

2018-10-31

## Värmeförlusttal som komplement till energiprestanda

1. Hur definiera VFT? .....	2
2. Varför ersätta $U_m$ -kravet med VFT? .....	2
3. Hur kan VFT utgöra ett stöd i kontrollprocessen? .....	3
4. Hur kan VFT bli en räddning för BBR	
5. Hur kan BBR förenklas .....	4
6. Hur bör krav på VFT ställas relativt PET .....	5
7. Hur hantera VFT i klassningsverktyg .....	5
8. Vilka tillägg är lämpliga för värdet på VFT .....	6
9. Geografiska viktningsfaktorer för VFT .....	6
10. Kan man mäta VFT? .....	7
11. Behövs en beräkningsanvisning för VFT? .....	9
12. Finns någon färdig modell att tillämpa? .....	9
 Bilaga 1. Beräkningsanvisning för värmeförlusttal .....	 10

### Värmeförlusttal som kompletterande krav i BBR

Värmeförlusttal avses inte ersätta begrepp som köpt energi, energiprestanda eller primärenergital enligt BBR25, utan ska ses som ett kompletterande energikrav i BBR på motsvarande sätt som kravet på max  $U_m$  tidigare haft. Dess syfte är att

- främja energieffektiva byggnader oavsett val av tillförselsystem,
- möjliggöra kontroll av byggnadens väsentliga egenskaper innan byggstart
- underlätta projektstyrning i tidigt skede

Värmeförlusttal som energikrav har använts sedan ett 10-tal år i samband med passivhusbyggnade och kriterierna i FEBY09, FEBY12 och FEBY18.

Upphandlingsstöd för byggnader med hjälp av krav på värmeförlusttal ges också i Upphandlingsmyndighetens dokument för upphandling av hållbara byggnader. Detta dokument avser att reda ut begreppen.

2018-10-31

## 1. Hur definiera VFT?

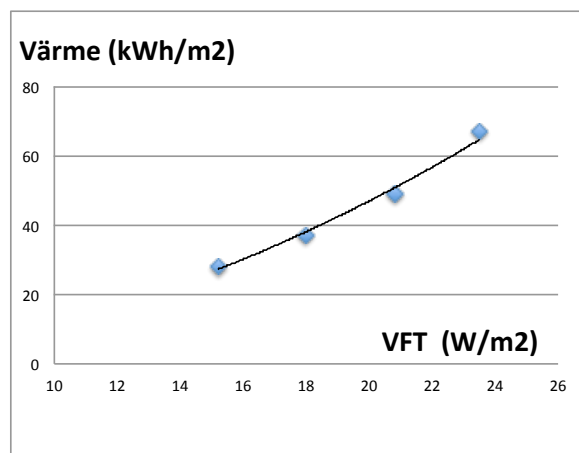
Här definieras värmeförlusttalet vid dimensionerande utetemperatur (DVUT) som byggnadens förluster per uppvärmd area enligt formeln:

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

där  $H_T$  är byggnadens värmeförlustkoefficient [W/K], som beskrivs i detalj i bilaga 1.

$H_T$  beräknas på data för areor, U-värden, läckflöde och ventilationens förluster, dvs data som ändå krävs också för den mer omfattande årsenergikalkyleringen. VFT ger ändå i sin enkelhet en bra bild av byggnadens förväntade årsvärmebehov, med ett nästan linjärt samband inom aktuellt intervall, se figur 1. Ändras solförhållanden eller verksamhetens spillvärme, så kommer linjen i figuren parallellförflyttas upp eller ner medan dess lutning ligger kvar. Det innebär att relationen mellan VFT och värmeenergi ligger kvar.

Värmeförlustkrav har tillämpats i de svenska passivhuskriterierna i över 10 år och erfarenheterna från beräkning, granskningskontroll och mätverifiering är goda.



Figur 1. Netto värmeenergi som funktion av byggnadens värmeförlustfaktor

I Miljöbyggnad 3.0 används ett motsvarande begrepp, värmeeffektbehov, men med två väsentliga skillnader. MBs begrepp är ett mått på klimatskalets värmeförluster, inte byggnadens, där värmeförlusterna anges per omslutande area och inte uppvärmda area. Byggnadens formfaktor påverkar då utfallet och kopplingen mellan värmebehov och värmeförlusteffekt i figur 1 upphör. Därtill gör MBs begrepp ett undantag för frånluftsvärmepumpar och som MB betraktar som återvinningssystem. Byggnad och tillförselsystem blandas då åter ihop och ger inget komplement. MBs särbehandling för frånluftsvärmepumpar har inget stöd i EU-direktivet EPBD<sup>1</sup>.

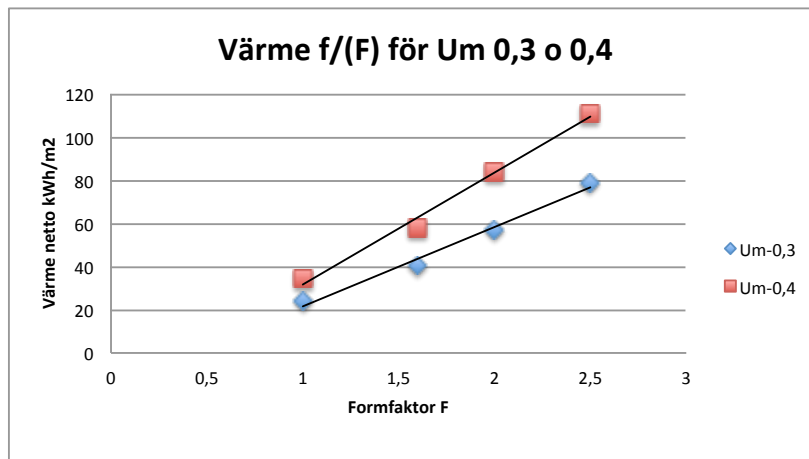
## 2. Varför ersätta $U_m$ -kravet med VFT?

BBR25 har kritiserats för att kravutformningen och valda primärenergital främjar elbaserade system och att byggherren med olika tillförselåtgärder tillåts bygga hus med större värmeförluster. I Boverkets konsekvensutredning till BBR25 anges att detta inte är möjligt, ty kravet på  $U_m$  blir gränssättande. Detta stämmer för just den

<sup>1</sup> I direktiv 2010/31/EU införs en skrivning i artikel 2, 15b; där alla värmepumpar klassas som *värmegenerator*, som ger nyttig värme genom punkt c. Värmeupptagning från en värmekälla i form av omgivningsluft, ventilationsluft, vatten eller mark med hjälp av värmepump (vår understrykning).

2018-10-31

referensbyggnad Boverket räknat på, men inte för byggnader med större formfaktor (omslutande area genom uppvärmd). När skarpere energikrav ställs (t.ex. via miljöklassningssystem eller statliga bidrag för hyresbostäder) accentueras problemet eftersom krav på max  $U_m$  inte längre blir gränssättande (enbart krav på primärenergi skärps). I figuren redovisas sambandet mellan byggnadens värmebehov och byggnadens formfaktor för olika  $U_m$ .



**Figur 1. Netto värmeenergi som funktion av byggnadens formfaktor vid olika  $U_m$ -värden för en bostadsbyggnad med FTX-system (källa: Remissvar BBR NNE 2017/21 (feb 2017), feby.se/rapporter).**

För byggnader med formfaktor strax över ett blir inte  $U_m$ -kravet (0,35 för bostäder i BBR25) begränsande utan primärenergitalet. Detta gäller också för klassningssystem (Svanen, Miljöbyggnad, BREEAM) där kravet på primärenergitalet skärps, men inte  $U_m$ -kravet. Även då främjas elvärmade byggnader.

### 3. Hur kan VFT utgöra ett stöd i kontrollprocessen?

Det är inte bra med energikrav enligt lag, som inte följs upp vad gäller efterlevnad. Komplexiteten i energiberäkningar är stora, mängden indata omfattande, slarvfel och subjektiva bedömningar. Allt detta bidrar till avvikelser. Energiberäkningstävlingar som genomförts visar att mycket stora skillnader i beräkningsresultat uppkommer. Därtill är en del beräkningsstöd som ofta används inte möjliga att granska. Kontroll före startbesked ges i form av granskningar är därför ovanligt<sup>2</sup>. Men kontroll sker inte heller i efterhand. BBR kräver inte eftermätning på byggnader och kommunerna har efter slutbesked lämnats inte med husen att göra. En stor andel byggda flerbostadshus har vid eftermätning legat över ställda minimikrav. Detta visar att kontrollprocessen inte fungerar. Problemet underminerar konkurrensutsättning vid upphandlingar om man med "kreativa" energiberäkningar tillåts uppföra en sämre byggnad än konkurrenternas.

Genom att beräkning av VFT görs i en enkel kalkyl (typ excel) och kräver färre indata än årsenergikalkyler, så blir en kritisk granskning av kommunens byggnadsnämnd möjlig och kan ske innan byggstart ges. Kalkylen kan ligga på Boverkets hemsida så den blir

<sup>2</sup> <https://boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2017/tillsynen-och-efterlevnaden-av-energi-hushallningskravet.pdf>

2018-10-31

gemensam för alla och inte kan manipuleras. Kalkylen kan kompletteras med punkter i kontrollprogrammet som besiktningsmannen kan stämma av mot; mätning av läckflöde (täthet), luftflöde och återvinningsgrad, dokumentation på fönstrens U-värden. Bättre hitta fel och brister innan byggstart än 2 år efter inflyttning.

#### 4. Hur kan VFT bli en räddning för BBR

Primärenergitalet i BBR25 kombinerar byggnadens egenskaper (netto energibehov) med tillförselsystemens egenskaper i samma tal. Enbart med elbaserade lösningar (värmepumpar) istället för fjärrvärme blir det möjligt att komma ner i primärenergital utan att effektivisera byggnaden. Detta leder till att fjärrvärmen trycks tillbaka och elanvändning för uppvärmning ökar. Effekten blir dubbel eftersom också elproduktion i kraftvärmesystem minskar. Elnätets belastning vid låga utetemperaturer ökar. Även installation av solceller ger kompensation för högre värmeförluster.

Primärenergifaktorerna för el och fjärrvärme skiljer sig för lite åt. De ger en relation på 1,95 (el/fjärrvärme) medan värmepumpar har högre COP-tal, ofta 3 – 4. Då klarar man energikraven enklare med en värmepump, vilket också Boverkets egen utredning visar. Kritikerna menar att BBR i första hand måste säkra att byggnaden i sig blir så effektivt att bara lite energi behövs. VFT som ett kompletterande energikrav och på rätt nivå kan säkra byggnadens egenskaper så att valet av tillförselsystem sker utifrån dess egna förutsättningar, se även pkt 6.

#### 5. Hur kan BBR förenklas

Med VFT som komplement kan kravet på  $U_m$  tas bort. Eftersom VFT minskar byggnadens värmeförluster minskar också dess effektbehov när det är som kallast. För en byggnad med värmeförluster på en nivå så den klarar BBR25 kraven för fjärrvärme, så hamnar elbehovet vid dimensionerande utetemperatur under nuvarande krav på installerad eleffekt även om byggnaden skulle vara direktelvärmad. Därmed kan alla skrivningar och noter om installerad eleffekt tas bort och behöver inte heller kontrolleras av besiktningsmannen.

När vi börjar bygga husen på passivhusnivå, med värmebehov på nivån 10 – 15 kWh/m<sup>2</sup>. Så blir kalkylerna extremt känsliga. Ett rent påslag för vädring på 4 kWh/m<sup>2</sup> motsvarar ju då ca 30% och känns väldigt grovt. Att man dessutom med den geografiska justeringsfaktorn får ett vädringspåslag på 5 kWh/m<sup>2</sup> i Malmö men bara 2 kWh/m<sup>2</sup> i Kiruna blir tämligen absurt. Även VVC-förlusterna går in i den post som ska justeras mot uteklimatet.

Egentligen skulle det räcka med ett energikrav på VFT och som kontrolleras innan byggstart. Då skulle det räcka med att primärenergitalet beräknas, redovisas och mäts. Det finns redan krav på effektiva installationer för fastighetsenergi, varmvattnet är beteendeberoende, men kan kompletteras med klasskrav på energiklassade varmvattenarmaturer. Ska el användas för värme och varmvatten kan krav läggas på en lägsta värmefaktor (SCOP). Enkelt och tydligt. Inga geografiska justeringsfaktorer etc. Eftersom energiberäkningarna sällan kontrolleras och flertalet byggnader inte behöver mätas (räcker med beräkning enligt BBR) så är det ju egentligen så här det redan fungerar bara det att det inte finns något VFT-krav i BBR25 och husen byggs med stora värmeförluster. Men nu krävs krav med primärenergital enligt EPBD-direktivet. Då

2018-10-31

måste Sverige göra bägge delar och sedan kunna visa på att vi uppnår samma resultat, men med den enklare utformning av energikrav som här skissats.

## 6. Hur bör krav på VFT ställas relativt PET

Kravnivån ska anpassas till vad som är kostnadsoptimalt, men årsenergin påverkas av byggnadens skuggningsförhållanden. Kravnivå för värmeförlusttalet bör därför sättas utifrån en kostnadsoptimal nivå avseende årsenergi för en fjärrvärmd byggnad i ett skuggigt läge. Med samma krav och ett soligt läge så kommer årsenergin hamna lägre, men byggnaden får samma utformning eftersom samma krav gäller för värmeförlusttalet. Detta innebär att primärenergitalet blir styrande för det skuggiga läget, medan värmeförlusttalet blir styrande i det soliga läget. Värmeförlusttalet blir också styrande för samma byggnad om värmepumpar väljs istället för fjärrvärme och har ett värde på SCOP som är högre än PET-relationen mellan el och fjärrvärme (som BBR25 idag).

Skillnaden mellan ett skuggigt och soligt läge kan vara så stort som 10 kWh/m<sup>2</sup>. Det är ju inget som byggherren normalt kan rå över och slipper nu drabbas av detta.

## 7. Hur hantera VFT i klassningsverktyg

Problemet med att BBRs energiprestandatal premierar värmepumpslösningar när energikraven i klassningsverktyg skärps relativt prestandatalet (t.ex. 25% eller 50% lägre) kommer kvarstå såvida inte klassningskraven avser skärpning av värmeförlusttalet om denna införts, dvs skärpning av byggnadens uppvärmning.

Eftersom varmvattenbehovet är beteenderelaterat kan inte byggherren påverka varmvattenanvändningen annat än mycket marginellt. Samma sak gäller hissar, pumpar och fläktar. Följande exempel visar att en energiklassning A, med 50 % reduktion av primärenergitalet (PET) enligt BBR ger en omöjlig situation för en fjärrvärmd byggnad och kan enbart klaras med värmepumpslösningar och då utan en enda åtgärd för att minska byggnadens värmeförluster.

	PET/BBR25	PET -25%	PET -50%	VP SCOP 3,7
Värme	39	18	0	16,9
Vädring o VVC	7	7	7	3,0
Varmvatten	22,5	22,5	22,5	9,7
Fastighetsel	16	16	12,8	12,8
Summa PET	85	64	42	42

**Tabell 1. Fjärrvärt flerbostadshus med B-klassade varmvattenarmaturer och 10 kWh/m<sup>2</sup> el för fastighetens drift som i första kolumnen precis klarar BBR- kravet. Kolumn 2 och 3 med 25 respektive 50 % reducerad PET. Den fjärde kolumnen värms den ursprungliga byggnaden med en värmepump.**

En 25 % reduktion av PET kräver en halvering av byggnadens värmeförluster. Vädring och VVC påverkas inte. En reduktion med 50 % kräver att byggnaden helt är utan värmeförluster vilket är orimligt. Detta även om man lyckats reducera el till fläktar pumpar, mm med 20 %. Den fjärde kolumnen visar att precis samma byggnad som BBR25-byggnaden kan klara en reduktion med 50 % om värmepumpar installeras som i genomsnitt ger SCOP 3,7.

2018-10-31

Resultaten visar också att BBR har nått vägs ände vad gäller skärpningar av BBR med nuvarande BBR-konstruktion och att även energiklassningssystemet (klass A – G), där A och B är just 25, respektive 50 % reduktion av primärenergitalet måste ses över.

## 8. Vilka tillägg är lämpliga för värdet på VFT

### Små byggnader

Små byggnader med ett eller två våningsplan har väsentligt större formfaktor och därmed större värmeförluster oavsett bostadshus eller lokal. Små byggnader har stora takareaer och alltså större möjligheter att kompensera högre värmeförluster med sol. Kompensering fullt ut ger inget incitament för att välja bättre form.

I FEBY18 ges ett tillägg på värmeförlusttalet (VFT) för byggnader mindre än 600 m<sup>2</sup>:  
 $+ (600 - A_{temp})/110 \quad (W/m^2 A_{temp})$

Exempel; För en byggnad med 160 m<sup>2</sup> medges ett tillägg på VFT:  $+ (600-160)/110 = 4 W/ m^2 A_{temp}$

### Större luftflöden

Verksamhet som kräver större luftflöden bör kompenseras fullt ut, men utgå från att ett bra värmeåtervinningssystem finns.

Tillägg för byggnader i FEBY18 ges för luftflöde  $q_{medel}$  mellan 0,45 - 1,0 l/s, m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub> enligt ekvationen:

VFT:  $+ (q_{medel}-0,35) \times 0,18 \times (22-DVUT) \quad (W/ m^2 A_{temp})$

Gränsen vid 0,45 l/s, m<sup>2</sup> innebär att flertalet bostäder inte kommer behöva lägga på ett tillägg.

## 9. Geografiska viktningsfaktorer för VFT

Finns anledning att ha geografiska justeringsfaktorer och kan i så fall dessa tillämpas även på värmeförlusttal? För en given byggnad kommer VFT att öka om den flyttas till en kallare ort med lägre dimensionerande utetemperatur, men inte alls lika mycket som värmebehovet förändras. Samma justeringsfaktor för värme bör inte tillämpas på värmeförlusttalet<sup>3</sup>.

### Syftet med geografiska justeringsfaktorer $F_{geo}$ har målkonflikter

Justeringsfaktorerna har som mål att småhus och systemleverantörer vill kunna leverera samma produkt över hela landet och därmed till lägre kostnad. Här finns en målkonflikten i att byggnaderna inte optimeras för det aktuella klimatet. En kostnadsoptimering innebär mer isolering ju kallare klimatet är. Det lönar sig bättre. Tas ingen hänsyn till detta kommer samhällskostnaden öka genom att en del av byggnaderna isoleras mer och andra mindre än motiverat<sup>4</sup>. Skillnaden i värmebehov för

<sup>3</sup> MB tillämpar samma justeringsfaktor för deras begrepp "värmeeffektbehov"

<sup>4</sup> En studie runt angivna målkonflikt saknas. Hur stor andel av nyproduktionen produceras i fabriker och transporteras över minst halva Sverige? Hur många av dessa kundanpassas ändå vad avser fönsterantal, utformning, mm?

Prefab-nyttan ligger framför allt på fabriksproducerade ytterväggsenheter. Då finns andra systemdelar som kan optimeras:

- isolering under plattan på mark
- fönster med annat U-värde

2018-10-31

samma byggnad i norr och i syd är avsevärd. Dessutom strider upplägget med  $F_{geo}$  mot EU-direktivets krav på kostnadseffektivitet och en avvikelse på högst 15 % från denna.

Sannolikt kan vi dela in Sverige i ca tre klimatzoner där avvikelsen uppgår till högst +/- 15 %. Då räcker det med att en systemleverantör anpassar sin produkt till energikravet för den klimatort som ligger sämst till i respektive klimatzon.

### Tre klimatzoner

I FEBY18 definieras tre klimatzoner utifrån dimensionerande utetemperatur (Boverkets tabell inkluderar 310 orter) och med ett tillägg på  $1 \text{ W/m}^2$  för varje steg mot kallare klimatzon. Detta tillägg motsvarar ca halva compensationen för det kallare klimatet utifrån logiken att det lönar sig att isolera mer ju kallare klimat.

#### Utdrag FEBY18:

Tillägg medges med

VFT:  $+ 1 \text{ W/m}^2 A_{temp}$  för orter där DVUT<sup>3</sup> är lägre än -17,0 grader

VFT:  $+ 2 \text{ W/m}^2 A_{temp}$  för orter där DVUT<sup>3</sup> är lägre än -22,1 grader.

DVUT<sup>3</sup> avser DVUT för tre dygns tidskonstant, se även anvisningar i bilaga 3.

Gränsen -17 grader ligger i inlandet norr om Mälaren.

### 10. Kan man mäta VFT?

Verifiering av ett energikrav kan ske baserat på granskning av handlingar eller via mätning. Som komplement till en granskad energikalkyl utgör tryckprovningresultat och ventilationsprotokoll (luftflöde och verkningsgrad) väsentliga delar i en verifieringsstrategi via punkter i kontrollprogrammet. Granskningen sker med fördel innan byggandet påbörjas, så fel kan rättas till.

Mätning av VFT är ett utmärkt sätt för byggherren att tidigt få en återkoppling från genomförd entreprenad och redovisas metodmässigt nedan. Ur ett myndighetsperspektiv är det stora och viktigaste steget att kravet införs och kontrolleras innan byggstart kompletterat med punkterna i ett kontrollprogram enligt ovan. Eftermätning sker enklast indirekt via den mätning av årsenergi som ändå borde utgöra ett skallkrav, vilket det inte är idag. Av resultaten framgår då om uppvärmningsenergi ligger i nivå med vad byggnadens värmeförlusttal ger.

Vid Umeå universitet har utvecklats robusta metoder att analysera byggnaders energiförlusttal baserat på mätdata från byggnader baserat på

- månadsmedelvärden (Sjögren 2007b)<sup>5</sup>
- metodik för att hantera solinverkan, markförluster och termisk tröghet (Vesterberg 2016b).
- parkopplade timvärden (Lidelöw, Sofia, 2015)<sup>6</sup>

- 
- FTX-aggregatets verkningsgrad
  - isolerkvalité (lambdavärden)

Även med samma ytterväggsenhet finns därmed påfallande anpassningsmöjligheter.

<sup>5</sup> Sjögren, Jan-Ulric. Energy Performance of Multifamily Buildings - Building Characteristic and User Influence.

2018-10-31

Ett nyligen slutredovisat SBUF-projekt (Olofsson 2016)<sup>7</sup> påvisade att byggbranschen efterfrågar metoder som beskriver byggnadens energiprestanda i form av förlusttal. Metodiken ska vara användarvänlig och helst göras så nära överlämnandet som möjligt.

Mycket av metodutvecklingsfasen är avklarad men det saknas verifieringsstudier på ett större antal representativa byggnader.

Möjligen ligger därmed mätverifiering av värmeförlusttal av lågenergibyggnader längre fram än metodik för mätverifiering och normalisering av årsenergi, där föreskrifterna enligt BEN saknar motsvarande forskningsbaserade studier, uppgifter om felintervall för metod och mätmetodik, etc saknas. Detta är besvärande då hushållsel, solinstrålning och personvärme får så stor påverkan i lågenergihus.

Mätverifiering av bostadsbyggnader kan ske på i princip två olika sätt.

1. Statisk mätning av byggnadens energibalans. I princip samma mätningar som krävs för årsenergi men begränsat till en period om några veckor under årets kalla, men mörka årstid. Ur energibalansen och temperaturskillnaden ute och inne erhålls byggnadens förlustfaktor som sedan ger värdet för effektbehovet vid DVUT.

Metoden har tillämpats i Västerås på ca 100 småhus och för några flerbostadshus som mätverifierats enligt FEBY09. En fullständig metodbeskrivning med anvisningar<sup>8</sup> finns framtaget för FEBY09 och ger som resultatet värmeeffektbehov, dvs den ger ett värmeförlusttal först efter tillägg för interna värmelaster. Den behöver därför uppdateras för att kunna gälla för ett värmeförlusttal.

2. Mätning via byggnadens förlustfaktor. Detta baseras på loggning av timmedelvärden för tillförd energi, samt inne- och utetemperatur. Lutningskoefficienten ger direkt ett värde för byggnadens förlustfaktor exklusive byggnadens förluster mot mark. Denna metod kräver väsentligt färre mätparametrar, men istället en längre mätperiod och helst loggning av timvärden. Värmeförlusttalet beräknas sedan baserat på förlustfaktorn.

$$VFT = F \times (21 - DVUT) + M \quad (W/m^2) \quad (1)$$

där

M = markförluster

F = byggnadens förlustfaktor (W/m<sup>2</sup>,K) och bestäms med mätmetod enligt nedan.

Att markförlusterna betraktas som en konstant beror på markens temperaturtröghet relativt utetemperaturen, dvs den är relativt konstant relativt de svängningar som mäts upp vid varierande utetemperaturer. Det mätfel som detta eventuellt kan ge kan begränsas genom en metod med parade medelvärden (se ref 4).

---

<sup>6</sup> Lidelöw, Sofia. Byggtreprenörens energisignatur, SBUF 2015.

<sup>7</sup> Olofsson, Tomas. Metodik för byggtreprenören att kvalitetssäkra byggnadens effektivitet. SBUF 2016.

<sup>8</sup> <http://feby.se/images/Rapporter/Matning%20och%20verifiering%20FEBY2009.pdf>



2018-10-31

Bägge dessa alternativa metoder har tillämpats på ett flerbostadshusområde för sex punkthus som underlag för passivhuscertifiering. Trots mätning under första vinterperioden gav resultaten en rimlig spridningsbild<sup>9</sup>.

Oavsett val av metod kan hantering och bearbetning av mätdata med fördel automatiseras med hjälp av stödsystem. Ett sådant (Energihuskalkyl ver 1.0) har använts för att underlätta normalisering och beräkning av såväl värmeeffektbehov och normaliserad årsenergianvändning i ett småhusområde för Västerås med 100 mätverifierade småhus.

### 11. Behövs en beräkningsanvisning för VFT?

Ja, så länge inte ett officiellt beräkningsstöd finns utlagd på Boverkets hemsida finns annars öppningar för egna varianter med andra resultat. Se även beräkningsanvisningen i bilaga 1.

### 12. Finns någon färdig modell att tillämpa?

Ja, se energikraven i FEBY18<sup>10</sup>, där också kompletterande krav ställs på ljudklass, täthet, effektiva installationer och kontrollprogram.

FEBY18 klassar byggnaderna på tre nivåer utifrån kravet på VFT, vilket redovisas i tabell 2 där också indikativa värden på årsenergi och PET enligt BBR25 ( $PE_{el} = 1,6$ ). Brons för fjärrvärmade flerbostadshus hamnar på nivån för BBR25 (högst 85 kWh/m<sup>2</sup>). För elvärmade byggnader är dock BBR25 mer generös.

Bostäder	Exempel	Fastighets-	Netto	Fjärrvärm	Elvärm	Fjärrvärm
> 600m <sup>2</sup>	VFT	energi	värme			EP <sub>PET</sub>
Guld	14	9	20	52	26	57
Silver	19	10	34	66	32	72
Brons	22	12	42	76	38	83

**Tabell 2. Fjärrvärt flerbostadshus med B-klassade varmvattenarmaturer. FEBYGuld motsvarar tidigare passivhusnivån i FEBY12.**

<sup>9</sup> Verifierat passivhus – kv Fridhem.

[http://nollhus.se/images/Rapporter/Verifierat\\_passivhus\\_Fridhem.pdf](http://nollhus.se/images/Rapporter/Verifierat_passivhus_Fridhem.pdf)

<sup>10</sup> [feby.se/kriterier](http://feby.se/kriterier)

2018-10-31

## Bilaga 1. Beräkningsanvisning för värmeförlusttal

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

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

$U_m$  klimatskärmens genomsnittliga U-värde beräknas enligt EN ISO 13789:2007 och SS 24230 (för plåttregling) [W/ m<sup>2</sup> K]. Avser byggnadens hela invändiga höjd, från överkant bottenbjälklag till underkant vindsbjälklag.

$A_{om}$  klimatskärmens omslutande area, mätt invändigt

$\rho \cdot c \cdot q_{läck}$  värmeeffektörluster p.g.a. luftläckage  $q_{läck}$  [l/s], luftens densitet  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>], och värmekapacitet  $c$  [kJ/kg,K]

$\rho \cdot c \cdot q_{vent} \cdot (1 - v) \cdot d$  värmeeffektörluster pga. ventilation med hänsyn till systemets verkningsgrad,  $v$ , densitet,  $\rho$ , värmekapacitet,  $c$ , och relativ drifttid,  $d$ . Frånluftsvärmepumpar utgör ett system för värmeproduktion och utgör inte värmeåtervinning i denna kalkyl.

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

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

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

$q_{50}$  är specifikt läckflöde vid 50 Pa tryckskillnad inne och ute [l/s, m<sup>2</sup> omsl. area].

$e$  och  $f$  är vindskyddskoefficienter enligt EN ISO 13789:2008 (se tabell i FEBY18).

### Dimensionerande vinterutetemperatur DVUT

För DVUT finns en tabell för ett 310 orter som baseras på temperaturdata från 1981 – 2010. Tabellen kan laddas från Boverkets hemsida.

Välj det värde som överensstämmer med den aktuella byggnadens tidskonstant, men vald tidskonstanten får högst motsvara 3 dagar även om byggnadens tidskonstant är längre. Tabellen kan laddas från Boverkets hemsida.

För byggnader med en värmeförlustkoefficient lägre än 0,65 W/m<sup>2</sup> (byggnadens VFT < 20 W/m<sup>2</sup> i Malmö, < 24 W/m<sup>2</sup> i Stockholm) kan ett schablonvärde på 3 dygn tillämpas oavsett byggnadskonstruktion. Tidskonstanten är ett mått på den tid det tar för byggnadens innetemperatur att svara på en hastig temperaturförändring utomhus eller avbrott i värmeförseln.