

Bilaga till förslag till modell för kommunala energikrav – Fyra alternativ, teknikneutrala till val av tillförselsystem för värme

Syftet med denna bilaga är att ge ett underlag för val av hur teknikneutrala lokala energikrav kan formuleras på ett effektivt och enhetligt sätt och även kontrolleras.

Lämpliga krav ska:

1. **Säkerställa teknikneutralitet** till valet av tillförselsystem för värme, dvs byggnaden ska ha lågt energibehov/små värmeförluster oavsett tillförselsystem.
2. **Behandla de väsentliga kvaliteterna.** Särskilt intresse har delar med lång livslängd som det är svårt att åtgärda i efterskott, främst byggnadens klimatskal, men det kan även gälla ventilationssystem med kanaldragningar samt vattenburna system för värme.
3. **Vara enkla att förstå och tillämpa** i projektering och uppföljning. Avvikelse ska kunna få konsekvenser, för att undvika snedvridning av konkurrens mellan entreprenörer som tar kraven på större eller mindre allvar.
4. **Använda vedertagna begrepp och definitioner** så långt möjligt, främst från BBR och Sveby.

Innehållsförteckning

Teknikneutrala krav	2
Uppföljning	3
Fördjupad beskrivning av fyra alternativa teknikneutrala kravformer	5
Alternativ A. Köpt årsenergi i relation till BBR, genom klasser eller viktningstal	5
Alternativ B. Nettovärme	6
Alternativ C. Värmeförlusttal (värmeeffektbehov)	8
Alternativ D. U-medelvärde, eventuellt i kombination med fler krav på komponenter och delsystem	11
Bilaga 2.1 Redovisningsmall för netto årsvärmebehov	13
Bilaga 2.2 Redovisningsmall för värmeförlusttal	14
Bilaga 2.3 Hantering av definition av frånluftsvärmepumpar	15

2013-05-30

Teknikneutrala krav

Med teknikneutrala krav avses att samma byggnad ska kunna uppfylla kravet oavsett tillförselsystem. Med tillförselsystem avses: fjärrvärme, egen panna, värmepump (oavsett storlek och värmekälla), eget produktionssystem som solceller eller aktiva solvärmeanläggningar.

En elvärmebaserad lösning (värmepumpar) ska därmed kunna ersättas med en helt fjärrvärmebaserad lösning och fortfarande klara samma energikrav, liksom motsatsen att en helt fjärrvärmd byggnad ska kunna förses med ett gas-, bio-, eller elbaserat värmeförsörjningssystem och fortfarande klara samma krav. Kraven ska därmed också vara neutrala till om värmepumpar placeras inne i respektive byggnad, eller om värmepumpar ingår i fjärrvärmesystemet eller i ett närvärmeverk.

Dessa principer är ett avsteg från dagens byggregler där byggnaden kan utformas med sämre energiegenskaper vid val av vissa tillförselsystem. Kravet överensstämmer dock med intentionerna i PBL vad gäller flexibilitet till olika energislag:

I plan- och bygglagen (2010:900), 3 kap. 15 § anges: "... ska i skälig utsträckning med hänsyn till uppvärmningssättet och energislaget utformas så att man utan omfattande ändringar kan använda skilda energislag som är lämpliga från allmän energisynpunkt."

Motivet är att byggnaden (med klimatskal och kanaldragningar för ventilationssystem) kommer stå under mycket lång tid. Energipriser för olika energislag och olika tillförselsystem kan däremot variera under byggnadens existens. (En byggnad med vattenburen koppling mellan uppvärmningsanläggning och klimatzon till skillnad mot direktverkande el för uppvärmning kan anses ha en sådan egenskap, och kan därmed övervägas som ett lämpligt kompletterande energikrav med direkt stöd i PBL.)

Om byggnadens värmeegenskaper (låga värmeförluster) säkrats finns inte motiv för byggherrar som omgående ska avsätta byggnad på annan part (t.ex. bostadsrättsföreningar) att kompensera en byggnad med sämre isolering med en värmepump för att klara kraven på köpt energi. Egenskaperna för själva byggnaden är redan definierade. Istället avgörs valet både nu och framgent av energiförsörjning utifrån energipris- och konkurrensförhållanden. Det gäller särskilt om ovanstående krav enligt PBL är uppfyllt, att byggnaden ska kunna byta energislag utan större kostnader.

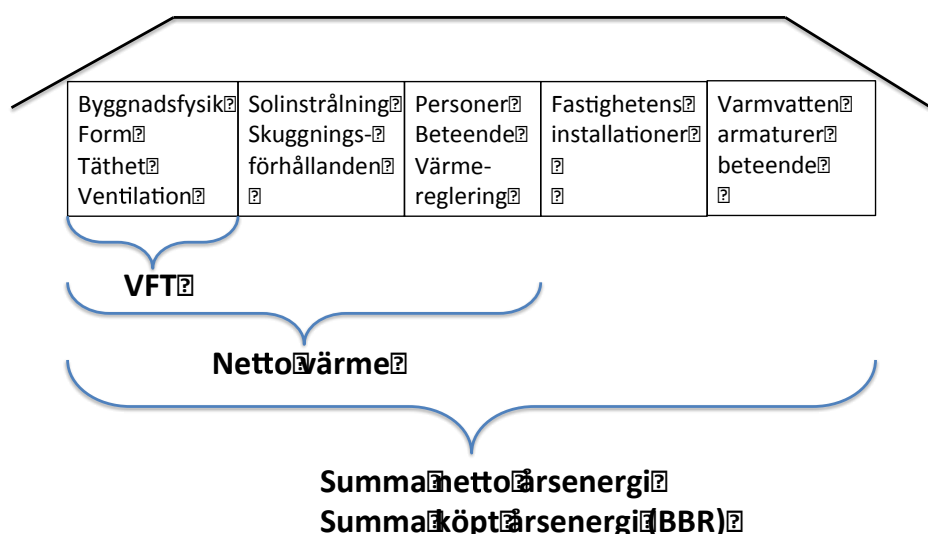
Fyra alternativa energikrav som möjliggör flexibilitet till senare byte av tillförselsystem och täcker olika delar av byggnaden

- A. **Köpt årsenergi i kombination med klasser eller viktningsfaktorer.** Köpt och använd energi (nettoenergi eller byggnadens verkliga behov av värme, kyla, varmvatten, etc) är samma sak vid energiförsörjning med fjärrvärme, ren vattenburen elvärme utan annan omvandling än elpatroner, eldningspanna som har 100% verkningsgrad (möjligt men inte vanligt). För att hantera övriga tillförselsystem tillämpas separata klasser eller viktningsfaktorer.
- B. **Nettovärme**, dvs. den nyttiga värme byggnaden behöver på årsbasis oavsett tillförselsystem med hänsyn taget till spillvärme från apparater, personer och solvärmeinstrålning och utan hänsyn till tillförsellösningar. Nettoenergin mäts efter panna eller värmepump som utgående/avgiven energi. För att summera till total **netto årsenergi** görs tillägg med Svebys schablonvärden för varmvatten, och riktvärden för fastighetsel och ev. även kyla.

2013-05-30

- C. **Värmeförlusttal** (VFT) som ett mått på byggnadens värmeförluster vid den dimensionerande vinterutetemperaturen. Det kallas även byggnadens effektbehov för uppvärmning i en svensk standard.
- D. **U_m-krav**, eventuellt relaterat till byggnadens formfaktor och i kombination med fler krav på komponenter och delsystem.

Alternativ A – C illustreras översiktligt i figur 1, där de bredare kraven omfattar fler aspekter. De öppnar samtidigt för allt fler osäkerhetsfaktorer och är allt mindre kopplade till byggnadens värmeförluster. Ett U_m-krav i alternativ D är ännu mer begränsat och exkluderar även täthet och ventilation.



Figur 1. Energikrav kan formuleras som täcker olika systemdelar i byggnaden.

Samtliga krav kan behöva kompletteras med krav på flexibilitet, så t.ex. inte direkt-verkande elvärmare installeras och vilket blir kostsamt att senare konvertera till ett vattenburet system.

Uppföljning

Kraven behöver ställas så att de kan följas upp på ett trovärdigt sätt, för att säkerställa att verkliga resultat ligger i linje med ställda energikrav och att byggprocessen omfattar ett seriöst kontroll- och verifikationsarbete. Det behöver också finnas möjlighet till sanktioner vid större avvikelser för att undvika snedvridning av konkurrensen mellan entreprenörer som tar kraven på större eller mindre allvar.

För beräkning av årsenergi krävs många ingångsvärden (se figur 1) som i vissa delar skapar osäkerheter och gråzoner, vilket innebär att resultatet kan påverkas såvida inte samtliga **beräkningsförutsättningar och beräkningsmetoder** styrs upp mer i detalj. Det gäller inte minst val av skuggningsförhållanden, val av klimatfil, temperaturnivåer i biareor som trapphall, om förluster i olika ledningssystem ska ingå (brukar ibland "glömmas bort"). I praktiken är det få kommuner som går igenom energiberäkningar i samrådsskedet med alla de detaljer dessa inkluderar. En undersökning av energideklarationsdata hämtad av branschorganet Swedisol hämtat från Boverkets

2013-05-30

databas Gripen för byggnader uppförda under perioden 2007 – 2010 visar att medelvärdet energiprestanda för 418 flerbostadshus i klimatzon III låg 16% högre än BBRs minimikrav. Byggnaden med störst avvikelse använde 116% högre än BBR-kravet. Under denna period var det kommunerna som var tillsynsmyndighet för energideklarationerna och kommunerna är det fortfarande vad avser tillsynen för BBR.

Kontrollen underlättas inte heller av att det finns ett drygt 20-tal **energiberäkningsprogram** som alla ser olika ut och som räknar på olika sätt, varav en handfull är de som mest används. I den mån dessa ger olika resultat och är svåra att granska kan det uppstå en ojust konkurrens. En av Sveby genomförd energiberäkningstävling visade på stora avvikelser mellan olika inlämnade kalkyler för samma byggnad, men har en rad olika förklaringar utöver skillnad i programvara.

Tidsperspektivet är också en viktig fråga. Om den egentliga uppföljningen av energikravet avser mätningen efter två eller tre års idrifttagning, kan det ha gått fem till sex år efter det att bygglovshandlingarna var framme. Från kommunens perspektiv är det snarare ett konstaterande hur utfallet blev än att det skulle rendera någon åtgärd.

Här finns några handlingsalternativ att överväga och som också kan påverka valet av hur energikraven ställs:

1. Styrd beräkning av årsenergi med av kommunen tillhandahållet beräknings- eller redovisningssystem (t.ex Västerås och Örebro) och godkännande innan byggande påbörjas.
2. Begränsning till energikrav som är enklast möjliga, dvs med få indataparametrar och därmed enkla att förstå och kontrollera. Exempel är krav begränsat till nettovärme och ännu mer uttalat med en begränsning till värmeförlusttal (VFT), eller U_{medel} .
3. Ingen teknisk granskning utöver dokumentation på att beräkning är utförd, men komplettering med att byggherren i avtal med entreprenör tillämpar Svebys Energiavtal 12 för byggnadens totala energianvändning. Med Energiavtal 12 ingår byggherren ett avtal med entreprenör om viten vid avvikelser från avtalad energiprestanda.

Även för alternativ 1 och 2 kan ett krav eller en rekommendation att byggherren ingår ett energiavtal med byggherren vara lämpligt. Ett sådant avtal blir dock problematiskt för de byggprojekt som sker i egenregi (byggherren uppför själv byggnaden för senare försäljning till bostadsrätt) och för denna typ av projekt är samtidigt incitamenten för att beakta byggnadens förvaltningskostnader mindre uttalade.

I denna bilaga förordas att den egentliga kontrollen sker i form av en **granskning innan** markarbeten påbörjas (enligt alternativ 1 eller 2) och att en enkel, men gemensam **beräknings- och redovisningsmall tillämpas** för att underlätta kommunikation och granskning, se exempel på utkast i bilaga 2.1 och 2.2. Då blir kontrollen ännu enklare.

Kompletterande krav kan ställas på att uppmätta normaliserade energivärden enligt Svebys redovisningsmall skickas in i samband med att energideklarationen genomförs så att kommunen får en återkoppling på det valda kravsystemet.

2013-05-30

Fördjupad beskrivning av fyra alternativa teknikneutrala kravformer

Alternativ A. Köpt årsenergi i relation till BBR, genom klasser eller viktningstal

Ett sätt att ställa skarpare krav är krav i relation till BBR, med deras krav på köpt energi. I energideklarationer, SIS standard för byggnaders energiprestanda och Miljöbyggnad finns skarpare nivåer där nästa steg motsvarar 75 % av BBR. Dvs. metoden är välkänd och årsenergi ska alltid beräknas och uppmätas enligt byggreglerna. Problemet är att dessa krav baseras på BBR:s klasser med den grundläggande obalansen att de är betydligt enklare att nå med värmepumpar än med fjärrvärme för motsvarande byggnad. Utan justeringar blir inte ett sådant krav teknikneutralt vad avser olika energiförsörjningsalternativ.

För lokaler och bostäder som värms med fjärrvärme (> 80 % av beståndet) är summa netto årsenergi samma sak som köpt energi och mäts på samma sätt. För byggnader med indirekt elvärme via värmepumpar skiljer sig köpt energi från byggnadens nettovärmebehov. Ett sätt att korrigera detta är att som i BBR ha separata energikrav för elvärmda byggnader. Ett problem är då att byggnader kan ha kombinationer av fjärrvärme, värmepumpar och andra energislag, vilket inte stämmer med en enkel kategorisering.

För lågenergihus klassas många elvärmda system heller inte som elvärmda enligt definitionen i dagens BBR. Det finns exempel på att helt elvärmda byggnader klassas som icke elvärmda eftersom de inte kommer upp i gränsen för eleffektnivå.

För teknikneutrala krav som helt utgår från BBR skulle dels definitionen för elvärmd byggnad behöva ses över, dels kraven för elvärmda byggnader behöva skärpas jämfört med icke elvärmda byggnader.

Viktningstal

Med viktningsfaktorer kan olika energislag jämföras med avseende på energiomvandlingseffekt, primärenergi eller koldioxid. Behovet av gräns för kategorisering som elvärmd byggnad skulle kunna försvinna vid tillämpning av viktad köpt energi. Vilka faktorer som är de rätta är dock inte självklart och i dagsläget finns inte konsensus kring vedertagna viktningstal i Sverige.

Normalt har viktningstal diskuterats som mått på primärenergi och därmed energiresursanvändning i det globala systemet. I danska byggregler är relationen mellan el och fjärrvärme cirka 3. I en överenskommelse mellan Svensk Energi och Svensk fjärrvärme har ett relationstal på 2,5 fastlagts, avseende skillnaden i energiresurspåverkan (primärenergi). Viktningstalen kan istället utgå från omvandlingstalen för byggnadens värmeproduktionssystem. Vill man neutralisera för faktisk prestanda i dagens bergvärmepumpar hamnar faktorn på 3,4.

Slutsats

Viktningsfaktorn behöver vara relativt hög för att inte både köpt energi och viktad energi ska vara väsentligt lägre för en värmepumpsvärmd byggnad än för en rent fjärrvärmd byggnad. Även med relativt höga viktningsfaktorer på 2,5–3,0 mellan el och fjärrvärme möjliggörs att en elvärmd byggnad uppförs med sämre klimatskal.

2013-05-30

Viktad köpt energi är i dagsläget ett abstrakt begrepp för många och inte jämförbart med köpt energi, vilket försvårar kommunikationen.

Systemet med viktningsfaktorer är heller inte utvecklat för alla de systemalternativ som kan förekomma. System som kombinerar en värmepump med hög COP-faktor för mellanlast kompletterad med fjärrvärmespets innebär att fjärrvärmeleverantören inte levererar spillvärme från kraftvärmeproduktion eller avfallspannor till denna byggnad utom under en kort tidsperiod. Det går inte att investera i så kapitaltung värme-produktion om inte långa leveranstider kan åstadkommas. I princip innebär det att den fjärrvärme som levereras till denna byggnad huvudsakligen kommer bestå av värme som producerats med väsentligt större förluster och större andel fossil energi och som distribuerats med väsentligt större förluster än en byggnad som köper helårs fjärrvärme. För en byggnad som endast köper spetsfjärrvärme kanske viktningstalet för fjärrvärme snarare borde ligga på dubbla nivån jämfört med genomsnittlig fjärrvärme¹.

Kontroll

Beräknas och redovisas i förskott med hänsyn till de olika parametrar som redovisas i figur 1 och med referensvärden enligt Sveby.

Mäts under år två och tre efter idrifttagning med anvisningar från Sveby.

Alternativ B. Nettovärme (använd värme eller värmebehov)

Netto årsenergi inkluderar värme, kyla, varmvatten och el för byggnadens drift och skiljer sig från köpt energi enligt BBR enbart genom att omvandlingsförlusterna/-vinsterna i det egna produktionssystemet inte ingår vid en energiberäkning. Med krav på nettoenergi går det inte att bygga en sämre byggnad genom att kompensera med en bra värmepump som minskar köpt energi. Egen panna med förbränningsförluster straffas heller inte eftersom dessa förluster inte räknas med. Energiegenskaperna i en panna eller en värmepump har redan separata krav via panndirektivet och kommande krav på värmepumpar i Ekodesigndirektivet. Kravet är alltså oberoende av energislag och teknikneutralt i detta avseende.

Kravet föreslås här som huvudalternativ att avgränsas till netto årsvärme (nettovärme), dvs. den energi som behöver avges till byggnaden från uppvärmningsanordningen. (Det kan även kallas "använd värme" eller "värmebehov".) Varmvatten och fastighetsel ingår därmed inte, se även figur 1. Varmvattenanvändningen ingår inte eftersom den till största del är beteendeberoende och Swebys schabloner kan tillämpas för denna, dvs 25 kWh/m² för bostäder. Swebys senaste rekommendationer räknar med att installation av fördelningsmätning av varmvatten inte ger någon tillkommande besparing, men kan hanteras i överenskommelse mellan de berörda parterna.

Krav på nettovärme säkrar att byggnadens energiförluster är låga oavsett tillförsel-system och kan tillämpas både på bostadsbyggnader och lokalbyggnader utan hänsyn till hur mycket fastighetsel som kommer att krävas för byggnaden. Byggherren förutsätts själv ställa krav som leder till en låg varmvattenanvändning (fördelnings-

¹ Underlag för sådana slutsatser finns i rapporten "Resursindex för energi" Fjärrsyn, rapport 2011:7.

2013-05-30

mätning) och eleffektiva pumpar, fläktar mm. Effektiva elinstallationer kan hanteras av byggherren med specifika programkrav på t.ex. behovsstyrd trapphusbelysning.

Byggherren ska själv kunna välja energislag utifrån marknadsmässiga förutsättningar och senare har möjlighet att byta energislag utan att byggnadens energiegenskaper förändras. Denna flexibilitet förutsätter dock att inte eventuell elvärme är direktverkande, vilket bör säkras genom ett kompletterande krav att "elbaserade energilösningar ska inte vara direktverkande mer än i försumbar utsträckning" (ska specificeras). Som alternativ kan också ett kompletterande energikrav med viktad köpt energi övervägas, men det kan vara mer komplicerat och svårare att kommunicera (se avsnittet om alternativ A ovan). Eleffektkravet i BBR ligger på så hög nivå att det ger utrymme för lösningar där elvärme med hjälp av värmepumpar kan utgöra en väsentlig del i byggnader även när de klassas som ej elvärmdda. Det har därför ingen bäring på målet att få en flexibilitet.

Nettovärme har en tydlig koppling till köpt energi om kända schablonvärden för varmvatten och fastighetsel adderas. Det kan beräknas med gängse årsenergikalkyler och mätas enligt samma metoder som för köpt energi, men med den skillnaden att mätning sker efter uppvärmningsanordningen och inte innan.

För bostäder och kontorslokaler finns referensvärden för brukarrelaterade energidata (drifftider, varmvatten, persontäthet, spillvärme från apparater) i Svebys dokument, men inte för andra typer av verksamhetsbyggnader. Därför föreslås Svebys referensvärden för bostäder kompletteras med referensvärden för lokaler från FEBY12 (Sveriges Centrum för Nollenergihus). För lokaler påverkar drifftider och verksamheter även hur mycket fastigheten kräver för kyla och driftel. Dessa ingår inte i kravet på nettovärme, annat än indirekt som spillvärme etc.

Med ett övergripande krav på årsenergi (70 kWh för fjärrvärmvärmda flerbostadshus i södra Sverige i basalternativet) blir ett motsvarande krav på nettovärme 35 kWh. Då är avdrag gjorda för varmvatten med 25 kWh/m² och ca 10 kWh/m² för byggnadens driftel (fläktar, belysning mm). Motsvarande avräkningar görs från kraven på årsenergi på avancerad nivå och spetsnivå (60 resp 55 kWh blir 25 resp 20 kWh till nettovärme).

Kravet kan avse verkliga förhållanden och blir då beroende av skuggning, vädring och andra beteendefaktorer. Fler parametrar påverkar och komplicerar då beräkningen. Krav på Byggnadens faktiska nettovärme är alltså lägesberoende och kravnivån får ta höjd för detta. Det kan annars bli kostsamt att uppföra en byggnad som i praktiken ligger i ett helt skuggat läge om kraven läggs på en skarp nivå som inte ger utrymme för skuggigt läge. Kopplas kravet istället till givna schabloner för skuggning, vädring och andra beteendefaktorer, uppstår en skillnad mot verkliga förhållanden och uppmätta värden. Kravet är då i praktiken likvärdigt med ett krav formulerat som värmeförlusttal, VFT, se alternativ C nedan.

Kravet föreslås här avse byggnadens verkliga placering och lokala förutsättningar, så att efterföljande mätningar ska kunna verifiera nivån och ge en senare återkoppling till kravmodellen. Det innebär dock att byggande i mycket skuggade lägen "straffas" på det sätt att kostnaderna för att bygga där ökar då värmebehovet ökar. Här kan man överväga en compensation genom ett accepterat påslag på 2 – 3 kWh/m² för placeringar där skuggningen t.ex. blir mer än dubbelt så hög som med de referensvärden som används i Sveby.

2013-05-30

Systemgränsen för **frånluftsvärmepumpar** måste bestämmas i detta alternativ, liksom i alternativet om värmeförlusttal enligt nedan. Det handlar om frånluftsvärmepumpar ska betraktas på annat sätt än övriga värmepumpar, eftersom de tar sin värme ur frånluften vilket skulle kunna ses som värmeåtervinning. (Se bilaga 2.3)

Kontroll

Nettovärme beräknas med hänsyn till de olika parametrar som redovisas i figur 1 och med gängse beräkningsprogram. Redovisning föreslås ske med en gemensam redovisningsmall, se exempel i bilaga 2.1). Av redovisningen ska framgå att det i byggherrens kontrollplan ingår täthetsprovning av byggnaden och prestandaprovning av värmeåtervinningssystem.

Nettovärme kan mätas under år två och tre efter idrifttagning utifrån anvisningar från Sveby för fjärrvärmade byggnader och med en mindre modifiering. För byggnader med panna eller värmepumpar mäts avgiven energi som utgående energi från värmeapparaten.

Utifrån det kommunala perspektivet är det enklare att överlåta konsekvenserna för avvikelser vid en efteruppföljning (mätresultat) på byggherren och endast kräva en kopia på energideklarationen (köpt årsenergi) och eventuell beskrivning av åtgärder som byggherren avser vidta. Då behövs ingen separat redovisning till kommunen av uppmätt netto värmebehov.

Alternativ C. Värmeförlusttal (värmeeffektbehov)

Byggnadens värmeförlusttal, VFT avser värmeeffektbehov per uppvärmd area (W/m^2) vid dimensionerande vinterutetemperatur². VFT är ett mått på byggnadens värmeförluster. Låga värmeförluster ger ett lågt årsvärmebehov. Däremot tas inte hänsyn till beteenderelaterade parametrar som vädring och hur manuell solavskärmning hanteras, se figur 1. Detta underlättar beräkningsarbetet och kontrollen av denna. Avgränsningen ger en trygghet för byggtreprenören eftersom rådighet ändå inte finns över beteende. Det blir färre indatavärden som kan ifrågasättas vilket gör en relativt enkel kontroll innan bygget startar möjligt för kommunen som ställt kravet.

Att solinstrålningen inte beaktas i kalkylen innebär att VFT inte ger en direkt prognos på årsvärmebehovet. För byggnader som hamnar i ett skuggat läge kan det ses som en fördel. Sådana byggnader drabbas annars av högre byggkostnader. Byggnadens läge är inte alltid något som byggherren råder över och där placeringen kan påverkas finns andra skäl för byggherren att välja bästa läget (solinstrålning, dagsljus, etc).

Utifrån ett givet värde på VFT kan värmebehovet uppskattas för en byggnad med ett normalt brukande utifrån givna schabloner för skuggning, vädring och andra beteendefaktorer, men även andra faktorer som ledningsförluster tillkommer.

Inte heller i detta alternativ omfattar kravet fastighetsel och varmvatten. VFT kan ses som ett alternativt krav till nettovärme. Därmed behövs motsvarande komplement till kravet som diskuterats i alt B. Med ett övergripande krav på årsenergi (70 kWh i basalternativet) och låst schablonvärde för varmvatten begränsas dock även utrymmet

² Dimensionerande vinterutetemperatur (DVUT) är ett definierat begrepp i BBR.

2013-05-30

för fastighetsel. Detaljer som överläts åt byggherren att själv styra upp omfattar styr- och reglersystem, övervakningssystem, fördelningsmätning, ledningsförluster, effektiva installationer för belysning, mm.

En nackdel är att begreppet idag bara tillämpas av de byggare och förvaltare som bygger passivhus och minienergihus enligt FEBY12. I Miljöstyrningsrådets arbete med energikrav för offentlig upphandling har representanterna för byggherreorganisationer förordat energikrav som inte kräver begrepp som marknaden inte är van vid. VFT är beprövat i ett antal kommuner, men inte allmänt spritt. Fritt tillgängligt beräkningsstöd för VFT kommer finnas på internet via insatser från Sveriges Centrum för Nollenergihus.

En annan nackdel är att det i princip finns två alternativa definitioner i Sverige;

- a. som tillämpar internationella standarder (ISO 13789:2008) och praxis (FEBY12) och
- b. som gör ett undantag enbart för frånluftsvärmepumpar och betraktar dessa, inte som ett produktionssystem utan som ett återvinningssystem (Miljöbyggnad och SIS 24300 – del 1).

Alternativ a kräver i praktiken värmeåtervinning med FTX eftersom förluster via ventilation annars blir så hög. Detta anser förespråkare för frånluftsvärmepumpar (FVP) inte vara teknikneutralt, eftersom de menar att FVP också kan ses som ett system för att återvinna energi ur frånluften. Begreppet teknikneutralitet tillämpas då på val av ventilationssystem (FVP kräver inget tilluftssystem), inte teknikneutralitet i avseende tillförselenergi.

Alternativ b flyttar ut systemgränsen till köpt energi för frånluftsvärmepump, men inte för andra värmepumpstillämpningar. Med alternativ b skulle man alltså inte veta om det är byggnadens egenskaper eller värmepumpens egenskaper man bedömer. Detta är delvis parallellt till att även ett FTX-systems prestanda ingår i ett VFT, men det finns avgörande skillnader i elanvändningens storlek och behovet av spetsenergi. (Se bilaga 2.3)

I denna rapport förordas därför alternativ a. Ett ej vedertaget mellanläge mellan a och b kan annars vara att rikta in sig på endast ökningen av elanvändningen i FVP jämfört med FTX, och där tillämpa en viktning eller uppräknings utifrån COP-faktor.

En lämplig inledande nivå för samordnade kommunala energikrav skulle kunna utgöras av nivån 20 W/m² för klimatzon III (södra Sverige), vilket utgjorde ett av de alternativa förslagen för basnivå i MSR:s diskussioner och är den nivå som gäller för kriterierna för minienergihus i FEBY12. Denna nivå motsvarar en indikativ energianvändning på 70–75 kWh/m² för en fjärrvärmd byggnad, varav 35–40 kWh/m² för uppvärmning.

På en mer ambitiös kravnivå, t.ex. efter erfarenheter att har tillämpat baskravet ett par år, kan en skärpning till 17 eller 15 W/m² övervägas, vilket motsvarar nuvarande passivhusnivå eller en energianvändning på nivån 50–60 kWh/m² beroende på byggnadens förutsättningar och valda schablonvärden för varmvatten.

W/m ² A _{temp} DVUT	Klimat-zon I	Klimat-zon II	Klimat-zon III
Rekommendation/basnivå	22	21	20
Steg två/avancerad nivå	19	18	17
Passivhusnivå/spetsnivå	17	16	15

2013-05-30

Tabell 1. Energikrav för byggnadens värmeförlusttal, enligt utkast från MSR.**Kontroll**

Uppföljning sker enklast med en redovisning av beräkningen, se bilaga 2.2. Samma data krävs som ändå används i en årsenergikalkyl (som alltid utgår från byggnadens förluster) vad gäller byggnadens geometri, isolering, täthet och ventilation och innebär inget merarbete för byggherren eller dess konsult. Endast ca hälften av indata till en årsenergikalkyl krävs, då ingen hänsyn behöver tas till:

- solinstrålning och skuggningsförhållanden
- brukarnas beteende
- spillvärme från apparater
- verkningsgrad på värmeutrustning, mm

För uppföljningen krävs att projekteringen är klar och att egenskaper kopplade till värmeförlusttalet finns införda i bygghandlingar, dvs att antagen täthet anges och att täthetsprovning och prestandaprovning av värmeåtervinning ska utföras. Dessa genomförs under byggskedet så att eventuella avvikelser kan åtgärdas omgående.

In- och utdata för en kalkyl av värmeförlusttalet kan redovisas på en A4 sida i en standardiserad redovisning så att granskningen underlättas, se exempel i bilaga 2.2. Ett enkelt körschema för vad en granskning kan omfatta kan tas fram utifrån erfarenheterna från Västerås kommuns granskningar.

Värmeförlusttalet (VFT) vid dimensionerande vinterutetemperatur (DVUT) föreslås följa den internationella standarden ISO 13789 vad avser ventilationens förluster.

Mätverifiering. Det går att mäta VFT i byggnad som tagits i drift under den kalla vinterperioden och det finns några alternativa mätmetoder i de fall mätning ska genomföras³ bl.a. via mätning av byggnadens energisignatur ($W/m^2, K$) som sedan räknas upp till den dimensionerande utetemperaturen. För kommunen som kravställare föreslås att kontrollen begränsas till handlingar innan byggstart. För byggentreprenör och byggherre kan dock en mätverifiering vara av intresse för att få en tidig återkoppling relativt beräknade värden så att brister och avvikelser kan upptäckas. Mätosäkerhet blir på samma nivå som årsenergimätningar eller månadsuppföljningar⁴.

Ett alternativ till värmeförlusttalet är att formulera kravet som byggnadens maximala **energisignatur**. Det kravet är dock oberoende av ortens klimat. VFT tar däremot hänsyn till om orten där byggnaden uppförs är varmare eller kallare även inom respektive klimatzon (DVUT skiljer sig även inom klimatzonerna) på sådant sätt en byggnad på en kallare ort kräver mer isolering.

³ Underlag till förslag på samordnade energikrav. Aton Teknikkonsult AB maj 2012 (www.aton.se).

⁴ Lågenergihus – jämförande mätning av fyra flerbostadshus. Sveriges Centrum för Nollenergihus (www.nollhus.se)

2013-05-30

Alternativ D. U-medelvärde, eventuellt i kombination med fler krav på komponenter och delsystem

Nästan alla länder har energikrav på olika delsystem, som U-värden för väggar, tak, fönster etc. I Sverige finns i BBR ett separat krav på genomsnittligt U-värde i form av krav på U-medelvärde (U_m) och därför är begreppet redan väl känt inom branschen.

En fördel är att det är lätt att kontrollera genom dokumentation av byggnadsskalets komponenter. I och med att det inte omfattar ventilation och värmeåtervinning behöver det inte som ovan ta ställning till om frånluftsvärmepumpar ska definieras som värmeproduktion liksom övriga värmepumpar eller som värmeåtervinning.

U_m -kravet innehåller klimatskalets alla areor. För en större bostadsbyggnad i många plan utgör fönstrets andel i U_m -värdet mer än 50% och för en lokalbyggnad två tredjedelar. Ett krav på U_m -värde är därmed i huvudsak ett krav på fönstrens U-värde. Fönstren har dock inte samma livslängd som konstruktionen i övrigt, vilken bör vara mer intressant att ställa långsiktiga krav på.

Exempel på U-värdet för övrig konstruktion beroende på fönstrens U-värde

En bostadsbyggnad med formfaktor 1,0 (se förklaring nedan), 16% fönsterandel av uppvärmd area och ett energikrav för U_m på 0,32 får, givet två alternativ för fönstren, följande U-värde för den övriga konstruktionen (vägg, tak och golv inklusive köldbryggor):

	Fönstrets U-värde	Konstruktionens U-värde
Alt 1.	1,2	0,15
Alt 2.	0,8	0,23

Ett krav som säkrar ett bra klimatskal för övriga delar kan alltså åstadkommas genom ett kompletterande energikrav för fönstrets U-värde, eller att följa det danska exemplet enligt nedan. Med kompletterande krav på täthet och värmeåtervinning kan byggnadens totala energiförluster säkras förutsatt att kravet anpassas till byggnadens storlek.

Kravet på U-värde kan behöva anpassas till byggnadens storlek. Kopplingen mellan U_m -värde och byggnadens värmeförluster är beroende inte bara av väggens isoleregenskaper (U_m -värdet) utan även hur mycket ytterväggar byggnaden har, liksom takarea och area mot mark. Ett mått på detta förhållande är byggnadens formfaktor, som grovt varierar mellan 1 och 3 när man går från ett 5 vånings punkthus till en enplans byggnad. Det innebär att om t.ex. ett U_m – krav på 0,35 (W/ m²,K) ska gälla så kommer byggnader med olika antal våningsplan och därmed olika formfaktorer att få energiåtgångstal för byggnadens uppvärmning som skiljer sig åt enligt tabell 1.

Antal plan	Formfaktor	U_m	Värme (kWh/m ²)
2	1,52	0,35	50
3	1,22	0,35	37
5	1,02	0,35	29

Tabell 1. Beräkningsexempel för tre byggnader med samma uppvärmda area och som alla har FTX-system med 85% verkningsgrad, samma fönsterandel, samma täthet och samma U_m -värde (0,35), beroende på antal våningsplan och därmed formfaktor.

2013-05-30

Av tabellen framgår att med enbart ett kompletterande energikrav i form av U_m kommer byggnadens värmebehov att variera mellan 29 och 50 kWh/m² beroende på byggnadens formfaktor som i denna modell påverkats enbart genom antal våningsplan.

U_m -värdena är alltså lättare att nå för mindre byggnader, pga. att dessa har relativt sett mindre fönsterarea. I Norra Djurgårdsstaden ligger U_m -värdena på cirka 0,30 för relativt stora byggnader vid ett energikrav på 55 kWh. I Västerås finns U_m -värdet på 0,2 för små flerfamiljshus som ska klara energikrav på 60 kWh. Dessa nivåer kan jämföras med U_m 0,4 i nuvarande BBR och U_m 0,35 som föreslagits som skärpning för att säkerställa teknikneutralitet av byggindustrins representanter i Miljöstyrningsrådet arbete.

Slutsatsen är att U-medelvärde inte är ett bra styrande energikrav, om det inte tar hänsyn till byggnadens storlek och form. Krav på en viss nivå kan dock vara användbar vid en relativt homogen byggnadsstock, t.ex. Norra Djurgårdsstaden i Stockholm.

Ska U-värdet göras neutral till byggnadens formfaktor är följande ett alternativ:
 $U_m < X \times A_{\text{temp}}/A_{\text{omsl}}$, (dvs värde / formfaktor), där X anges som styrande värde.

För en byggnad som t.ex. ska klara nivån 25 kWh/m² för netto värme, så kan X sättas till 0,32. Men samma byggnad utan värmeåtervinning med ett FTX-system kommer behöva ca 70 kWh/m² för uppvärmning. Om man vill säkra nivån på byggnadens värmebehov måste alltså ett krav på U-medelvärde enligt ovan kombineras med ett krav på värmeåtervinningens verkningsgrad och byggnadens täthet.

Ytterligare ett alternativ, som tillämpas i Danmark, är att ha ett separat energikrav på fönster och sedan ett separat U_m där fönsterförlusterna inte ingår och kalla det för något annat (i Danmark "värmeförlust") och som sedan varierar med antal våningsplan.

En sådan uppsättning av separata systemdels- och komponentkrav är väl värd att överväga för kommande revideringar av de nationella energikraven i byggreglerna, men kräver mycket metod- och utredningsarbete.

Komponentkrav kan också vara komplement till ett övergripande energikrav och då motiverat av att säkra miniminivå på systemdelar. Det skarpa kravet ligger då på ett fungerande övergripande funktionskrav för byggnaden.

Ett krav på U_m -värde som är formfaktorrelaterat kan alltså användas tillsammans med andra egenskapskrav, så som U-värdeskrav på fönster, krav på täthet och värmeåtervinning. Detta kräver dock mer utvecklingsinsatser och avstämningar jämfört med mer övergripande energikrav som kan ge samma resultat, så som nettovärme eller värmeförlusttal i alternativ B och C, vilka också är avgränsade till byggnadens värmeegenskaper.

Kontroll

Kravet kan kontrolleras via dokumentation av U-värden och fönsterval samt täthetsprovning och prestandaprovning av verkningsgrad.

2013-05-30

Bilaga 2.1 Redovisningsmall för netto årsvärmebehov

Beräkningen ska inkludera:

- Byggnadens värmebehov på årsbasis baserat på beräkning av byggnadens energibalans
- Energiberäkning ska ta hänsyn även till skuggningseffekter från omgivning för den aktuella platsen, men den totala skuggningen under uppvärmningssäsongen ska minst motsvara en skuggning på 50% (Sveby referens).
- Kulvertförluster mellan byggnader anslutna till samma undercentral (enl Boverkets definition).
- Kompletterande elvärmare i bostaden (handdukstorkar, komfortvärmegolv i förekommande fall och enligt Boverkets definitioner).
- Eventuellt värme till garage ansluten till byggnaden.
- Förluster i undercentral och värmeledning som inte kommer byggnaden till godo.
- Förluster i varmvattencirkulationsledning som inte kommer byggnaden till godo.
- Vädringsförluster, vilket utgör ett påslag på 4 kWh/m².

Beräkningen kompletteras med en handling som visar att det i kontrollplanen ingår täthetsprovning av byggnaden och prestandaprovning av värmeåtervinningssystem.

Referensvärden bostäder: Brukarindata bostäder, Sveby

Referensvärden kontor: Brukarindata kontor, Sveby

Referensvärden övriga lokaler: Referensvärden enligt tabell 1 i FEBY12

Kravspecifikation för lokaler.

(Alternativt så skrivs den tabellen ut tillsammans med hjälptexter, ca 2 A-4 sidor)

Här utvecklas sedan en redovisningsmall, men ambitionsnivån för denna bör först diskuteras i en referensgrupp.

Kontroll av redovisningen går sedan ut på att kontrollera att de delar som ska ingå i beräkningen tagits med och att indata är rimliga.

2013-05-30

Bilaga 2.2 Redovisningsmall för värmeförlusttal

(exempel på en existerande redovisningsmall som täcker relevanta in- och utdata)

Klimatdata dimensionerande

Klimatdata för ort	Stockholm
Dimensionerande utetemperatur	-12,7 °C
Marktemperatur, dimensionerade	0,9 °C
Rumstemperatur	21 °C

Byggnadskonstruktion

Byggnadstyp	Halvtung	Atemp	1688 m2	Boarea BOA	1651 m2
		Agarage	0 m2	Lokalarea LOA	0 m2

Klimatskal	Area	U-värde	Temp. diff.	PT
Byggnadsdel	m2	W/(m2K)	K	Watt
Yttervägg	1630	0,157	33,7	= 8624
Ytterdör	7,7	1,2	33,7	= 311
Tak mot uteluft	236	0,07	33,7	= 557
Terasstak	44	0,18	33,7	= 267
Golv mot platta på mark	295	0,176	20,1	= 763
Vägg mot mark	3	0,176	20,1	= 11
Koldbryggor mot mark	1	0	20,1	= 0
Koldbryggor mot uteluft	1	105,26	33,7	= 3547
Fönster	257	0,9	33,7	= 7795
Glasade altandor	70	0,9	33,7	= 2123
Flaktrum	74	0,17	33,7	= 423,946
	0	1	33,7	= 0
	0	1	33,7	= 0
	0	1	33,7	= 0
Aom	2618,7	m2	Summa	24422

Ventilationsdata Dimensionerade

Genomsnittligt frånlustflöde (Vex)	648 l/s	Vindskyddskoefficient, e	0,07
Läckageflöde q50/Aom vid provtryckning	0,3 l/s, m2 Aom	Vindskyddskoefficient, f	15
Läckageflöde q50/Atemp vid provtryckning	0 l/s, m2 Atemp		

Värmeåtervinningsdata dimensionerande, placerad inom klimatskal

Tilluftslöde	95 (% av Vex)
Värmeväxlarens återvinningsgrad, heff	81 %
Värmekonduktivitet uteluftkanal, Y	0,23 W/(mK)
Längd uteluftkanal	3 m
Värmekonduktivitet avluftkanal, heff	0,23 W/(mK)
Längd avluftkanal	4,5 m
Avtrostningstid vid DUT	0 (minuter per timme)
Jordvärmeväxlarens återvinningsgrad	0 % heff

Resultat effekt

Infiltration	40,3 l/s
Systemverkningsgrad	81 % heff

Tidskonstant: 12,1 dagar

Klimatskal Um: 0,28 W/m2K

Värmeförlusttal (VFT)

19 Watt / m2

2013-05-30

Bilaga 2.3 Hantering av definition av frånluftsvärmepumpar

Värmeåtervinning ur frånluften med ett FTX-system⁵ eller med en frånluftsvärmepump är två alternativa sätt för att ta värme ur frånluften så den kyls. Är dessa likvärdiga för byggnadens energibehov? Om byggnaden betraktas som en systemgräns, minskar då byggnadens värmeförluster lika mycket och därmed dess värmebehov och är det samma värme som sparas? Bör frånluftsvärmepumpar därmed ses som en värmeåtervinningsanläggning i likhet med FTX, eller snarare som en värmeproduktionsanläggning i likhet med övriga värmepumpar?

Att frågorna väcks beror på att värmepumpar som dimensioneras för att inte överskrida BBRs effektgräns inte betraktas som elvärme i BBR och för att SIS standard för effektklassning gör ett undantag för just frånluftsvärmepumpar vid kalkylering av värmeeffektörlusterna, så att tillförd energi beaktas istället för avgiven energi, ett undantag som det inte finns stöd för i den ISO-standard den annars åberopar.

FTX-systemet återvinner värme i relation till temperaturskillnaden mellan ute- och innetemperatur. Ju kallare ute ju mer sparas. Det innebär för t.ex. ett passivhus med FTX att "värmeproduktionssystemet" som ska avge ett värmebehov vid -20 grader ute behöver tillföra 13 W/m^2 . Om det kvarvarande värmebehovet försörjs från en värmepump med en värmefaktor på 3 så behöver värmepumpen en eleffekt på $4,3 \text{ W/m}^2$. FTX-systemet påverkar byggnadens effektsignatur, dvs lutningskoefficienten (W/K) (utetemperaturrelaterade värmebehov) och kommer i detta exempel att mer än halvera koefficienten.

Med en ren frånluftsventilation utan värmeåtervinning är värmeeffektbehovet för samma byggnad och vid samma utetemperatur ungefär dubbelt så stort, 28 W/m^2 . Om en sådan byggnad ska försörjas med en värmepump (oavsett om det är bergvärme, frånluft eller en kombination av dessa) kommer den även behöva vara dubbelt så stor jämfört med en byggnad som har FTX-system. En sådan värmepump kostar mer i investering och dess utnyttjningsgrad (varaktighet) minskar vilket ger en högre produktionskostnad för värme.

En byggnad isolerad till passivhusnivå och som huvudsakligen ska värmas med en värmepump kommer behöva ca tre gånger mer elenergi för att driva värmepumpen, ca 20 kWh/m^2 om byggnaden saknar FTX, istället för $6,2 \text{ kWh/m}^2$ med FTX. I ett FTX system tillkommer dock $2-3 \text{ kWh/m}^2$ mer för fläktdriften. Så skillnaden i detta exempel är sammantaget en halverad elåtgång för uppvärmningen.

Som ett mer ekonomiskt alternativ väljs ofta en värmepump som inte tar hela effektbehovet i kombination med ren elenergi eller fjärrvärme för att klara värmebehovet när det är som kallast. Men denna toppenergi är mer kostsam att producera (vilket ger högre effektagift) och har större miljöpåverkan (på marginalen baserad på kondenskraft och fossil energi).

Exemplen ovan visar att utan FTX ökar behovet av effekt när det är som kallast och att resultatet blir ungefär den samma oavsett typ av värmepump så länge de har en likvärdig värmefaktor. Finns motiv för att särbehandla frånluftsvärmepumpar bör det

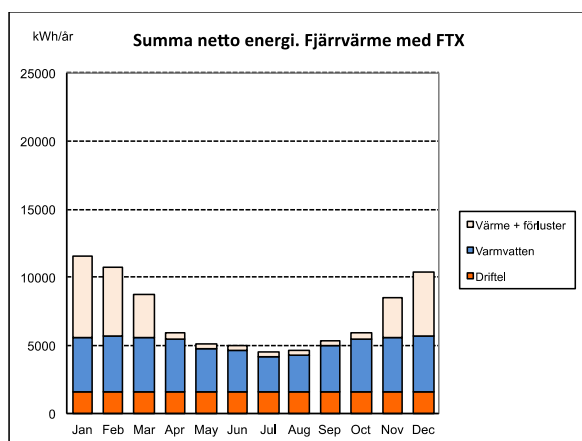
⁵ växlar värme mellan till- och frånluft.

2013-05-30

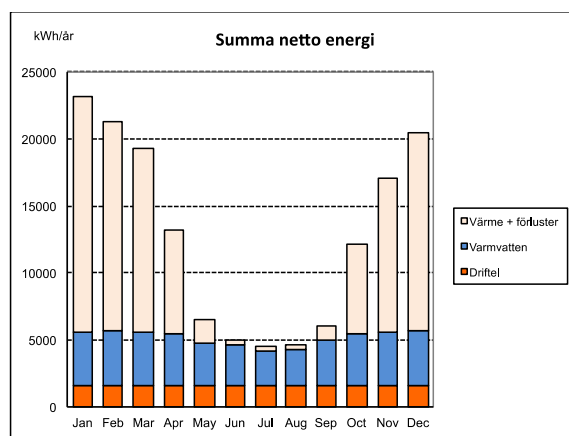
ske på andra grunder, annars är det mer teknikneutralt att formulera energikraven så alla typer av värmepumpar har samma möjligheter.

Med ett energikrav som är teknikneutralt vad avser energislag och tillförselsystem, kan ett senare val av energislag ske på marknadens villkor utifrån prissignaler och miljöskatter.

En byggnad som värms helt eller delvis med en värmepump, t.ex. en frånluftsvärmepump, kan senare alltid anslutas till fjärrvärme rent tekniskt sett. Om den redan har en kompletterande fjärrvärmeanslutning kan värmepumpen senare stängs av om prisrelationen el och fjärrvärme ger en ogynnsam kostnadsbild, men då ökar fjärrvärmebehovet i exemplet ovan med ca 48 kWh/m², dvs blir tre gånger så stor för värmedelen. Detta illustreras också i följande figurer som återger byggnadens netto energibehov, dvs den värme byggnaden behöver efter det värmen lämnar en fjärrvärmecentral, en värmepanna eller en värmepump.



Figur 1. Passivhusbyggnad med FTX



Figur 2. Samma byggnad utan FTX

Investeringskostnaden för en byggnad med ren frånluftsventilation (den högra figuren) är lägre än med ett FTX-system. En sådan lösning kan vara ekonomisk på kort sikt, men lösningen ger byggnader som kräver avsevärt mer energi om energiförsörjningen ska vara helt elbaserad, eller senare övergå till en helt fjärrvärmebaserad uppvärmning.

De energikrav som väljs och med de systemgränser som avses, bör vara entydiga vad avser frågan om frånluftsvärmepumpar ska betraktas annorlunda än andra värmepumpar, för att de tar sin värme ur just frånluften.