



FEBY
Forum för Energieffektivt Byggnade

Kravspecifikation för energieffektiva byggnader

Bostäder och lokaler

FEBY 18
Jan 2024

www.feby.se

Förord

Den Europeiska Unionen har genom direktivet EPDB¹ ålagt medlemsländerna att anpassa sina byggregler till ”Nära Nollenergi Byggnader”. Byggreglerna i svensk tappning via BBR har varit under ständig omarbetning och inkluderat flera besvärande problem; sämre byggnadsegenskaper kan kompenseras med åtgärder i tillförselsystemen, dvs säkrar inte att byggnaden i sig ska vara energieffektiv med låga värmeförluster, tar inte hänsyn till att kallare klimat kräver mer isolering, premierar elvärmda byggnader, är inte tillräckligt pådrivande och svår att hantera i kontrollprocessen. Det innebär också att samtliga andra klassningssystem som relateras till BBR (Svanen, Miljöbyggnad, LEED, BREAM, Green Building) också har dessa problem. Problem som t.o.m. förvärras när kraven skärps eftersom BBRs bivillkor som max installerad eleffekt och max U_m inte skärpts samtidigt. Ofta blir värmepumpslösningar den enklaste utvägen och då utan hänsyn till driftkostnader och miljöpåverkan.

Därför behövs FEBYs mer genomarbetade energikriterier som stöd för byggherrar som önskar byggnader med bra energiegenskaper.

FEBY18 inkluderar tre valbara nivåer varav FEBY Guld ersätter tidigare passivhuskriterier. Januari 2024 infördes ytterligare en klassning: FEBY Plushus, baserat på FEBY Guld för större byggnader och FEBY Silver för mindre byggnader. Den ersätter den tidigare klassningen FEBY Guld Plushus.

FEBY18 utges av Forum för Energieffektivt byggande, en förening för utveckling och spridning av energieffektivt byggande.

FEBY18 är helt medlemsfinansierad.

December 2023

Forum för Energieffektivt Byggande

¹ Energy Performance of Buildings Directive

Sammanfattning

Kraven i detta dokument avser alla byggnadskategorier; småhus, flerbostadshus och lokaler.

Följande krav ska klaras oavsett klassningsnivå:

Värmeförlusttal, VFT_{DVUT}

Tre alternativa kravnivåer att välja på (Guld, Silver, Brons), samt FEBY Plushus.

Årsenergi ska redovisas.

För elvärmad byggnad tillkommer krav på max årsenergi och för FEBY Plushus en balansering av levererad energi till och från byggnaden.

Ljudkrav och krav på max **luftläckning** genom klimatskärm.

Solvärmelasttal (SVL).

En **fuktsäkerhetsplan** ska finnas.

Kontrollplan, ska upprättas för större byggnader (>600 m²).

Energieffektiva installationer, minst 8 pluspoäng ska klaras (småhus; 5 poäng).

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1. Inledning.....	4
2. Värmeförlusttal.....	6
3. Årsenergi	6
4. FEBY Plushus	7
5 Byggnadskrav	8
5.1 Ljud	8
5.2 Termisk komfort	8
5.3 Luftläckning	8
5.4 Fuktsäkert byggande	8
6. Energieffektiva installationer	9
7. Kontrollplan	10
8. Certifiering och verifiering.....	10
9. Beräkning	10
Beräkning av värmeförlusttal (VFT)	10
Beräkning av årsenergi	10
Beräkning av årsvärmefaktor	11
Beräkning av värmebalans för luftvärmad byggnad.....	11
Bilaga 2. FEBY Råd för energieffektivt byggande	14
Bilaga 3. Beräkning av värmeförlusttal (VFT)	16
Bilaga 4. Exempel på innehåll i kontrollplan	18
Bilaga 5. Certifiering och verifiering	19

1. Inledning

För byggherrar som vill säkra en byggnad med låga driftkostnader under lång tid och låg miljöpåverkan för tillförd energi ger FEBY18 kriterierna ett genomarbetat stöd.

Kravspecifikationerna har som sin kärna lågt värmeförlusttal. Detta garanterar en byggnad med små värmeförluster och ett lågt värmeeffektbehov när det är som är kallast. Det är därigenom teknikneutralt relativt olika tillförselsystem såsom el, fjärrvärme, mm. Fokus på värmeförlusttalet är ett ställningstagande för det som är viktigast att styra i byggandet av långsiktigt hållbara hus. Installationer och tillförselssystem kan snabbt bytas ut över tiden, men husens stomme och inredning förnyas långsamt. Ett kompletterande poängsystem ska dock främja åtgärder som ger effektiva lösningar för fastighetens installationer. Därmed kommer dessa upp till diskussion tidigt i byggprocessen.

För att i övrigt säkra byggnadens miljö- och hälsomässiga egenskaper finns kompletterande byggnadstekniska krav och rekommendationer utöver de som finns i byggreglerna. I övrigt hänvisas till de gällande byggreglernas (BBR:s) definitioner, minimikrav och referensvärden.

Förändringar jämfört med FEBY12 finns sammanfattat i ett PM under fliken kriterier på hemsidan, feby.se.

Klassning enligt FEBY18

FEBY Guld motsvarar energikraven för nivån passivhus i FEBY12.

FEBY Silver ersätter kraven i FEBY12 för minienergihus

FEBY Brons ger byggnader på samma nivå som BBR25 men med säkrat låga värmeförluster och teknikneutralt relativt olika energislag.

FEBY Plushus, baserat på FEBY Guld för större byggnader och FEBY Silver för mindre byggnader. Kravet är kompletterat med ett krav på att utlevererad energi ska vara större än levererad energi till byggnaden.

För att använda t.ex. begreppet Guld/Silver/Brons eller FEBY Plushus 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 enligt FEBY Guld/Silver/Brons/Plushus",
- "Certifierat enligt FEBY Guld/Silver/Brons/Plushus",
- "Verifierat enligt FEBY Guld/Silver/Brons/Plushus"

I det första fallet avser benämningen en byggnad som baserat på bygghandlingar beräkningsmässigt uppfyller kraven och syftar till att byggnaden ska klara kraven också i drift. I det andra fallet är detta granskat av ett av FEBY utsett granskningsorgan. För verifierad byggnad så skall kraven dessutom vara styrkta av tredje part genom mätningar.

Giltighet

Ansökan om certifiering ska om möjligt inkomma senast ett år efter det byggnaden tagits i drift. Verifiering enligt FEBY kan endast göras för en certifierad byggnad.

En byggnad som tidigare certifierats som FEBY Guld kan i efterhand uppdateras med solcellsinstallationer och senare klassas som verifierad enligt FEBY Plus baserat på mätvärden.

Certifiering/verifiering baseras på de handlingar som byggnaden uppförs utifrån.

Ordlista

Begreppen A_{temp} (area), byggnadens primärenergital (EP_{PET}), fastighetsenergi, verksamhetsenergi, följer Boverkets byggreglers definitioner i BBR29.

A_{glas} , är fönsterglasarea.

Byggnadens tidskonstant, ett mått på byggnadens nerkylning utan värmeförsel, se bilaga 5. DVUT; byggnadens dimensionerande vinterutetemperatur, påverkas av ortens klimat och byggnadens tidskonstant. DVUT-tabell för 310 orter för perioden 1992 – 2020 finns på Boverkets eller SVEBYs hemsida (sveby.org).

Energihuskalkyl, beräkningsprogram för beräkning av värmeförlusttal och årsenergi (www.energihuskalkyl.se)

Elvärmda byggnader, avser i dessa kriterier byggnader med helt elvärmda värmesystem för uppvärmning och varmvatten (braskaminer för trivseländamål kan ingå).

Formfaktor, definieras som omslutande area/uppvärmd area.

q_{medel} avser medelluftflödet för en veckas alla 168 timmar under uppvärmningssäsongen.

SVL = Solvärmelasttal, är ett mått på solvärmeinstrålningen sommartid per uppvärmd area med hänsyn tagen till skuggningsförhållanden ($W/m^2 A_{temp}$).

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

Årsvärmefaktor (SCOP) för egen producerad energi avser avgiven nyttiggjord värme-/varmvattenenergi dividerad med tillförd energi.

2. Värmeförlusttal

Byggnadens värmeförlusttal VFT_{DVUT} ($W/m^2 A_{temp}$) skall högst uppgå till värdet enligt tabell 1 för byggnader större än $600 m^2$. VFT beräknas enligt anvisningar i bilaga 3 och med en inne-temperatur på 21 grader oavsett byggnadstyp och verksamhet. Samma krav gäller för alla byggnadskategorier.

Byggnader	VFT
$> 600 m^2$	$(W/m^2 A_{temp})$
FEBY Guld	14
FEBY Silver	19
FEBY Brons	22

Tabell 1. Krav på värmeförlusttal. Indikationer för den årsenergi som detta resulterar i, finns redovisat i PM under fliken Kriterier på hemsidan feby.se

Tillägg för små byggnader

Tillägg för byggnader mindre än $600 m^2$ enligt:

$$VFT: + (600 - A_{temp})/110 \quad (W/m^2 A_{temp})$$

Tillägg vid större luftflöden

För byggnad med större genomsnittligt luftflöde q_{medel} än $0,45 l/s, m^2$ medges tillägg (inom intervallet $0,45 - 1,0 l/s, m^2$) enligt:

$$VFT: + (q_{medel}-0,35) \times 0,18 \times (21-DVUT) \quad (W/m^2 A_{temp})$$

Tillägg för kallare klimat

Tillägg medges med:

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

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

$DVUT^3$ avser $DVUT$ för tre dygns tidskonstant, se även anvisningar i bilaga 3.

3. Årsenergi

Alla byggnader

Byggnadens årsenergi och resulterande primärenergital (EP_{PET}) skall beräknas och redovisas (redovisningskrav) enligt Boverkets anvisningar.

När byggnaden energideklareras ska EP_{PET} vara lika eller lägre än det värde där byggnaden klarar klassningskravet den är certifierad för. Detta utgör grunden för mätverifiering av byggnaden.

Vad angivna värmeförlusttal ungefär ger i primärenergital och i total energiåtgång finns redovisat på feby.se.

Elvärmad byggnad

För elvärmad byggnad ska levererad el till byggnaden för uppvärmning, varmvatten och fastighetsenergi hamna under:

	(kWh/m ²)
FEBY Guld	26
FEBY Silver	32
FEBY Brons	38

Detta krav för elvärmade byggnader är ett tillägg utöver kravet på VFT. Byggnaden kommer klassas för den lägst uppfyllda nivån för värmeförlusttal och årsenergi.

För elvärmade byggnader med högre luftflöden inom intervallet 0,45 – 1,0 (l/s,m²) medges ett tillägg med: $8 \times (q_{medel} - 0,35)$ elenergi.

För byggnader med kombinerade energislag och där elenergi för systemdel värme eller varmvatten överstiger 3 kWh/m² (t.ex. värmepump), ska elbaserad systemdel ha en årsvärmefaktor på minst 2,5. Årsvärmefaktorn definieras här som avgiven nyttiggjord värme-/varmvattenenergi dividerad med tillförd levererad energi och där tillförd energi kan vara en kombination av elenergi och annat energislag. Med nyttiggjord avses avgiven energi efter eventuella ackumulatörer.

4. FEBY Plushus

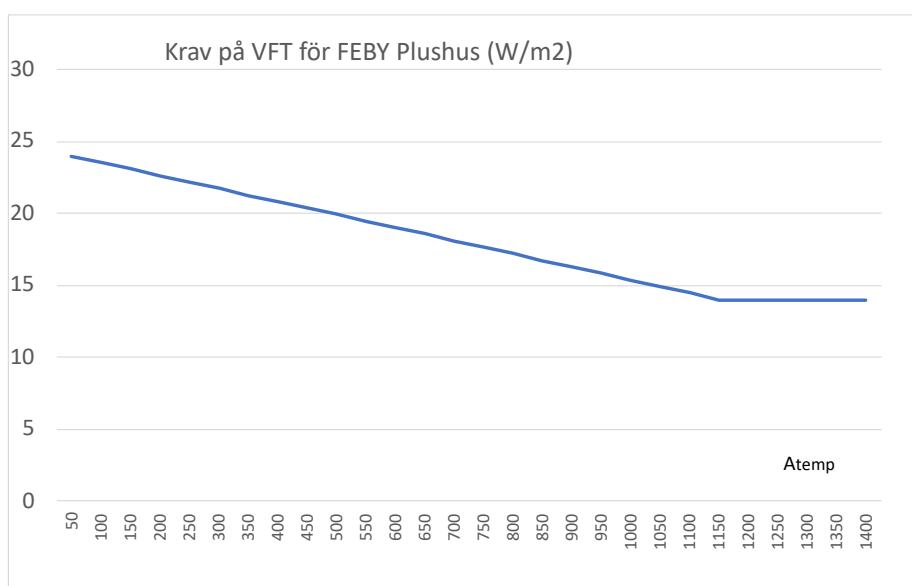
För ett plusenergihus enligt *FEBY Plushus* gäller utöver kraven för FEBY Guld även att summan av levererad viktad energi till byggnaden (enligt BBRs avgränsningar för byggnadens energianvändning) skall vara mindre än eller lika med summan levererad viktad energi från byggnaden under ett år.

För beräkning av viktad energi används Boverkets viktningstal enligt gällande BBR för det år som ansökan om plushusklassning inlämnas. Samma viktningstal tillämpas både på levererad energi till byggnaden och från byggnaden.

För mindre byggnader sänks kraven på värmeförlusttalet succesivt ner till nivån FEBY Silver enligt följande;

VFT : $19 + (600 - A_{temp})/110$ för $A_{temp} < 1150 \text{ m}^2$, se figur 1.

Figur 1. Krav på byggnadens värmeförlusttal (W/m^2) som funktion av byggnadens area (A_{temp}) för byggnader upp till 1150 m^2 .



5 Byggnadskrav

5.1 Ljud

Ljud från ventilationssystemet skall klara minst ljudklass B i sovrum och vardagsrum (26 dBA) enligt SS 02 52 67, vilket ska mätas i kontrollprogrammet.

5.2 Termisk komfort

Byggnadens innetemperatur för perioden april – september skall beräknas och redovisas (redovisningskrav). Alternativt kan redovisningen istället ske för byggnadens solvärmelasttal (SVL) för byggnadens mest solutsatta bostad eller solutsatt arbetsrum i lokalbyggnad utan komfortkyla förutsatt att:

SVL ≤ 29 för bostadsbyggnad (bostaden anses här utgöra klimatzon)

SVL ≤ 32 för lokalbyggnad utan komfortkyla

Solvärmetalet beräknas enligt: $SVL = 800 \times g \times A_{\text{glas}}/A_{\text{golv}}$, (1)

där g = solfaktorn, som tar hänsyn till instrålad solvärme genom glaset också med hänsyn till skuggningsförhållanden och solavskärmning².

För bostad/arbetsrum med fönster åt två väderstreck mellan 90 grader (ost) och 270 grader (väst) beräknas det sammanlagda solvärmelasttalet enligt:

$SVL = (560 \times g \times A_{\text{glas s/v/ö}} + 560 \times g \times A_{\text{glas s/v/ö}}) / A_{\text{golv}}$, där s/v/ö är glasens orientering.

Om värde enligt ekvation 1 blir högre för sida med störst solbelastning väljs det högre värdet.

Mellanliggande persienner ska vara fabriksmonterade. För småhus kan eftermontage av utanpåliggande solskydd accepteras förutsatt att montaget är förberett för eldragning och infästningsmöjligheter.

Rekommendationer för termisk komfort ges i bilaga 2.

5.3 Luftläckning

Luftläckning q_{50} genom klimatskärmen skall vara maximalt 0,30 l/s m² omslutande area vid en tryckdifferens på 50 Pa enligt SS-EN ISO 9972:2015 som genomsnitt för byggnaden. Tätheten ska mätverifieras och ställs lämpligen som krav i kontrollprogrammet.

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

Exempel: en byggnad med ett våningsplan som har formfaktor 3,0 ska då klara $0,5/3 = 0,17$ l/s,m² omslutande area. Småhus har vanligen en formfaktor över 1,7.

5.4 Fuktsäkert byggande

För att förhindra mikrobiologisk påväxt skall en fuktsäkerhetsplan upprättas och alla fuktsäkerhetskrav ska dokumenteras.

² Solavskärmningsfaktorer beräknas med lämpligt programstöd, t.ex. SSF Esbo Light (solskyddsförbundet)

Trä

Fuktkvot <0,20 kg/kg under byggtid (gäller även leveransfuktkvot till byggarbetsplatsen). Kravet innebär att materialet behöver våderskyddas. Fuktkvot <0,16 kg/kg vid inbyggnad och under förvaltningsskedet. 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.

Golvmaterial

Kritiskt fuktillstånd (enligt materialtillverkare samt Hus AMA 98) för mattor, lim, spackel skall underskridas och uppmätas av RBK – auktoriserad fuktkontrollant³ eller likvärdigt.

Referenser: ByggaF från Fuktcentrum⁴

6. Energieffektiva installationer

För att stimulera till val av energieffektiva installationer, minskad miljöpåverkan och kvalitetssäkring, skall eget val av åtgärder ge minst det antal poäng som anges i tabellen. Anvisningar ges i bilaga 1, där också en redovisningsmall finns.

Poängkrav

Bost/lokal ≤ 600m ²	5
Bostad > 600m ²	8
Lokal > 600m ²	8

Delområde	< 600 m ² bost/lokal	Bostad ≥ 600 m ²	Lokal ≥ 600 m ²
Kvalitetssäkring			
Kontrollplan	5	Skallkrav	Skallkrav
Mätare stora FTX-aggregat	-	2	2
Effektiva installationer			
VV blandare energiklass A	2/0	2	0
Fördelningsmätning (IMD) - varmvatten	0/0	2	0
Värmeåtervinning dusch/spillvatten	1 - 5	1 - 5	1 - 5
Isolering av varmvattencirkulationsledning, serie 3 A eller samisolerad.	0/0,5	0,5	0,5
Specifik fläkteffekt, SFP < 1,5 kW/m ³ /s	3	3	3
Behovsstyrd belysning	0/3	5	5
Verksamhet			
Styrd belysning - verksamhet	0	0	5
Lokal energi			
Lokal energiproduktion	3	6	6
Klimatpåverkan			
Livscykelanalyser (LCA)	3	3	3

³ Rådet för ByggKompetens

⁴ http://www.fuktcentrum.lth.se/verktyg_och_hjelpmedel/fuktsackert_byggande/byggaf_metoden/

7. Kontrollplan

Kontrollplan för större byggnader (>600 m²) skall upprättas, se bilaga 4.

Kontrollplan för mindre byggnader (≤600 m²) rekommenderas, se bilaga 4.

8. Certifiering och verifiering

Certifiering och verifiering baseras på tredjepartsgranskning av handlingar respektive mätdata utförda av granskningsorgan utsedda av FEBY, medans klassningen Projekterad enligt FEBY och som utgör en egendeclaration inte granskas.

Certifikat

För en certifierad byggnad erhålls ett diplom som utges av FEBY eller av FEBY anvisat certifieringsorgan och visar vilken energiklass byggnaden uppfyller enligt FEBY, samt beräknat primärenergital (EP_{PET}) för byggnaden enligt BBR.

Certifieringen baseras på bygghandlingar och eventuella mätprotokoll (om dessa är klara), se även bilaga 5.

Verifikat

Energiverifikatet visar att byggnadens energideklarerade EP_{PET} är lika eller lägre än det värde där byggnaden precis klarar klassningskravet den är certifierad för. EP_{PET} baseras på mätvärden som korrigeras enligt Boverkets anvisningar i tillämplig BEN-version.

Kravet för en elvärmad byggnad uppfylls om uppmätt och normaliserat värde för köpt el är lägre eller lika med det årsenergikrav som gällt för certifieringen.

Anvisningar för mätverifiering liksom hur byggnader med olika energislag kan verifieras ges i bilaga 5.

9. Beräkning

Beräkning av värmeförlusttal (VFT)

Värmeförlusttalet (VFT) beräknas som summan av byggnadens värmeförluster via transmission, ventilation och infiltration (luftläckning via klimatskärm) enligt anvisningar i bilaga 3.

Erfarenhetsmässigt ger olika beräkningsprogram något olika resultat. För certifiering enligt FEBY18 krävs därför dokumentation av beräkningen med hjälp av ”Energihuskalkyl” och med de specificerade anvisningar som ges i bilaga 3. Vidare krävs dokumentation på köldbryggeberäkningar, ventilationsaggregatens verkningsgrad, mm enligt aktuella anvisningar för certifiering på hemsidan.

DVUT data för den aktuella orten hämtas från Boverkets DVUT-lista. För orter som inte ingår i ortslistan kan justering av VFT ske enligt anvisning i bilaga 3.

Beräkning av årsenergi

Samma systemgränser och metodik ska tillämpas som i BBR. Energianvändningen beräknas med beräkningsprogram som minst uppfyller kraven enligt ISO EN 13790 och ta hänsyn till förluster i varmvattencirkulationsledning (VVC), vädring och forcerad spiskåpventilation.

En besparing på 10% varmvattenenergi erhålls med energieffektiva varmvattenarmaturer enligt BEN.

Klimatfiler ska baseras på perioden 1991 – 2020.

Till elvärme räknas även elbaserad komfortgolvvärme, handdukstorkar, för- och efterelvärmare för ventilationsaggregat. En timerstyrd handdukstork bedöms understiga 3 kWh/m² (utslaget på hela bostadsarean) och accepteras som del av hushållsel.

Beräkning av årsvärmefaktor

Beräkningen ska redovisas och ta hänsyn till aktuella systemtemperaturer.

Beräkning av värmebalans för luftvärmad byggnad

Att tillförd värmeeffekt för bostadsdel/rumsdel med sämst förutsättning räcker för att täcka värmebehovet vid DVUT ska beräknas och redovisas. Vid beräkning av tillförd värmeeffekt ska luftflöden och värmeförluster i kanalsystem beaktas liksom konvektorns dimensionering.

Vid uppglasningar som kan ge kallras och större kallutstrålning ska den operativa temperaturen beräknas i vistelsezonen också med hänsyn till tilluftens strömningskaraktäristik vid DVUT.

Kalkylerna ska därmed visa att BBRs krav på inneklimat klaras.

Bilaga 1. Energieffektiva installationer - poängvärdering och anvisningar

Kontrollplan

5 poäng; för byggnader (< 600m²) som uppför rekommenderad kontrollplan.
(Inget poäng för större byggnader där detta är ett skalkrav).

Stora värmeåtervinningsaggregat (FTX)

2 poäng: Centrala ventilationsaggregat (> 240 l/s) bör minst vara försedda med fasta mätuttag för luftflöden, uttag för temperaturmätning av friskluft, tilluft, frånluft och avluft.
Uppkoppling till SÖ-system bör övervägas.

Varmvattenblandare E-klass A

5 poäng: Samtliga tvättställs-, köks- och duschblandare uppfyller energiklass A
2 poäng: Merparten av tvättställs-, köks- och duschblandare uppfyller energiklass A, uppvisar motsvarande effektivitet. Övriga uppfyller energiklass B eller utgörs av beröringsfri blandare. Energiklassning avses enligt SS 820000:2010. Se även BEN⁵.

Fördelningsmätning (IMD) varmvatten

2 poäng, men ges enbart för flerbostadsbostadshus.

Värmeåtervinning från dusch/spillvatten

System som ger besparing med:

0 – 2,5 kWh/m² A_{temp} ger 1 poäng

2,6 – 5 kWh/m² A_{temp} ger 3 poäng

5,1-7,5 kWh/m² A_{temp} ger 5 poäng

Här avses ren växling mellan spillvatten och förvärmning av varmvatten. Annan form av utvinning av värmeenergi från spillvatten, t.ex. för återladdning av borrhållager eller förvärmning av tilluft räknas inte in här, men påverkar istället systemets årsvärmefaktor eller ventilationens energiåtervinning och därmed byggnadens årsvärmebehov.

Dokumentation av beräkning och/eller referenser till uppmätt återvinning i motsvarande tillämpningar ska kunna redovisas.

Varmvattencirkulationsledning (VVC)

0,5 poäng ger isolering enligt Serie 3A eller samisolerad med varmvattenledning eller annan åtgärd som ger minst lika stor besparing.

Specifik fläkteffekt (SFP) < 1,5 W/l,s

3 poäng ges om ventilationsaggregatens specifika elåtgång (SFP) är högst 1,5 l/s,m² för normalflöde enligt leverantörens dokumentation.

Behovsstyrd belysning

5 poäng: Behovsstyrd fastighetsbelysning för flerbostadshus och lokaler: hiss, entréhall, trapphall, garage, cykelrum.

⁵BEN2. Energieffektiva tvättställs-, köks- och duschblandare: åtminstone merparten bör uppfylla energiklass A enligt SS 820000:2010, eller uppvisa motsvarande effektivitet (för att varmvattenbehovet ska anses reducerat)

5 poäng: Behovsstyrd belysning i verksamhetslokaler. Här anges energikrav enligt Byggnaders energiprestanda – Energitkrav för belysning SS-EN 15193. LENI-tal kan beräknas med DIALux och liknande beräkningsprogram för att ge en optimerad belysningsanläggning.

Lokala energiproduktion

Installation på fastigheten för elförsörjning av byggnaden ska producera minst $7 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp,år}}$.

Klimatpåverkan

3 poäng ger LCA-analyser för den aktuella byggnaden, eller representativt motsvarande typhus, eller för en standardiserad byggplattform.

Dessa analyser ska genomföras för klimatpåverkan (A1 – A3) från byggnadens material utifrån Boverkets anvisningar. Analysen ska omfatta alla byggnadsdelar ovan grundkonstruktionens dränerande lager, såsom grundplatta, klimatskärm, stomme och stomkomplettering samt fönster och dörrar. Installationer, övrig inredning och invändiga ytskikt ingår inte. Vidare räknas inte källare eller garage in. I dessa fall tas plattan med (om sådan finns) men inte källarplanetns väggar, pelare osv. Minst 80 viktsprocent av byggnadsmaterialen ska ingå i klimatberäkningen, men generiska befintliga typdata kan användas.

Öppna beräkningsverktyg kan användas (t.ex Prodikt, Byggsektorns Miljöberäkningsprogram, BM1.0).

Hållbar utveckling av byggandet kommer framöver inte kunna begränsa sig till driftskedet när det visat sig att klimateffekterna från materialframställning, mm ligger på samma nivå. För en byggnad på FEBY Guld-nivå med ett energibehov på 55 kWh/m^2 utgör klimatpåverkan för drift under en 50-årsperiod ca $200 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$. Materialframställningen för samma byggnad med betongutförande påverkar utgör ca $350 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$ och med massivträutförande ca 160 kg . Det ger en skillnad på $190 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$. Om ytterväggen i betonghuset ersätts med lätta utfackningsväggar minskar klimatbelastningen med ca 60 kg (Källa: Byggandets klimatpåverkan, IVL rapport B2260)

Ifylld tabell och dokument som visar att delkrav uppfylls bifogas ansökan för certifikat.

	Poäng	Ange dokumentnamn
Kontrollplan		
Mätare stora FTX-aggregat		
Varmvattenblandare E-klass A		
IMD varmvatten		
VÅ dusch/spillvatten		
VVC-isolering, Serie 3 A eller samisolerad VV + VVC.		
Ventilation, SFP < 1,5 W/l,s		
Behovsstyrd belysning		
Styrd belysning - verksamhet		
Lokal energiproduktion		
LCA -analyser		
Summa Poäng		

Bilaga 2. FEBY Råd för energieffektivt byggande

Värme- och kylsystem

- Strategier för driftoptimering, plan för driftoptimering

Varmvattensystem

- Val av energiklass A för blandare.
- Överväg att installera värmeåtervinningssystem för spillvatten utifrån dess nytta/kostnad.
- Minimera VVC-förlusterna med genomtänkt rumsdiskontering, schaktplacering, dragnig av VVC-ledning inuti VV-röret alternativt samisolering, isolering minst motsvarande serie 3A.

Vid projekteringen redovisas rörlängder innanför och utanför klimatskärmen och dess värmeförluster (W/m) som underlag för energibalansberäkningen.

Eleffektiva fastighetsinstallationer

- Krav ställs på låga SFP-tal för ventilationsaggregat, behovsstyrd belysning i hissar och trapphallar, LED-armaturer för låga drift- och underhållskostnader.
- Driftlarm på eventuella avisningssystem (t.ex. takrännor)

Värmeåtervinningsaggregat

- Centrala ventilationsaggregat bör minst vara försedda med fasta mätuttag för luftflöden, uttag för temperaturmätning av friskluft, tilluft, frånluft och avluft.
- Mätning av både till- och frånluftsverkningsgrad (avvikelse indikerar obalanserade luftflöden eller interna läckföden i aggregatet)

Om luftvärmesystem

- Luftvärme kan inte alltid kompensera för värmeutstrålning om stora fönsterpartier väljs, speciellt för vissa bostadsytor. Det är kombinationen av fönsterarea och dess U-värde som avgör och beräkning av den operativa temperaturen i dessa vistelsezoner bör då analyseras. Stora fönsterareor ger en speciell problematik för inneklimatet både vinter och sommarperiod.
- Väljs luftvärme bör särskilt utredas hur värmen balanserar mot värmeförlusterna i det enskilda rummet. Hamnar VFT högre än 17 W/ m² för den aktuella byggnadsdelen kan luftvärmesystem vara problematiskt. Jämna termiska förhållanden för alla bostäder bör eftersträvas.

Termiskt inneklimat

- Innetemperatur under perioden april – september bör inte överstiga 26 grader mer än högst 10% av tiden i den mest utsatta bostaden (eller mest utsatta rum i lokalbyggnad).
- Vid större glasade partier bör operativ temperatur vid DVUT beräknas för att säkra en bra termisk komfort.
- I lokalbyggnader kan krav på byggnadens termiska inneklimat utformas enligt BELOK-klass⁶ och där beställaren anger övre temperatur som inte får överskridas med mer än högst 80 timmar per år.
- Stora glasareor / höga fönster ger risk för kallras, som ökar för kalla orter eller vid högre U-värden för fönstren.

Belysningssystem

- Standard för beräkning av belysning i en byggnad heter Byggnaders energiprestanda – Energikrav för belysning SS-EN 15193. Kan beräknas med DIALux och liknande beräkningsprogram för att ge en optimerad belysningsanläggning i lokalbyggnader.

Fönster och entréer

- Fönsterdimensionering är en balansgång. Allt för stora fönsterareor skapar problem både vintertid och sommartid. För lite fönster ger problem med dagsljus.

⁶ <http://www.belok.se/docs/kravspec/innemiljo.pdf>

- Ett lågt U-värde, högst 0,8 ger högre komfort närmast fönstren vintertid och lägre värmeförluster.
- Fönsterkonstruktioner med lågt U-värde genom att kombinera en dåligt isolerad karmdel med ett mycket lågt U-värde för glas (krypton istället för Argon) ger ökad risk för yttre kondens.
- Yttre kondens kan motverkas genom avskärmning fönstrens överkant.
- Värmeförluster i entréer kan effektivt sänkas genom s.k. vindfång, en yttre kall entré. Speciellt värdefullt är detta där många passerar dagligen, så som skolor, förskolor, etc.

Bilaga 3. Beräkning av värmeförlusttal (VFT)

$VFT_{DVUT} = H_T \cdot (21 - DVUT) / A_{temp}$ [W/m² A_{temp}], där
 H_T är byggnadens värmeförlustkoefficient [W/K] och beräknas enligt EN ISO 13789:2007, eller enligt följande ekvation:

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

U_m	<p>klimatskärmens genomsnittliga U-värde beräknas enligt definition i BBR25 eller senare.</p> <p>Avser byggnadens hela invändiga höjd, från överkant bottenbjälklag till underkant vindsbjälklag. För fönster och dörrar anges U-värde med två decimalers noggrannhet, t.ex. med 0,83. Leverantörsdata med en siffras noggrannhet (t.ex. 0,9) ökas med 0,05 W/m²,K vid beräkning.</p>
A_{om}	klimatskärmens omslutande area, mätt invändigt
$\rho \cdot c \cdot q_{läck}$	<p>värmeeffektförbrukning p.g.a. luftläckage $q_{läck}$ [l/s], luftens densitet ρ [kg/m³], och värmekapacitet c [kJ/kg,K]</p>
$\rho \cdot c \cdot q_{vent} \cdot (1 - v) \cdot d$	<p>värmeeffektförbrukning p.g.a. ventilation med hänsyn till systemets verkningsgrad, v, densitet, ρ, värmekapacitet, c, och relativ drifttid, d. Frånluftsvärmepumpar utgör ett system för värmeproduktion och utgör inte värmeåtervinning i denna kalkyl.</p>

Obs, systemverkningsgrad ska beakta temperaturverkningsgrad och värmeförluster i kanaler. Temperaturverkningsgrad avser torr verkningsgrad enligt SS EN 308:1977 vid balanserat luftflöde. För att beakta nersmutsning, avfrostning och viss obalans i luftflöden ska leverantörens temperaturverkningsgrad minskas med – 3 procentenheter (t.ex. minskning från 82 till 79 %).

För beräkningsprogram som tillämpar en enkel schablon för beräkning av luftläckage istället för här anvisad metod ska leverantörens temperaturverkningsgrad minskas med –5 procentenheter för att ge jämförbara resultat.

Luftläckage, $q_{läck}$, för en byggnad med FTX-system beräknas med hänsyn till byggnadens läge och ventilationens balansering enligt EN ISO 13789:2007.

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

$q_{sup} - q_{ex}$ 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, m² omsl. area].

e och f är vindskyddskoefficienter enligt tabell 1.

Tabell 1 Vindskyddskoefficienter enligt EN ISO 13789:2007.

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

Dimensionerande vinterutetemperatur DVUT

För DVUT finns en tabell baserat på temperatur 1991-2020 som är framtaget av SMHI på uppdrag av Boverket. Tabellen kan laddas från Boverkets hemsida eller på SVEBYs hemsida; https://www.sveby.org/typar_1991_2020_smhi_bov/

Välj DVUT värde för 3 dygns tidskonstant eller lägre. Tidskonstanten är ett mått på den tid det tar för byggnadens innetemperatur att svara på en hastig temperaturförändring utomhus eller vid avbrott i värmeförseln och påverkas av byggnadsdelarnas värmekapacitet $\Sigma (m_i \cdot c_i)$, för alla skikt som ligger innanför isoleringsskiktet, inklusive innerväggar och bjälklag upp till 10 cm [J/K].

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

För byggnader med en värmeförlustkoefficient (H_T) lägre än 0,65 W/m² kan ett schablonvärde på 3 dygn tillämpas om byggnaden har ett värmeförlusttal lägre än 20 W/m² i Malmö och lägre än 24 W/m² i Stockholm. Max värmeförlusttal för att kunna tillämpa detta schablonvärde kan beräknas med $VFT = H_T \cdot (21 - DVUT) / A_{temp}$.

Enklast beräknas VFT med Energihuskalkyl som direkt beräknar tidskonstant och letar fram rätt DVUT.

För orter som inte finns som valbar ort i Energihuskalkyl kan VFT_{ort} för den aktuella orten beräknas genom att i beräkningsprogrammet välja en närbelägen ort och med resultatet $VFT_{nära}$ som då erhålls justera med DVUT enligt följande ekvation:

$$VFT_{ort} = VFT_{nära} \times (T_{inne} - DVUT_{ort}) / (T_{inne} - DVUT_{nära}).$$

där $DVUT_{nära}$ är DVUT för den närbelägna orten.

För årsenergi tillämpas de normalårstemperaturer och anvisningar för normalt byggande som anges i stöddokument till aktuell BBR-version.

Bilaga 4. Exempel på innehåll i kontrollplan

Byggnader > 600 m²

En kontrollplan skall upprättas där minst följande punkter bör ingå:

- Sårbarhetsanalys vid projekteringen för upprättad energikalkyl och anpassade kontrollpunkter.
- Systematisk verifiering av relevanta funktionskrav.
- Avvikelselista vid uppföljning av energitekniska funktionskrav.
- Mätplan för verifiering av energitekniska delsystem (täthet, ventilationsflöden, SFP, värme, belysning, ljud).
- Drift- och underhållsinstruktioner för VVS- och belysningssystem.
- Om mätning av värmeförlusttal ska genomföras under första vintersäsongen ska detta anges i mätplanen.
- Mätplan med mätare (värme, varmvattenvolym, fastighetsenergi och verksamhet/hushållsel) som krävs för att genomföra en normalisering enligt BBR/BEN för byggnadens årsenergianvändning. Observera att mätare för hushållsel bör vara tillgängliga för avläsning eller kompletterade med en summamätare om en normalisering ska vara möjlig. Större delposter av fastighetsenergi som används utanför klimatskärmen bör kunna mätas separat (el till avisning stuprör, motorvärmare, etc) då dessa inte ger spillvärme.

Därutöver rekommenderas att en Energisamordnare utses och att alla energirelaterade handlingar samlas i en gemensam Bygghandling – Energi. Därmed kommer energifrågorna ingå i besiktningen. Kontrollplanens utformning kan få inspiration från Sveby rapporten ”Energiverifikat – uppföljning av energikrav under byggprocessen”, där exempel på vad som bör ingå ges i bilaga D, ansvarsfördelning (bilaga B) och hur det ska genomföras (bilaga F) ges.

Mindre byggnader < 600 m²

Exempel på punkter som kan vara lämpliga för mindre byggnader (anpassas till aktuell systemutformning).

Not		Datum	Signering
	Mätning av täthet		
1.	Summa till- och frånluftflöde		
	Täthet		
2.	Temp. fram/retur system 1		
2.	Temp. fram/retur system 2		
2.	Temp. Värmeaggregat fram/retur		
3.	Urkoppling av eleftervärmare		
	Mätarinstallationer.		
	Driftinstruktioner anpassad för brukaren		

Kommentarer

1. Balansering av luftflödena underlättas om mätning genomförs vid aggregatet
2. Kontroll/injustering så att värmeaggregatets inställningar överensstämmer med projekterade värden för värmesystemet (avgörande för värmepumpens prestanda).
3. Om eleftervärmare ingår som standard i FTX-aggregat ska de vara urkopplade om uppvärmning avses ske med värmepump eller fjärrvärme.

Bilaga 5. Certifiering och verifiering

Anvisningar för ansökan om certifiering och certifieringsorgan för FEBY18 anges på FEBYs hemsida, feby.se.

Certifiering



Energicertifikat och energiverifikat utges av FEBY eller av FEBY anlita verifieringsorgan. Endast certifierad byggnad kan mätverifieras eller certifieras samtidigt med mätverifieringen.

Anvisningar för ansökan om certifiering och certifieringsorgan för FEBY18 anges på FEBYs hemsida.

Mätverifiering

Verifieringen baseras på uppmätta årsenergidata.



Kravet för en elvärm byggnad uppfylls, om uppmätt och normaliserat värde för köpt el är lägre eller lika med det årsenergi krav som gäller för certifieringen.

Kravet för övriga byggnader uppfylls om:

- uppmätt och normaliserat värde på EP_{PET} är lägre eller lika med värde som anges på certifikatet, eller om
- uppmätt och normaliserat värde på EP_{PET} är lägre eller lika med justerat värde enligt: $EP_{PET_certifikat} + (E_{värme_netto_klass} - E_{värme_netto_uppmätt})$, där

$E_{värme_netto_klass}$ är det netto värmebehov som den aktuella byggnaden skulle haft om dess värmeförlusttal precis uppgår till kravet för den aktuella klassningen (beräknas genom att tillfälligt justera indata i energikalkylen som ökar transmissions- eller ventilationsförluster till dess klassningskravet för värmeförlusttal precis klaras). För att möjliggöra detta bör tidigare genomförd energiberäkningsfil behållas eller att värde för $E_{värme_netto_klass}$ beräknas redan i samband med projekteringen.

$E_{värme_netto_uppmätt}$ är det netto värmebehov som uppmätts för byggnaden vid mätverifieringen (t.ex. utgående värme från värmepump eller undercentral).

Om värmeenergin är elbaserad tas hänsyn också till värmefaktor och primärenergital för elenergi.

Obs, om primärenergitalet PE_{TAL} för olika energislag förändrats vid tillfället för energideklarationen jämfört med tillfället för projekteringen, så ska samma PE_{TAL} användas som vid den föregående projekteringen när denna kontrollberäkning genomförs.

Förutom mätning av årsenergi, kan byggherren också låta genomföra en mätning av byggnadens värmeförlusttal. Resultatet kan vid en tidig mätning (första vinterperioden) avslöja brister i byggprojektets genomförande och vara ett underlag i dialog mellan beställare och byggtreprenör, men kommer inte användas som underlag för FEBYs Energiverifikat.

Anvisningar för bestämning av byggnadens värmeförlusttal finns redovisat på LFM30 hemsida om användning av byggnadens [värmeförlusttal](#).

<https://lfm30.se/varmeforlusttal-vft/>.

På samma sida finns också ett beräkningsstöd för hantering av indata till en regressionsanalys med Excel; "Mall VFT mätning 6 – 12 punkter.xls"

Ytterligare rapporter från Forum för Energieffektivt Byggnade finns på
<http://www.feby.se>