perioden april – september bör inte överstiga 26 grader mer än högst 10 % av tiden i det mest utsatta rummet (eller den mest utsatta delen i byggnaden).

6 Övriga byggnadskrav

6.1 Luftläckning

Krav

Luftläckning q_{50} genom klimatskärmen får vara maximalt 0,30 l/s m² omslutande area vid en tryckdifferens på 50 Pa enligt SS-EN 13829 eller enligt förenklade metoder beskrivna i denna standard.

För små byggnader med en formfaktor⁸ över 1,7 får istället läckflödet per uppvärmd area vara maximalt 0,5 l/s, m² A_{temp} .

6.2 Fönster, entrédörrar

Krav

Byggnadens genomsnittliga U-värde för fönster och glaspartier ska vara högst:

Passivhus: \leq 0,80 W/m² K.

Minienergihus: \leq 0,90 W/m² K.

U-värden skall vara uppmätt av ackrediterat provningslaboratorium eller beräknat enligt SS-EN 14351-1:2006+A1:2010.

Med genomsnittligt U-värde avses: $\Sigma (U \times A) / \Sigma A$, där A är arean för respektive fönster.

⁷ Skuggningsfaktorer beräknas med lämpligt programstöd, t.ex. ParaSol.

⁸ Byggnadens formfaktor definieras som byggnadens omslutande area genom dess uppvärmda; $A_{\text{om}}/A_{\text{temp}}$.

Observera att små fönster i samma ”energiklass” har ett högre U-värde än det referensfönster som standarden hänvisar till.

6.3 Mätning

Krav

För att i efterhand kunna verifiera byggnadens energitekniska egenskaper ska energianvändningen på minst månadsbasis kunna avläsas för hushållsel, fastighetsenergi och värmeenergi var för sig. Större delposter av hushållsel och fastighetsenergi som inte används innanför klimatskärmen bör kunna mätas separat (el till extern avisning, belysning av gångstigar, motorvärmarruttag, etc.) då dessa inte ger spillvärme. Därutöver ska vattenvolym till varmvattenberedning kunna mätas. Kravet avser installationer så att mätningar är möjliga.

Råd

Ventilationsaggregat i flerbostadshus bör vara försedda med fasta mätuttag för luftflöden (alternativt styrparameter och flödeskonstant för fläktar med inbyggd flödesreglering), uttag för temperaturmätning av tilluft utan störning av eftervärmare, samt metod för funktionskontroll av eventuellt by-pass spjäll.

För verifiering av effektkrav, se anvisningar i separat metodrapport⁹. Att verifiera effektkravet via en mätning är ett råd, inte ett krav.

6.4 Fastighetsenergi

Krav

SFP-värde för ventilation, elanvändning för pumpar, belysning och annan el för byggnadens drift ska **redovisas** i en sammanställning som underlag till årsenergikalkylen (elanvändning och spillvärme) och som underlag till kontrollplanen. I sammanställningen anges relevanta data för respektive el-post, t.ex. specifik eleffekt, antal, drifttid och eventuell egenskap för att reducera drifttid.

Råd

Elanvändning för hissar, belysning, mm i fastighetsgemensamma delar väljs i energieffektivt utförande, se t.ex. vägledning i rapporten ”Godhetstal för flerbostadshus”¹⁰.

7. Materialkrav

Krav

Kraven avser projektering och byggande för att förhindra mikrobiologisk påväxt.

Material skall inte ha mikrobiologisk påväxt av onormal mängd eller ha avvikande lukt. Synlig påväxt och blånader på material får inte förekomma. Enstaka påväxt på trä slipas eller hyvlas bort.

Trä

Fuktkvot <0,20 kg/kg under byggtid (gäller även leveransfuktkvot till byggarbetsplatsen).

Kravet innebär att materialet behöver vädskyddas.

Fuktkvot <0,16 kg/kg vid inbyggnad och under förvaltningsskedet.

⁹ Mätning och verifiering. FEBY 2009. www.nollhus.se under fliken Nollenergihus / Rapporter&Dokument.

¹⁰ Energirelaterade godhetstal för flerbostadshus- Nyproduktion. www.nollhus.se.

Golvmaterial

Kritiskt fuktillstånd (enligt materialtillverkare samt Hus AMA 98) för mattor, lim, spackel skall underskrivas och uppmätas av RBK¹¹ – auktoriserad fuktkontrollant eller likvärdigt.

Referenser: ByggaF från Fuktcentrum¹².

8 Beräkningsanvisningar

8.1 Allmänt

Olika verksamhet För byggnader som innehåller både bostäder och lokaler viktas kraven i proportion till respektive verksamhets fördelningsarea A_{temp} .

Gruppbyggnad För grupp av byggnader med gemensam central för värme eller varmvatten, kan kraven tillämpas på medelvärdet för de ingående byggnaderna om dessa varierar inom intervallet +/- 10 %.

8.2 Beräkning av värmeförlusttal (VFT)

Värmeförlusttalet (VFT) beräknas som summan av byggnadens värmeförluster via transmission, ventilation och infiltration (luftläckning via klimatskärm).

$$VFT_{DVUT} = H_T \cdot (21 - DVUT) / A_{temp} \quad [\text{W/m}^2 A_{temp}], \text{ där}$$

H_T är byggnadens värmeförlustkoefficient [W/K], se även beräkningsanvisningar i bilaga 2, där också en alternativ metod redovisas som ger rimligare värden för speciellt en- och tvåplanshus vad avser markförlusterna vid DVUT.

Beräkningen ska ske vid:

- en dimensionerande innetemperatur på 21°C.
- en dimensionerande vinterutetemperatur DVUT för aktuell byggnad och ort.

För bestämning av VFT väljs DVUT för en tidskonstant på högst 12 dygn, se beräkningsanvisningar i bilaga 2 och tabellvärden i bilaga 3.

8.3 Beräkning av specifik energianvändning

Allmänt

Energianvändningen är i projekteringskedet ett **prognosvärde** för levererad energi. I begreppet ingår förluster i undercentraler, kulvertar mm från och med anslutningspunkten. Samma systemgränser tillämpas som i BBR. Energianvändningen beräknas med beräkningsprogram som minst uppfyller kraven enligt ISO EN 13790. Beräkning av värmebehovet ska ske:

- vid innetemperatur på 21°C.
- med en total solvärmereduktion från skuggning som enligt Svebys rekommendationer minst uppgår till 50 % inklusive horisontalskuggning från omgivningen. Verkliga skuggningsförhållanden ska tillämpas om skuggningen är större, t.ex. om horisontalskuggning är påtaglig (t.ex. innerstadsbebyggelse).

Solfångare, vindkraftverk, värmepumpar, pannor etc., placeras var som helst på den till

¹¹ RBK = Rådet för ByggKompetens

¹² http://www.fuktcentrum.lth.se/verktyg_och_hjhelpmedel/fuktsaekert_byggande/byggaf_metoden/

byggnaden hörande fastigheten.

Spillvärme från personer, hushållsapparater, mm

Val av indata är helt avgörande för kalkylens resultat, varför beteenderelaterade schabloner inte ska väljas godtyckligt. Följande referensvärden, hämtade från Sveby¹³ som referensvärden för standardiserat brukande ska användas vid beräkningen:

- Personvärme: 47 W/person i dygnsgenomsnitt.
- Persontäthet är enligt Svebys anvisningar beroende på lägenhetens storlek. När lägenhetsstorlek inte är känd kan ett värde på $1 \text{ W/m}^2 A_{\text{temp}}$ användas.
- Hushållsel: $30 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$
- Spillvärme: 70 % möjlig att tillgodogöra när värmebehov finns.

Önskas en noggrannare kalkyl för olika månader kan hushållselens proportionella fördelning under året kan antas variera enligt följande:

Tabell 1 Månadsvis fördelning av hushållsel.¹⁴

jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1,25	1,22	1,15	1,00	0,88	0,78	0,73	0,75	0,83	1,00	1,16	1,25

För en byggnad med låga värmeförluster, dvs. en kort uppvärmningssäsong, innebär detta att elanvändningen och därmed spillvärmens ökar med ca 15 % i snitt under uppvärmningssäsongen.

Golvvärme som styrs utifrån värmebehov kalkyleras utifrån dess påverkan på värmeförlusterna i kantzonen och markförlust genom höjt värde på köldbrygga och U-värde.

I komfortvärmegolv, där värmen regleras enbart mot golvets yttemperatur, ökar värmeåtgång under icke uppvärmningsperioden i förhållande till installerad effekt, reglermetod och brukarens val av driftinställning. Ett schablonvärde på 25 W/m^2 komfortvärmegolv kan vara en utgångspunkt för kalkylen.

Fastighetsenergi

Andel spillvärme¹⁵ från byggnadens installationer kan utgå från följande antaganden:

- Pumpar, 100 %.
- Fläktar i tilluften, 100 %
- Fläktar i frånluften: 80 % om motor före växlare, annars 0 %.
- Belysning inne i byggnaden, 100 %

Varmvatten

För beräkning av årlig energianvändning för varmvatten E_{vv} i nyproduktion (exklusive varmvattencirkulationsförluster) tillämpas referensvärde från Sveby anvisningar, vilket f.n. innebär:

Enfamiljshus: $E_{vv} = 20 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$

Flerbostadshus: $E_{vv} = 25 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$

¹³ Harmoniseringen med Svebys referensvärden innebär att värden i detta kriteriedokument kan komma att ändras om Sveby ändrar sina referensvärden.

¹⁴ Samma som i FEBY 2009

¹⁵ Avser spillvärme som kan tillgodogöras när värmebehov finns. I byggnader med välisolerad klimatskärm och värmeåtervinning fördelas värmen innanför klimatskärmen effektivare.

Med betalningsincitament genom fördelningsmätning antas den personbaserade varmvattenvolymer bli 20 % lägre, vilket är en tillämpbar schablon för flerbostadshus. För småhus är incitamentet redan beaktat i referensvärdet.

I samband med verifiering av uppmätt årsenergi kan en normalisering för uppmätt varmvattenanvändning V_{vv} (m^3) göras baserat på följande omvandlingstal såvida inte energimätning eller noggrannare mätmetodik tillämpas:

$$V_{vv} = E_{vv}/55 \quad [m^3/m^2].$$

För produktionssystem vars prestanda varierar under året, t.ex. solvärmesystem och uteluftsvärmepumpar och som därmed påverkar köpt energi för produktion av varmvatten kan följande proportionerliga fördelning av varmvattenvolymlödet under året användas:

Tabell 2 Månadsvis fördelning av tappvarmvattenflöden¹⁶

jan	feb	mars	april	maj	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
1,13	1,16	1,13	1,09	0,89	0,84	0,71	0,74	0,94	1,09	1,13	1,15

Spillvärme från värmeackumulator uppskattas till 100 % tillgänglig när värmebehov finns om den är placerad innanför klimatskärmen i uppvärmt utrymme.

VVC förluster

Hänsyn ska tas till varmvattencirkulationens förluster. I tidigt skede kan en schablon på 0,6 W/m² A_{temp} antas. Efter projektering används projekterade förluster utifrån ledningslängd och dess isolering. Förlusterna gäller under årets alla timmar men ger samtidigt spillvärme under tid då uppvärmningsbehov finns. VVC-förluster kan lämpligen bokföras som energi för varmvatten eftersom vissa produktionssystem påverkas av temperaturnivå och varmvattenbehovets fördelning över året.

Spillvärme från varmvattencirkulation (VVC) uppskattas till 100 % nyttig för ledningar som är dragna inom klimatskärmen. Förluster från VVC-ledningar dragna i kalla garage ska kalkyleras och ger 0 % spillvärme.

Vädring och andra förluster

Värmesystemets reglerförmåga att skapa önskat inneklimat är inte idealt utan ger ”förluster” i form av övertemperaturer som de boende vädrar bort. Vädring antas huvudsakligen vara en konsekvens av reglersystemets förmåga att skapa önskat inneklimat. Vädringens förluster ska därmed beaktas som en del i värmeregleringens ”förluster” som därmed ska uppgå till minst 5 %. Följande schablonvärden rekommenderas för olika reglersystems verkningsgrad och kan därmed anses inkludera Svebys schablon tillägg om 4 kWh/m² för vädring. Om värmesystemet är överdimensionerat fram till bostaden så att avgiven värmeeffekt kan öka och kompensera för den kylning vädringen ger, så rekommenderas att ”sämre” värden väljs eller ytterligare påslag görs.

- Ej samordnad värmestyrning¹⁷, 0,8
- Golvvärmesystem, 0,88
- Enbart utetemperaturstyrning, 0,82
- Innetemperaturstyrd mekanisk regulator, 0,89
- Innetemperaturstyrd elektronisk regulator, 0,93

¹⁶ Aronsson Stefan Fjärrvärmekunders värme- och effektbehov Institutionen för installationsteknik, dokument D35:1996, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

¹⁷ Exempelvis luftvärme + el-radiatorer i kombination.

Drifttid för evakuering i spiskåpa sätts till 30 min/dygn. Kolfilterfläkt ger ingen extra värmeförlust. Förlusten vid evakuering påverkas om evakueringsluften är ansluten till ventilationens värmeåtervinning eller inte.

Bilaga 1. Sammanfattning av förändringar i version 2012

Dimensionerande utetemperatur DVUT, i stället för DUT

DVUT, används av Boverket som nu sammanställt tabelldata även för byggnader med långa tidskonstanter.

Innetemperatur 21 grader i stället för 20

Detta är en harmonisering med Sveby och ger en förenkling vid användning av olika svenska beräkningsprogram.

Värmeförlusttal i stället för värmeeffektbehov

Värmeförlusttalet (VFT) uttrycker byggnadens värmeförluster vid DVUT för transmission, luftläckage och ventilation. Det är ett funktionellt krav oberoende av hur solenergi och spillvärme påverkar värmebehovet i byggnaden, liksom oberoende av beteende och verksamhet. Endast förlusterna kalkyleras. Värmeförlusttalet motsvarar det tidigare kravet för värmeeffektbehov, men nu utan avdrag för internvärme och sol. Värdet har bestämts med hänsyn till ändrad innetemperatur och ändrad definition för dimensionerande utetemperatur.

Gränser mellan olika klimatzoner - alternativ

En alternativ lösning (valbar) för att hantera dessa gränsområden mellan olika klimatzoner erbjuds.

Harmonisering med Sveby referensvärden

Samma referensvärden som Sveby används för att minska antalet energiberäkningar som annars måste göras och förenkla kommunikationen av resultaten till användarna. Garagearea inkluderas därför inte längre i fördelningsarean.

Inget avdrag för energieffektiva armaturer längre

Harmoniseringen med Svebys referensdata innebär att referensvärdet inte påverkas även om effektivare blandare väljs. Dessa bedöms också vara en redan etablerad teknik hos bostadsförvaltarna.

Termisk komfort – solvärmelasttal

Sommarperiodens inneklimate är den del som är mest problematisk i lågenergihus. Därför krävs att en beräkning av byggnadens innetemperatur ska redovisas i det fall byggnadens solvärmefaktor (SVF) ligger över angivet gränsvärde. SVF beräknas enkelt utifrån de indata som ändå krävs för byggnadens energibalans vilka kompletteras med data för solskuggning under sommarperioden. Denna redovisning ska syfta till att frågan uppmärksammas inom projektet.

Luftläckning

För mindre byggnader har krav på luftläckning skärpts eftersom dessa har en relativt större omgivande byggnadsarea.

Fönster U-värde

Fönstren har under de senaste åren förbättrats väsentligt när det gäller energieffektivitet. Kravnivån skärps.

Viktningsfaktor för olika energiformer

Viktningsstalet för elenergi har anpassats till den överenskommelse som nu finns mellan el- och värmebolagen.

Bilaga 2. Beräkning av värmeförlusttal (VFT)

$$VFT_{DVUT} = H_T \cdot (21 - DVUT) / A_{temp} \quad [\text{W/m}^2 \text{ A}_{temp}], \text{ där}$$

H_T är byggnadens värmeförlustkoefficient [W/K] och beräknas enligt EN ISO 13789:2008, eller enligt följande ekvation:

$$H_T = U_m \cdot A_{omsl} + \rho \cdot c \cdot q_{läck} + \rho \cdot c \cdot d \cdot q_{vent} \cdot (1 - v) \quad [\text{W/K}]$$

U_m	klimatekarens genomsnittliga U-värde och inkluderar värmeförlusterna via mark vilket beräknas enligt EN ISO 13370:2007 och ska ändå redovisa enligt BBR.
A_{omsl}	klimatekarens omslutande area, mätt invändigt
$\rho \cdot c \cdot q_{läck}$	värmeeffekt-förluster pga. luftläckning $q_{läck}$ [l/s], luftens densitet ρ [kg/m ³], och värmekapacitet c [kJ/kg,K]
$\rho \cdot c \cdot q_{vent} \cdot (1 - v) \cdot d$	värmeeffekt-förluster pga. ventilation med hänsyn till systemets verkningsgrad, v , densitet, ρ , värmekapacitet, c , och relativ drifttid, d

Systemverkningsgraden ska inte bara ta hänsyn till aggregatets temperaturverkningsgrad¹⁸ utan även till värmeförluster i kanaler, avfrostningsmetodik och obalans i luftflöden.

Luftläckningen, $q_{läck}$, för ett FTX-system beräknas med hänsyn till byggnadens läge och ventilationens balansering, enligt EN ISO 13789:2008.

$$q_{läck} = q_{50} \cdot A_{omsl} \cdot e / (1 + f/e ((q_{sup} - q_{ex}) / q_{50} \cdot A_{omsl})^2) \text{ där}$$

$q_{sup} - q_{ex}$ är luftöverskottet mellan tilluft, q_{sup} , och frånluft, q_{ex} , [l/s]

q_{50} är läckflödet vid 50 Pa tryckskillnad mellan inne och ute [l/s].

e och f är vindskyddskoefficienter enligt tabell 1.

Tabell 1 Vindskyddskoefficienter enligt EN ISO 13789:2008.

Vindskyddskoefficienter e och f		Flera sidor exponerade	En sida exponerad
Koefficient e för avskärmningsklass			
Ingen avskärmning. Öppet landskap eller höga byggnader i staden		0,10	0,03
Måttlig avskärmning. Förortsmiljö, landskap med träd och andra byggnader		0,07	0,02
Kraftig avskärmning. Byggnad i skog eller med genomsnittshöjd i city		0,04	0,01
Koefficient f		15	20

Alternativ beräkningsmetod för VFT

Speciellt för ett och tvåplanshus ger denna beräkning, där hänsyn inte tas till att markens temperatur vid DVUT är påtagligt varmare än utetemperaturen, en avvikelse från verkliga förhållanden (inte på årsbasis men för den kallaste perioden, DVUT). Alternativt kan därför

¹⁸ Uppgifter för aggregatets verkningsgrad avser ofta väsentligt högre luftfuktighet än vad som gäller i praktisk drift. Temperaturverkningsgrad för torr luft kan vara en bättre utgångspunkt.

följande beräkning som tar hänsyn till dimensionerande värmeförlust mot mark användas, vilket också det utgör en tillämpning av standarden ISO13370:2007:

$$VFT_{DVUT} = (H_T' \cdot (21 - DVUT) + (U_{mark} \cdot A_{mark} + \Psi_{mark} \cdot L_{mark}) \cdot (21 - T_{mark}) / A_{temp}) / A_{temp}$$

[W/m² A_{temp}], där

H_T' är byggnadens värmeförlustkoefficient exklusive förlusterna mot mark ($U_{mark} \cdot A_{mark}$) och där

A_{mark} , L_{mark} är byggnadens area mot mark och köldbryggornas längd

T_{mark} är den dimensionerande marktemperaturen, vilken ges i bilaga 3.

I övrigt beräkning av H_T enligt anvisningarna ovan.

U_{mark} , Ψ_{mark} är värmeförlustkoefficienten och köldbryggor mot mark där U_{mark} , för en byggnad med en välisolerad platta på mark ges av:

$$U_{mark} = 1 / (1 / U_{golv} + (0.457 \cdot A_{mark} / (0.5 \cdot P) + w) / \lambda)$$

där U_{golv} är golvets U-värde, P är golvets omkrets, w är vägg tjockleken och λ är markens värmeledningstal.

Dimensionerande vinterutetemperatur DVUT

För DVUT finns en tabell för ett antal orter i Boverkets handbok ”Energihushållning enligt Boverkets byggregler, 2009¹⁹. Enligt handboken väljs det värde som överensstämmer med den aktuella byggnadens tidskonstant. Tabellen finns i bilaga 3.

Tidskonstanten är ett mått på den tid det tar för byggnadens innetemperatur att svara på en hastig temperaturförändring utomhus eller avbrott i värmeförseln.

Tidskonstanten τ_b används för att bestämma dimensionerande vinterutetemperatur DVUT, se bilaga 2 och beräknas enligt nedan:

$$\tau_b = \Sigma (m_i \cdot c_i) / H_T \quad [s]$$

$\Sigma (m_i \cdot c_i)$ byggnadsdelarnas värmekapacitet, för alla skikt som ligger innanför isoleringsskiktet, inklusive inneväggar och bjälklag upp till 10 cm [J/K]

I projekteringskedan kan följande schablon användas för att uppskatta tidskonstanten för en byggnad enligt nedan:

Lätt byggnad:	3 dygn	(lätt konstruktion och kryppgrund)
Halvlätt byggnad:	6 dygn	(lätt konstruktion, betongplatta på mark)
Halvtung byggnad:	12 dygn	(tung konstruktion, bjälklag av betong, lätta utfackningsväggar)
Tung byggnad:	12 dygn	Max 12 dygn väljs vid beräkning av VFT.

¹⁹ Finns för nedladdning på Boverkets hemsida, där tabellverk för DVUT ges i bilaga 1.

Bilaga 3. Dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT (°C) och max VFT_{DVUT} och dimensionerande marktemperatur.

Tabell 1 Dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT ("n-day mean air temperature"), beräknat av SMHI enligt SS-EN ISO 15927-5 för perioden 1978/79–2007/08, Max VFT_{DVUT}, samt dimensionerande marktemperatur T_{mark} .

Ort	1-dygn	2-dygn	3-dygn	4-dygn	5-dygn	6-dygn	7-dygn	8-dygn	9-dygn	10-dygn	11-dygn	12-dygn	Max VFT _{DVUT}	T_{mark} °C
Kiruna Flygplats	-30,3	-29,4	-28,6	-28	-26,8	-26,1	-25,7	-25,3	-25	-24,8	-24,7	-24,3	17,8	-7,3
Jokkmokk	-34,8	-34	-33,2	-32	-31,2	-30,9	-29,9	-29,5	-29,1	-29	-28,5	-28,1	18,7	
Luleå	-27,7	-26,9	-26,1	-25,6	-25	-24,4	-24,4	-23,7	-23,2	-22,9	-22,7	-22,4	17,4	-4,6
Lycksele	-30	-29,5	-28,8	-28	-27,1	-26,7	-26,4	-26	-25,6	-25,5	-25,2	-25	18,0	
Umeå Flygplats	-24,5	-23,2	-22,6	-21,9	-21,7	-21,3	-21	-20,8	-20,3	-20	-19,8	-19,5	17,0	-2,8
Östersund/Frösön	-25,3	-24,4	-23,8	-23	-22,1	-21,2	-20,7	-20,1	-20,1	-19,3	-19,2	-19	17,0	-3,5
Sundsvalls Flygplats	-24,4	-24,2	-23,5	-22,4	-21,7	-21,4	-20,7	-20,5	-20,3	-20,1	-19,8	-19,6	16,7	-2,0
Sveg	-29,3	-27,9	-27,1	-26	-25,5	-24,7	-24,5	-23,9	-23,5	-23,5	-23,4	-22,9	17,5	-4,7
Malung	-26,9	-25,1	-23,9	-23,6	-22,8	-22,4	-22,1	-21,9	-21,6	-21,3	-20,9	-20,8	17,0	-3,6
Falun	-23	-21,9	-21,3	-20,6	-20,5	-20	-19,9	-19,7	-19,6	-19	-18,8	-18,6	16,5	-1,8
Uppsala	-18,9	-18,3	-17,5	-16,6	-16,3	-15,9	-15,4	-15,3	-15	-14,8	-14,6	-14,4	15,6	0,1
Stockholm-Bromma	-17,1	-16,5	-16	-15	-14,8	-14,3	-14,1	-13,7	-13,8	-13,2	-12,9	-12,7	15,2	0,9
Södertälje	-16,2	-15,4	-14,8	-14,4	-13,8	-13,3	-13,3	-12,9	-12,7	-12,3	-12,1	-11,8	15,0	
Örebro	-19	-18,1	-17,3	-16,5	-15,9	-15,7	-15,6	-15,3	-14,7	-14,3	-13,9	-13,6	15,4	1,9
Karlstad	-19,1	-17,9	-17,3	-16,9	-16,4	-16,3	-16,2	-16	-15,8	-15,2	-14,8	-14,3	16,0	0,3
Norrköping	-16,6	-16	-14,8	-14,4	-14,1	-13,7	-13,5	-13,3	-12,8	-12,6	-12,5	-12	15,0	1,5
Linköping	-17,6	-16,5	-15,9	-14,6	-14,3	-13,8	-13,7	-13,4	-12,9	-12,5	-12,3	-11,9	15,0	1,5
Sätenäs	-15,5	-14,6	-13,8	-13,1	-12,9	-12,7	-12,4	-12,2	-11,9	-11,7	-11,4	-11,3	15,0	0,9
Säve	-14,6	-14	-13,1	-12,9	-12,8	-12,5	-12,2	-11,9	-11,5	-11	-10,9	-10,6	15,0	4,0
Jönköpings Flygplats	-17,5	-16,6	-15,9	-15,3	-14,4	-14,1	-14,1	-13,7	-13,5	-13,3	-13,1	-12,8	15,2	1,3
Visby	-10,5	-9,9	-9,7	-9,3	-9	-8,8	-8,7	-8,5	-8,4	-8,4	-8,2	-8,2	15,0	2,9
Västervik	-15,1	-14,2	-13,3	-12,9	-12,6	-12,3	-12,1	-11,9	-11,6	-11,4	-11,3	-10,9	15,0	2,0
Växjö	-14,4	-13,3	-12,9	-12,7	-12,2	-12	-11,9	-11,7	-11,5	-11,2	-10,9	-10,6	15,0	1,4
Kalmar	-13,3	-12,8	-12,1	-12	-11,6	-11,4	-11	-10,8	-10,8	-10,5	-10,2	-10	15,0	2,2
Ronneby/Bredåkra	-12,7	-11,8	-11,3	-11,3	-10,9	-10,7	-10,4	-10,2	-9,9	-9,6	-9,4	-9,2	15,0	2,4
Lund	-11,6	-10,6	-10,1	-10	-9,8	-9,4	-9,4	-9,1	-8,8	-8,5	-8,2	-7,9	15,0	3,2

Källa för data på DVUT: Boverket Dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT (2009).



**SVERIGES CENTRUM
för
NOLLENERGIHUS**

Ytterligare rapporter från Sveriges Centrum för Nollenergihus finns på
<http://www.nollhus.se>

