



Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

Examensarbete i Byggt teknik

Användning och utveckling av Miljöbyggnad

Use and development of Miljöbyggnad



Författare: Stina Jeppsson

Författare: Barak Hasnein

Författare: Mohammed Mohamadi

Handledare: Benny Fransson

Examinator: Åsa Bolmsvik

Handledare, företag: Ida Karlsson VöFAB

Datum: 2014-06-09

Kurskod: 2BY03E, 15 hp

Ämne: Byggt teknik

Nivå: Högskoleingenjör

Institutionen för Byggt teknik

Sammanfattning

Idag sker ett kontinuerligt arbete inom byggbranschen för att reducera byggnaders energianvändning och samtidigt skapa ett inneklimat med hög kvalitet. Numera har byggnaders miljöbelastning stor fokus inom byggsektorn och därför arbetar flera företag med miljöcertifieringar såsom BREEAM, LEED och Miljöbyggnad. Det svenska systemet Miljöbyggnad lägger fokuset på hållbar utveckling speciellt genom att kontrollera byggnadens energianvändning, inomhusklimat och material. Miljöbyggnad finns för både nybyggnation och befintliga byggnader med specifika manualer för vardera. Dessa manualer visar vilken dokumentation som behövs för att kunna erhålla ett betyg; klassad, brons, silver eller guld.

I detta examensarbete undersöks för- och nackdelar vid certifiering enligt Miljöbyggnad. Under vilket byggskede det är lämpligast att utföra certifieringen och vilka problem och svårigheter som kan uppkomma analyseras. Arbetet granskar även systemet kritiskt och analyserar om fler parametrar bör inkluderas. Detta undersöks genom intervjuer av personer, från tre olika företag, som har gjort eller gör klassningar enligt Miljöbyggnad. De tre företag som medverkat är Karlshamnsbostäder, Ljungby kommun och Växjö Fastighetsförvaltning AB.

Produktionsenergi för byggnadsmaterial är en parameter som Miljöbyggnad inte tar hänsyn till. För att analysera om det eventuellt är en parameter som bör inkluderas i systemet beräknas produktionsenergin för isoleringsmaterial i ytterväggar. Produktionsenergin ställs sedan mot transmissionsförluster och värmeeffektbehov. Undersökningen utgår från en av de byggnader som tagits upp i intervjuerna. Sedan ändras isoleringstjockleken i ytterväggarna för att simulera hur värdena ändras om byggnaden vore byggd på 1990-talet eller enligt passivhusstandard.

Miljöbyggnad är enkelt att förstå och lätt att följa för både nyproduktion och befintliga byggnader. Det största problemet som uppstår ligger inte i själva systemet utan i dokumentationsinsamling, speciellt för befintliga byggnader. Om certifieringen utförs efter att byggnaden har byggts klart, finns det stor risk att dokumentationsinsamlingen tar väldigt långt tid. Det är därför mest fördelaktigt att certifiera under produktionskedet.

Branschen strävar mot allt energisnålare och välisolerade byggnader, vilket leder mot ökad produktion av isoleringsmaterial. Undersökningen visar att produktionsenergin för isolering i ytterväggar blir en allt större del av energiförbrukningen. Slutsatsen är ändå att systemet inte bör införa en parameter för detta i dagsläget men att det kommer bli aktuellt i framtiden.

Miljöbyggnad kan utvecklas med indikatorer för tekniska lösningar för att driva på utvecklingen mot nollenergihus ytterligare. Det behöver även undersökas huruvida systemet behöver ta hänsyn till olika verksamheter.

Summary

There is a continuous work for reducing the use of energy in buildings in the building industry today, and at the same time create a high quality indoor climate. The environmental strain of buildings is in focus today and therefore many companies work with green building certifications like LEED, BREEAM and Miljöbyggnad. The Swedish system Miljöbyggnad focuses on sustainable development by verifying the buildings energy use, indoor climate and materials. Miljöbyggnad can be used for both new production and existing buildings and have different manuals for them. These manuals show what documentation is needed to gain the different grades; klassad, brons, silver and guld.

This thesis examines the advantages and disadvantages when certifying a building with Miljöbyggnad. During which phase of the building process it is most advantageous to certify and what problems and difficulties may occur. The report also critically reviews the system and analyses whether it should include more parameters or not. This is examined by interviews of persons, from three different companies, that have or are currently certifying buildings with Miljöbyggnad. The three companies are Karlshamnshälsö, Ljungby kommun and Växjö Fastighetsförvaltning AB.

The production energy for building materials is a parameter that Miljöbyggnad doesn't take into account. The production energy for insulation in the exterior walls is calculated to analyze if it's a parameter that should be included in the system. The production energy is then compared to transmission losses and heat effect demand. The examination is based on one of the buildings that was raised in the interviews. Then the insulation thickness in the exterior walls was altered to simulate how the values change if the building was built in the 1990s or according to passive house standard.

Miljöbyggnad is simple to understand and easy to follow for both new and existing buildings. The biggest problem that arises is not in the system itself, but in the documentation collection, especially for existing buildings. If the certification is performed after the building is produced, there is a high risk that documentation collection will take a very long time. Therefore, it is most advantageous to certify during the production phase.

The industry strives toward more energy efficient and well insulated buildings, leading to increased production of insulation materials. The survey shows that production energy of insulation in exterior walls are becoming an increasingly larger part of the energy consumption. The conclusion is still that the system should not introduce a parameter for this in the current situation, but it will be necessary in the future.

Miljöbyggnad can be developed with indications for technical solutions to drive the development towards zero-energy buildings. An examination of whether the system needs to take into account different occupations should be performed.

Abstract

Rapporten beskriver undersökningen och utvärderingen av certifieringssystemet Miljöbyggnad. Undersökningen har genomförts genom personliga intervjuer med tre olika företag, Karlshamnsbostäder, Ljungby kommun och Växjö Fastighetsförvaltning AB.

Syftet med rapporten är även att undersöka om produktionsenergi för byggnadsmaterial bör inkluderas med i systemet Miljöbyggnad. Undersökningen genomförs genom beräkning av energianvändningen för ett isoleringsmaterial, värmeeffektbehovet och transmissionsförlusterna.

Nyckelord: certifieringssystem, Miljöbyggnad, SGBC, energianvändning, produktionsenergi.

Förord

Initiativet till undersökningen togs av GodaHus och utfördes i samarbete med Ljungby kommun, Karlshamnsbostäder och Växjö Fastighetsförvaltning AB. Vi vill tacka Hans Magnusson och Eva Håkansson på Karlshamnsbostäder som har ställt upp på intervju. Det har även Ida Karlsson på VöFAB och Anna Tönnesen på Ljungby kommun gjort och de ska ha ett extra tack eftersom de även varit handledare åt oss. Vi vill även tacka Leif Gustavsson som hjälpte oss utveckla syfte och mål för arbetet. Slutligen vill vi tacka vår handledare på universitetet, Benny Fransson.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	VII
1. Introduktion	1
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte och mål	3
1.3 Avgränsningar	3
2. Teori	4
2.1 Miljöbyggnad	4
2.1.1 Betygssystemet	4
2.1.2 Bedömningskriterier	5
2.1.3 Miljöbyggnads certifieringsprocess	7
2.2 BREEAM	9
2.3 LEED	10
2.4 GreenBuilding	10
2.5 Tidigare undersökningar	11
2.6 Isolering	13
2.6.1 Tillverkningsprocessen av mineralull	13
2.7 Byggnation	14
2.7.1 Nuläget, BBR-krav	14
2.7.2 Nuläget, Passivhus	15
2.8 Beräkningsteori	16
2.8.1 U-värde	16
2.8.2 Värmeeffektbehov	17
2.8.3 Transmissionsförluster	18
2.8.4 Produktionsenergi	19
3. Metod	20
3.1 Kvalitativ metod	20
3.2 Kvantitativ metod	20
4. Genomförande	21
4.1 Information- och litteratursökning	21
4.2 Intervjuer och enkätundersökning	21
4.3 Beräkningar	21
5. Resultat och analys	23
5.1 Intervjuer	23
5.1.1 Intervju, Ida Karlsson	23
5.1.2 Intervju, Anna Tønnesen	25
5.1.3 Intervju, Hans Magnusson & Eva Håkansson	27
5.1.4 Analys	29
5.2 Beräkningar	30

5.2.1 Beräkningsresultat för ytterväggarnas U -värde [W/m^2K].	30
5.2.2 Värmeeffektbehov.....	33
5.2.3 Transmission genom ytterväggen	34
5.2.4 Energianvändning vid produktion av isoleringsmaterialet glasull	35
5.2.5 Analys.....	36
6. Diskussion och slutsatser	39
Referenser	41
Bilagor	44

1. Introduktion

Klimatförändringar och vår miljöpåverkan är ett av de största problemen i världen just nu. Flera globala organisationer och unioner har satt upp krav och mål för att förbättra situationen. EUs krav är bland de strängaste i världen och dessa ska Sverige följa. För att uppnå dem har riksdagen fastställt Sveriges 16 miljökvalitetsmål. Enligt Boverket (2007 s.9) utgår dessa mål från fem grundläggande värderingar:

- Människors hälsa
- Den biologiska mångfalden
- Kulturmiljö och de kulturhistoriska värdena
- Ekosystemets långsiktiga produktionsförmåga och
- En god hushållning med naturresurser.

Vidare framgår att av de 16 miljökvalitetsmålen är det främst tre som berör bygg- och fastighetssektorn. Målen är God bebyggd miljö, Giftfri miljö och Begränsad klimatpåverkan.

Boverket är ansvariga för uppfyllandet av God bebyggd miljö. Målet innebär att ”... städer, tätorter och annan bebyggd miljö ska utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö.” (Prop. 2009/10:155 s.211) Som ett delmål för uppfyllandet av detta ville Boverket (2007 s.7) ”utveckla kriterier för ett miljöanpassat byggande”.

1.1 Bakgrund

Boverket var delaktigt i Bygga-Bo-Dialogen, ett samarbete mellan regering, kommuner och företag. Samarbetet ledde till framtagningen av klassningssystemet *Miljöklassad byggnad*. Intresseföreningen Miljöklassad byggnad, en ideell förening, hade hand om certifieringen enligt systemet fram till 2011 då Sweden Green Building Council tog över. Systemet bytte då namn till Miljöbyggnad.

Miljöbyggnad är ett relativt nytt klassningssystem, 2005 påbörjades arbetet med framtagningen och 2009 lanserades det. Det finns dock andra certifieringssystem som använts längre. 1990 lanserades det brittiska systemet BREEAM och 2000 kom det Amerikanska systemet LEED. Dessa är fortfarande väl använda i Sverige liksom GreenBuilding. GreenBuilding lanserades som ett EU-initiativ 2004 för att påskynda energieffektiviseringen i bygg- och fastighetssektorn.

Miljöbyggnad kontrollerar aspekter inom tre områden: Energi, Innemiljö och Material. Certifieringssystemet är baserat på svenska bygg- och myndighetsregler och svensk byggpraxis (SGBC faktablad). De tre områdena kan enkelt kopplas till de tre miljökvalitetsmålen som berör byggsektorn. Enligt Glaumann; et al. (2008) var bakgrunden till framtagningen av systemet att få till en frivillig klassning av byggnader med hänsyn till energi- och resursanvändning, inomhusklimat och hälsa. Det övergripande syftet med detta var att bidra till en hållbar bygg- och fastighetssektor.

Föreningen GodaHus vill underlätta miljöklassningsarbetet för sina medlemmar genom detta projekt. Erfarenheter från tre klassningar utförda av olika parter ska undersökas för att finna för- och nackdelar, fallor och framgångsfaktorer. Klassningarna är utförda i olika skeden av byggprocessen: under projekteringen, under/efter produktion och under förvaltningsskedet, klassning av en befintlig byggnad.

Enligt Dodoo et al. (2011) innebär EU:s direktiv om energiprestanda för byggnader att alla nya byggnader från och med 2021 måste vara nära nollenergi byggnader. Sveriges centrum för nollenergihus (2013a) definition av nollenergihus lyder; ” *Nollenergihus är en byggnad som utöver att uppfylla kraven för passivhus inte använder mer energi under året än vad den själv tillför.* ”

Den omslutande energin har enligt Berggren et al. (2013) minskat lite genom tiden. Däremot är den en allt större del av den totala energianvändningen ur ett livstidsperspektiv. Berggren et al. (2013) menar därför att val av material kommer bli allt viktigare i framtiden. Dodoo et al. (2011) visar tydligt vikten av materialval. Vid jämförelse av stommaterial för ett passivhus mer än fördubblades primärenergien i produktionsskedet för en betongstomme jämfört med en trästomme. En stor del av primärenergiökningen tillskriver Dodoo et al. (2011) ökat energibehov för materialproduktion. Dessutom konstaterar Dodoo et al. (2011) att byggnadsmaterialindustrin medför stora utsläpp av CO₂ och att materialval därför behöver regleras.

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta arbete är att undersöka certifieringsarbetet då klassningssystemet Miljöbyggnad används. Ett ytterligare syfte med projektet är att kritiskt granska klassningssystemet Miljöbyggnad och se om fler parametrar bör beaktas vid klassning. Projektets syfte är även att använda och fördjupa de kunskaper som förvärvats under utbildningen.

Målet är att synliggöra för- och nackdelar, fällor och framgångsfaktorer i tillvägagångssättet vid certifieringsarbetet. Även att avgöra i vilket skede det är mest fördelaktigt att utföra klassningen är en målsättning. Dessutom är målet att se om produktionsenergin för byggnadsmaterial borde inkluderas i klassningssystemet.

1.3 Avgränsningar

Eftersom tiden är begränsad är det ej möjligt att utföra en certifiering för att på så sätt hitta för- och nackdelar m.m. Utgångspunkten i projektet är istället intervjuer hos tre företag om deras erfarenheter vid miljöklassning. Endast en byggnad i varje byggskede kommer att undersökas och därför kommer ej variationer med hänsyn till byggnadstyp att visas. Företagen har klassat enligt Miljöbyggnad och därför undersöks endast detta certifieringssystem.

Vid undersökning av produktionsenergin för byggnadsmaterial tas endast isolering upp. För ett hus undersöks isoleringsmängd, och värmeeffektbehovet vid tre olika kravnivåer. De tre nivåerna är 1990-tals krav, BBR-krav och Passivhus-krav. Endast ytterväggar ändras och övriga förutsättningar behålls.

2. Teori

2.1 Miljöbyggnad

Miljöbyggnad är ett certifieringssystem för byggnader som är utvecklat och anpassat för de svenska förhållandena. Enligt SGBC (2012a) används Miljöbyggnad för certifiering av nyproducerade och befintliga småhus, flerbostadshus och lokalbyggnader till exempel skolor, hotell och sjukvårdsbyggnader.

Miljöbyggnad, då kallat Miljöklassad byggnad, började utvecklas 2005. Enligt SGBC (2012a) har systemet arbetats fram inom Bygga-bo-dialogen och 2009 kom den första versionen ut som baseras på svenska byggnormer och byggpraxis. Sedan 1 januari 2011 hanteras systemet av Sweden Green Building Council, SGBC (u.å. a) och bytte då namn till Miljöbyggnad.

Enligt SGBC (2012a) fungerar Miljöcertifieringssystem som pådrivare för att effektivisera energianvändningen, förbättra innemiljön och minska användningen av byggvaror med farliga ämnen. De tre faktorer som karakteriserar systemet är (SGBC2012a):

- Fokus på energi, innemiljö och byggmaterial
- Tydlig uppföljning
- Låg energianvändning med liten miljöbelastning

2.1.1 Betygssystemet

Systemets betygsnivåer som en byggnad kan uppnå är Guld, Silver, Brons eller Klassad (SGBC, 2012a) se Tabell 1. Varje indikator bedöms och ges ett individuellt betyg i samma skala, därefter vägs delbetygen samman och detta leder fram till byggnadens slutbetyg, se Figur 1.

Tabell 1 Miljöbyggnads betygsnivåer (SGBC, 2012a)

KLASSAD	Är lägsta nivå en indikator kan uppnå vilket innebär att indikatorn inte uppfyller Miljöbyggnads grundkrav.
BRONS	Innebär att indikatorn/byggnaden uppfyller de myndighetskrav som finns.
SILVER	Motsvarar en högre ambitionsnivå.
GULD	Är högsta betyg en indikator/byggnad kan uppnå.

Indikatorer		Aspekter		Områden		Byggnad
Energianvändning	GULD	Energi	GULD	Energi	GULD	SILVER
Värmeeffektbehov	GULD	Effektbehov	SILVER			
Solvärmelast	SILVER		SILVER			
Energislag	GULD	Energislag	GULD			
Ljudmiljö	SILVER	Ljudkvalitet	SILVER	Innemiljö	SILVER	
Radonhalt	SILVER	Luftkvalitet	SILVER			
Ventilationsstandard	SILVER		SILVER			
Kvävedioxid	GULD		SILVER			
Fuktsäkerhet	BRONS		Fukt			
Termiskt klimat vinter	GULD	Termiskt klimat	GULD			
Termiskt klimat sommar	GULD		GULD			
Dagsljus	SILVER	Dagsljus	SILVER			
Legionella	GULD	Legionella	GULD			
Dokumentation	SILVER	Dokumentation	SILVER	Material och kemikalier	GULD	
Utfasning av farliga ämnen	GULD	Utfasning	GULD			

Figur 1 Exempel på betygsättning (SGBC, 2012a)

2.1.2 Bedömningskriterier

I bedömningen av Miljöbyggnad behandlas 16 indikatorer inom områdena energi, innemiljö och byggmaterial (se Tabell 2)(SGBC 2012a). Enligt SGBC (u.å. a) så utgår systemet "... enbart från själva byggnaden och tar inte hänsyn till andra externa faktorer som kan kompensera egna brister." till skillnad från till exempel LEED.

Enligt SGBC (2012a) används femton av indikatorerna; nr 1 tom nr 15 vid certifiering av nyproducerade byggnader. Medan vid certifiering av befintliga byggnader används enbart fjorton indikatorer; nr 1 till nr 13 plus nr 16.

Tabell 2 Miljöbyggnads indikatorer (SGBC, 2012c & SGBC, 2012d)

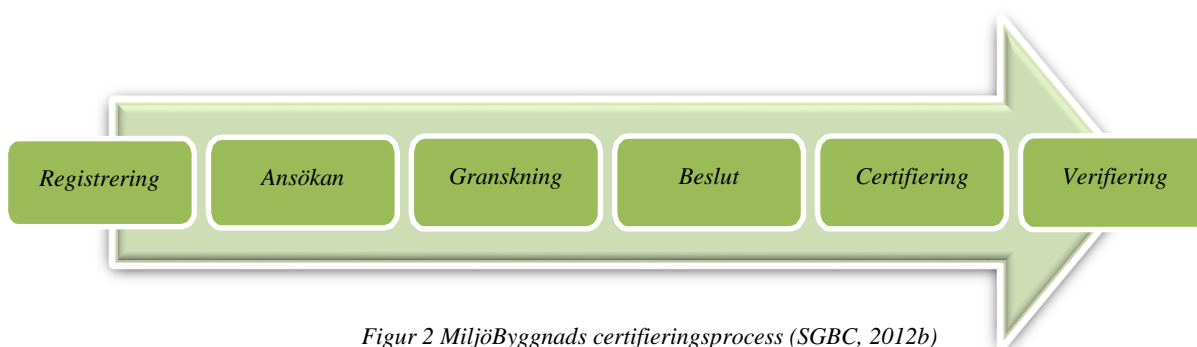
Indikator	Kortfattat vad som behandlas. (SGBC 2012c & SGBC 2012d)
1. Energianvändning	Beräknas enligt BBR, köpt eller levererad energi till byggnaden för; uppvärmning, varmvattenberedning, komfortkyla och fastighetsenergi(oftast fastighetsel). Vid befintlig byggnad bedöms uppmätta värden.
2. Värmeeffektbehov	Är byggnadens värmeförluster till följd av värmetransmission, luftläckage och ventilation fördelad på byggnadens uppvärmda area.
3. Solvärmelast	Bedöms på rumsnivå med endera datorsimuleringen eller beräkning av solvärmelasttalet(hur mycket värme som släpps

4. Energislag	in genom fönstren). Energi som används i byggnaden (energislag) fördelas på olika miljökategorier beroende på deras källa. Kategorier uppdelas på huruvida energikällan är förnybar, flödande, ger upphov till avfall, föroreningar eller andra problem vid hanteringen. Kategorier 1-4 visar miljöbelastningen där kategori 1 orsakar minst miljöbelastning t.ex. solenergi, och 4 orsakar mest miljöbelastning t.ex. naturgas och olja.
5. Ljudmiljö	Bedöms efter parametrarna; ljud från installationer inomhus, luftljudsisolering, stegljudsisolering, ljud utifrån, t ex från trafik eller från andra ljudkällor.
6. Radon	Bedöms för det högsta uppmätta värden i vistelsezonen. Uppmätningen sker i olika punkter i byggnaden i samband med geotekniska undersökningen.
7. Ventilationsstandard	Vilken typ av ventilationssystem, styrning och reglering av ventilationsflöde ska dokumenteras i VVS-beskrivningen eller ventilationsritningar. I befintlig byggnad bedöms OVK(obligatorisk ventilationskontroll) eller uppmätt luftflöde.
8. Kvävedioxid	Kvävedioxidhalten för inomhusmiljön beror på närhet till trafik. Om byggnaden ligger i tätort måste kvävedioxidhalten kontrolleras.
9. Fuktsäkring	Planer för fuktsäkerhetsarbeten och hur de ska bedrivas samt uppmärksamma det aktuella projektets kritiska konstruktioner med avseende på risk för fukt- mögelskador, vattenläckage.
10. Termiskt klimat Vinter	Bedöms på rumsnivå med endera datorsimulering av inneklimat eller med transmissionsfaktor(fönsters kylande verkan vintertid).
11. Termiskt klimat Sommar	Bedöms på rumsnivå med endera datorsimulering av inneklimat eller med solvärmefaktorn(hur värmen från fönster påverkar inneklimatet).
12. Dagsljus	Beräkning/simulering av dagsljusfaktorn (förhållande mellan ljusstyrkan utomhus och inomhus) eller fönsterglasandel.
13. Legionella	Åtgärder för att minska risken för tillväxt och spridning av legionella-bakterier bedöms. I befintlig byggnad bedöms tekniska lösningar och tappvattentemperaturer mäts.

14. Dokumentation av byggvaror	Loggbok över inbyggda material ska upprättas.
15. Utfasning av farliga ämnen	Varje byggvara bedöms utifrån innehåll och halt av utfasningsämnen.
16. Sanering av farliga ämnen	Halterna av följande ämnen bedöms; PBC, ozonnedbrytande ämnen, asbest, kadmium, kvicksilver, bly, impregnerat virke och radioaktiva isotoper.

2.1.3 Miljöbyggnads certifieringsprocess

Enligt SGBC (2012b) består certifieringsprocessen för Miljöbyggnad av sex faser. Processen illustreras i Figur 2 nedan. Många aktörer deltar i processen men fastighetsägaren har enbart kontakt med handläggaren på Sweden Green Building Council, SGBC som i sin tur är dokument- och kommunikationshanterare med de övriga aktörerna.



Figur 2 Miljöbyggnads certifieringsprocess (SGBC, 2012b)

Registrering

Registreringen av byggnaden är den första fasen i certifieringsprocessen och den gäller i tre år och under denna tid måste ansökan komma in (SGBC,2012b).

Bedömningskriterier som ansökan kommer att granskas utifrån bestäms av registreringsdatumet. Enligt SGBC (2012b) har de sökande möjligheter att få tre frågor besvarade, av handläggaren i SGBC eller av Tekniska rådet, efter betalningen av registreringsavgiften och innan ansökan skickas in.

Ansökan

Ett digitalt formulär som hämtas från Miljöbyggnads hemsida ska skickas in till SGBC inom tre år efter registreringen, enligt SGBC (2012b). Ansökan skall bifogas med handlingar som bekräftar de uppgifterna som inlämnades och förslagen från den sökande på indikator- och byggnadsbetyg.

Enligt SGBC (2012b) ska ansökan uppfylla de formella kraven som angetts av SGBC och detta kontrolleras av en handläggare innan den vidarebefordras för granskning.

Granskning

”Oberoende specialister på Miljöbyggnad” (SGBC, 2012b) granskar ansökan genom att kontrollera och jämföra de inlämnade handlingarna med aktuella bedömningskriterier.

Den sökande har tillgång till ett granskningsprotokoll som innehåller båda bedömningar av varje indikatorbetyg och eventuella kommentarer som granskaren dokumenterar, enligt SGBC (2012b).

”Sökandes förslag på betyg kan underkännas, antingen på grund av fel i sak eller på grund av otillräcklig information”, (SGBC, 2012b).

Enligt SGBC (2012b) har sökande möjligheten att revidera och/eller komplettera sin ansökan maximalt två gånger inom tre månader efter ett meddelat granskningsresultat. Om kompletteringen av ansökan inte kommer in vid utsatt tid avbryts certifieringsprocessen.

Därefter skickar granskarna den godkända ansökan till Certifieringsrådet för beslut.

”Certifieringsrådet godkänner granskarens godkännande av ansökan, men har också rätt att sänka indikatorbetyg som anses vara felbedömda”, (SGBC, 2012).

Certifiering

Fastighetsägaren får ett Certifikat och en plakett som sätts upp i den certifierade byggnaden efter att ansökan godkänns av certifieringsrådet, enligt SGBC (2012b).

”För nya byggnader eller vid ombyggnad är Certifikatet preliminärt tills resultatet har verifierats i färdig byggnad” (SGBC, 2012b).

”Certifiering gäller i högst 10 år från Certifieringsrådets första beslut eller tills byggnaden genomgått större förändringar” SGBC (2012b).

Certifieringsintyget användes av fastighetsägare som marknadsföring både vid försäljning och vid uthyrning.

Verifiering

Verifiering utförs tidigast ett år efter att de nyproducerade eller större ombyggnaderna tagits i bruk och senast inom två år (SGBC 2012b).

Certifieringsrådet och granskaren ska godkänna verifieringsrapporten som skickas in för granskning. Ett slutligt Certifikat kommer ut efter godkänd verifiering, enligt SGBC (2012b).

Överklagan

Det finns möjlighet att skriftligt överklaga ett certifieringsbeslut hos Miljöbyggnads-kommittén senast en månad efter beslutet (SGBC, 2012b).

I en certifierad befintlig byggnad är det möjligt att höja betyget på maximalt fem indikatorer utifrån samma bedömningskriterier om nytt underlag inkommer till SGBC inom ett år, enligt SGBC (2012b).

2.2 BREEAM

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) är framtagen på 1990-talet i Storbritannien och är idag enligt SGBC (2013) det mest använda klassningssystemet i världen.

SGBC (2013) har i samarbete med BRE Global utvecklat BREEAM till BREEAM-SE. Detta system är anpassad till svenska förhållanden och sedan april 2013 har systemet används på svenska marknaden. SGBC (2013) framhäver att systemet baseras på att poängsätta 10 olika områden och utifrån poängen betygsätts byggnaden. De klasser en byggnad kan uppfylla är pass(lägsta betyg), good, very good, excellent eller outstanding(högst betyg). I varje område finns det flera indikatorer som måste undersökas och betygsättas var för sig. Bedömningsverktyget är baserat på de ursprungliga bedömningskriterier ”Credit List” som idag är anpassat enligt svenska standarder och praxis.

Byggnadens kategori är det som avgör antalet poäng som kan erhållas, därför är det angeläget för användaren av BREEAM att fastställa korrekt Byggnadstyp.

Dessa 10 områden bedöms av BREEAM:

1. Ledning och styrning
2. Hälsa och Innemiljö
3. Energi
4. Transporter
5. Vatten
6. Material
7. Avfall
8. Mark och Ekologi
9. Föroreningar
10. Innovation

Enligt SGBC (2013) är syftet med de områdena att minska miljöpåverknigen både för nyproduktion och för ombyggnad. När dessa ändamål har uppnåtts kan ett antal BREEAM-poäng erhållas.

2.3 LEED

Det Amerikanska miljöcertifieringssystem LEED (Leadership of Energy and Enviromental Design) lanserades 2000 och är enligt SGBC (u.å. b) världens mest spridda system. Systemet grundades och administreras idag av United States Green Buildning Concil, förkortat USGBC. Enligt Reuterskiöld (2010) är LEED det mest attraktiva systemet på den svenska fastighetsmarknaden. Vidare konstateras att en svensk variant av systemet skulle kunna öka efterfrågan för miljöcertifiering. Någon utveckling av detta sker dock inte men SGBC (u.å. c) arbetar med APCs- Alternative Compliance Paths, anpassningar för svenska förhållanden.

Enligt SGBC (u.å. b) baseras LEED:s betygsriterier på sju huvudområden:

1. Närmiljö
2. Vattenanvändning
3. Energianvändning
4. Material
5. Inomhusklimat
6. Innovation
7. Regionala hänsynstaganden

Dessa indikatorer betygsätts separat och är viktade, alltså maxantalet poäng är olika för varje område. En byggnad kan betygsättas, lägst till högst, som Certified, Silver, Gold eller Platinum. Förutom själva certifieringen måste även verklig data för vatten- och energianvändning rapporteras i fem år (SGBC u.å. b). De sju indikatorerna täcker in alla de områden som BREEAM tar hänsyn till. Men eftersom bedömningsmanual är anpassad till amerikansk standard (Wirdeinius 2012) blir arbetet efter systemet mer komplicerat i Sverige.

2.4 GreenBuilding

Enligt SGBC (u.å. c) är GreenBuilding ett EU-initiativ som lanserades 2004 för att påskynda energieffektivisering inom bygg- och fastighetssektor. Enligt Betongföreningen (2013) drivs GreenBuilding av EU kommissionens gemensamma forskningscenter men har representanter i 7 europeiska länder. I Sverige startades arbetet med GreenBuilding av branchorganisationen Fastighetsägarna som lyckades göra systemet välkänt under kort tid. Sedan 2010 har SGBC tagit över ansvaret.

Enligt SGBC (u.å. c) behandlar certifieringen enbart energianvändningen och kan enbart användas för lokalbyggnader. Kravet är att minska energianvändningen med 25 % alternativt bygga så att förbrukningen håller sig 25 % under

nybyggnadskravet i BBR. Återrapportering ska dessutom ske årligen. SGBC (u.å. c) framhäver även att det finns olika nivåer man kan engagera sig på som företag:

GreenBuilding Partner – har certifierat minst en byggnad.

GreenBuilding Corporate Partners – äger minst 10 byggnader varav minst 30 % är certifierade, har en plan för energiarbete och certifierar 75 % av nyproduktionen.

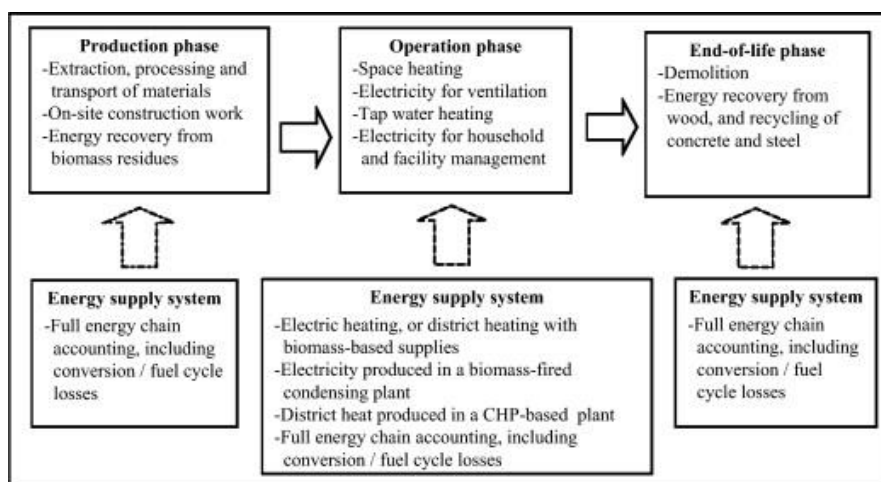
GreenBuilding Stödjande företag – hjälper till med energieffektivisering, ansökningar och marknadsföring.

Det är alltså inte bara byggnaden som blir certifierad. Enligt SGBC (u.å. c) innebär detta att inte bara fastighetsägare utan även fastighetsutvecklare, byggföretag eller en långsiktig hyresgäst kan bli certifierad.

2.5 Tidigare undersökningar

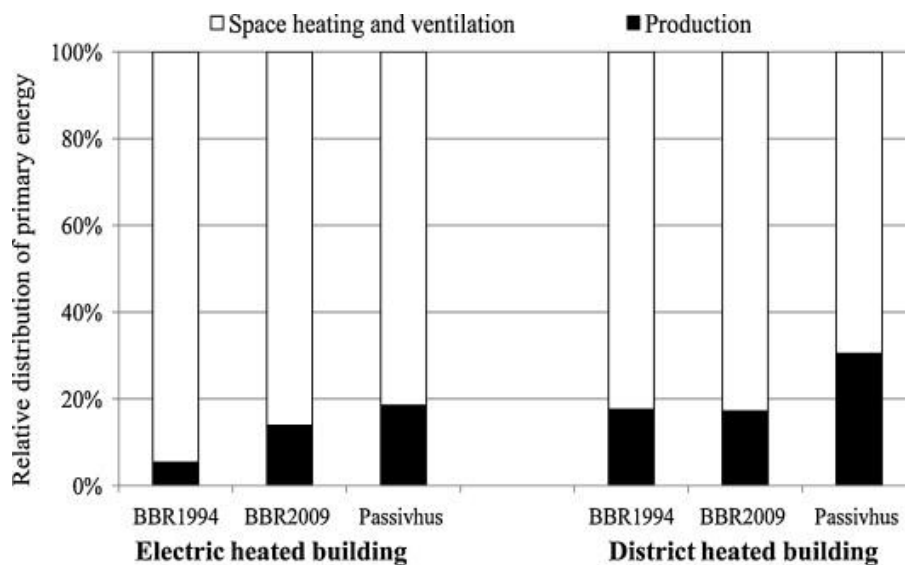
I en studie av Dodoo et al. (2011) undersöks en byggnad med nuvarande BBR-kraven (BBR2009), tidigare krav (BBR94) och passivhusstandard.

Energianvändningen undersöks ur ett livscykelperspektiv, se Figur 3 för olika energikällor och med olika stommaterial.



Figur 3 Energianvändning av en byggnad (Dodoo et al. 2011)

Studien visar att den primära energin för produktion av ett passivhus med trästomme är 19 %, för elvärm, respektive 30 %, för fjärrvärme, av det totala energibehovet. Med en betongstomme blev de motsvarande värdena 22 % och 36 % (se Figur 4).



Figur 4 Jämförelse av energianvändningen i produktionsfasen och operationsfasen (Dodoo et al. 2011)

Dodoo et al. (2011) drar även slutsatsen att produktionsfasens primära energibalans är cirka dubbel så stor vid betongstomme jämfört trästomme. I en annan studie av Gustavsson & Joelsson (2010) konstateras att en byggnad med trästomme har ett lägre energibehov än en identisk byggnad med betongstomme. Över en livslängd på 50 år använder byggnaden med trästomme 4-5 % mindre energi än alternativet med betongstomme (Dodoo et al. 2012).

Thormark (2006) har undersökt hur byte av material, i kostnadseffektiva passivhus, påverkar möjligheten till återvinning och energianvändning för materialproduktion. Resultatet av undersökningen visade att energin för materialproduktion kunde minskas med 17 %. Återvinningsbarheten ökades också och om materialen återvinns maximalt skulle den totala energianvändningen under livscykeln minska med 20 %. Thormark (2006) drar slutsatsen att det är viktigt att tänka på valet av material och inte bara minskad energianvändning. Vidare konstaterar Thormark (2006) att resultatet indikerar att med relativt enkla metoder kan energin för materialproduktion minskas med 10-15%.

Malmkvist et al. (2011) beskriver certifieringssystemet Miljöbyggnad, vad som låg bakom valet av indikatorer och jämför med andra certifieringssystem. I artikeln konstateras det att under utvecklingen av systemet låg fokus på att befintliga byggnader skulle klassas. Därför togs det inte hänsyn till miljöpåverkan av materialproduktion och aspekter beroende på byggnadens omgivning. Malmkvist et al. (2011) konstaterar även att systemet är mer attraktivt som verktyg vid projektering av högklassade nybyggnationer. Vidare anser Malmkvist et al. (2011) att Miljöbyggnad borde utökas med extra indikatorer då systemet används vid projektering.

I en studie av Brown et al. (2013) används Miljöbyggnad för att bedöma hållbarheten av renovations paket för minskad energianvändning. I studien konstateras det att Miljöbyggnad visar de negativa och positiva påverkanar renovationerna har på inneklimatet. Brown et al. (2013) konstaterar även att Miljöbyggnad är väldigt känsligt för parametrar som innefattar fönsteregenskaper

och mindre känsligt vad gäller ventilation. Vidare anser Brown et al. (2013) att incitamentet att använda systemet i befintlig byggnad begränsas av detta eftersom det är ett omfattande ingrepp att byta fönster.

2.6 Isolering

Idag ställs allt hårdare krav för minskning av energiförbrukning i byggnader vilket hänger samman med effektivare isolering. Isoleringen är ett viktigt byggmaterial som används i byggnader för att minska värmeförlusterna, sänka energianvändning och skapa en god komfort inomhus, enligt Swedisol (u.å.). I slutet av 1800-talet började husen isoleras medvetet, då var det sågspån och halm som användes mest (Swedisol, 2014). Inledningen av den moderna isoleringens historia kom under andra världskriget då resurserna var begränsade och uppvärmningskostnaderna av husen blev märkbara.

2.6.1 Tillverkningsprocessen av mineralull

Mineralull är samlingsnamn för både sten- och glasull (Burström, 2007). Vid framställningen av stenull används stenarten diabas om smälts tillsammans med koks vid ca 1600 °C. Därefter slungas den smälta massan till fibrer från ett roterande spinnhjul (Burström, 2007).

Vid framställning av glasull används antingen sand (SiO_2) eller krossat glas som smälts vid ca 1400 °C och därefter leds den smälta massan till en roterande spinnare. Glaset slungas ut genom spinnarens små hål och stelnar till fibrer. Materialet sprutas med små mängder av bindemedlet fenolharts och mineralolja för att göra materialet formstabil och minskar dess dammbildning (Burström, 2007). Därefter kapas isoleringen till rätt format och levereras i olika former som lösull, mattor och skivor (se Figur 5) (Swedisol, u.å.).



Figur 5 Glasull som skiva (egoindustri, u.å.)

Mineralull används både som byggisolering i vägg, mark- och takkonstruktioner samt som tekniskisolering för rörledningar och ventilationskanaler (se Figur 6) (Swedisol, u.å.).



Figur 6 Mineralull i form av rörskålar (Swedisol u.å.)

Framställning av materialet mineralull är energikrävande (Ekobyggportalen, u.å.). Energianvändningen vid framställning av mineralull är väldigt stor. Därför är det viktigt att räkna med energiåtgången vid framställningen av mineralull för att ge en verklig värdering av energisparvinsten mineralullen kan ge (Ekobyggportalen, u.å.). ”Energiåtgången vid tillverkning inklusive råvaruuttag, transport montage ger visserligen en negativ miljöpåverkan men denna kompenseras redan under det första året som isoleringen används” (Swedisol, u.å.). Enligt Isover ligger energiåtgången vid tillverkning av ett kilogram glasull på 4,9 kWh.

Dagens mest använda isoleringsmaterial är mineralull, tack vare sina unika egenskaper (Swedisol, u.å.). Mineralull används främst som värmeisolering och den används även som brandisolering eftersom den är obrännbar (Swedisol, u.å.). Den har god tryckhållfasthet, fukttegenskaper och kan även användas som skydd mot buller och vid tätning av fönster och dörrar för effektivare energibesparing (Energimyndigheten, 2013).

Värmekonduktivitet (även kallat lambdavärde λ) är en viktig egenskap för isolermaterial och mäts i $W/m \cdot ^\circ C$. Den beskriver värmetransporten som sker genom ledning, strålning och konvektion. Ju lägre värmekonduktivitet desto bättre isolerar materialet (Isover, u.å.).

Enligt Ekobyggportalen har materialet mineralull sina nackdelar som påverkar både byggnadsarbetare och de boende. Fibrerna som avges vid framställningen av materialet är hälsoskadliga och detta leder i sin tur till en osund arbetsmiljö. Detta är en anledning till en lungsjukdom som kan drabba personal som tillverkar mineralull (Ekobyggportalen, u.å.). En del fibrer kan frigöras och drevisolering runt dörrar och fönster spridas till inomhusluften genom vinden. Detta medför irritation i luftvägar och ögon för de boende (Ekobyggportalen, u.å.).

2.7 Byggnation

2.7.1 Nuläget, BBR-krav

Boverkets byggregler (BBR) innehåller föreskrifter och allmänna råd till plan- och bygglagen samt plan- och byggförordningen. Enligt BBR (boverket 2013) får ett icke elvärt bostadshus i Ljungby, klimatzon III, maximalt ha en specifik energianvändning på $90 \text{ kWh}/A_{\text{temp}}$ och år. Dessutom får de omslutande byggnadsdelarna inte vara sämre än att den genomsnittliga

värmeledningskoefficienten inte är större än $0,40\text{W/m}^2\text{K}$. BBR (boverket 2013) har även alternativa krav på byggnadens energianvändning där U-värde för byggnadsdelar regleras. Enligt dessa ska en yttervägg i en icke elvärmad byggnad som sämst ha ett U-värde på $0,18\text{W/m}^2\text{K}$. Detta krav gäller dock bara för byggnader med mindre än 100m^2 uppvärmd area.

2.7.2 Passivhus

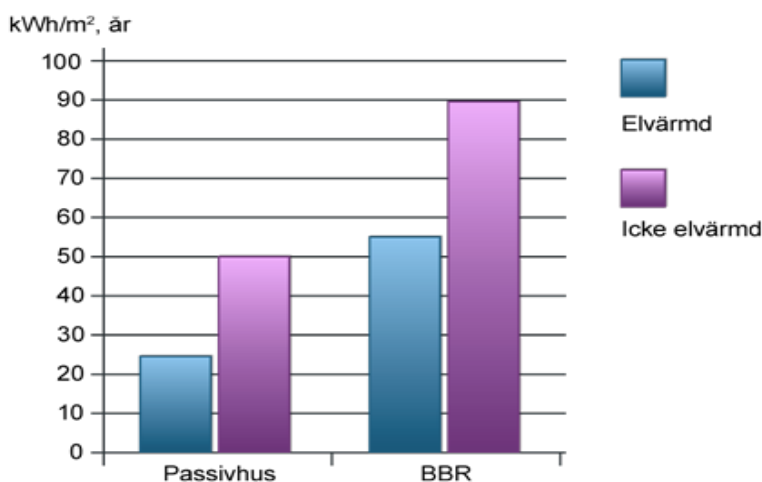
Passivhuscentrum (2014) beskriver att passivhus har sitt ursprung från Tyskland och grundidén var att bygga hus utan radiatorsystem. Passivhus värms istället av den energi som redan finns i bostaden, så som hushållsapparater och människor. Tanken är även att minska värmeförlusterna till absolut minimumvärde med hjälp av god isolering och effektiv värmeväxling i frånluftsventilationen.

Enligt FEBY (2012) får en bostadsbyggnads energianvändning ej överstiga 50KWh/m^2 och år för icke elvärmade byggnader och 25KWh/m^2 och år för elvärmade byggnader, se Tabell 3.

Tabell 3 Maximal levererad årsenergi (FEBY 2012)

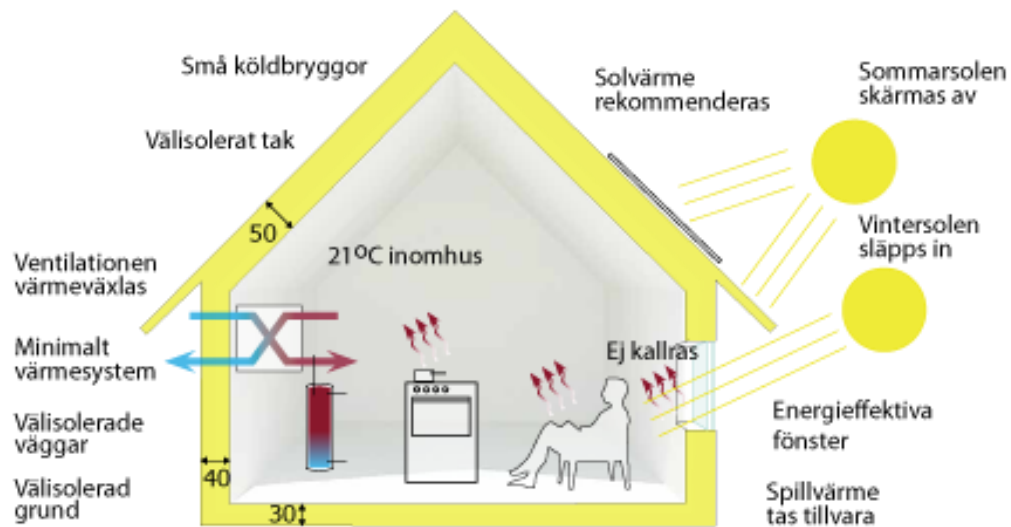
[kWh/m ² Atemp, år]	Klimatzon I	Klimatzon II	Klimatzon III
Max icke elvärmade	58	54	50
Max elvärmade	29	27	25

Enligt Nollenergihus (2013b) är den centrala definitionen av passivhus byggnadens värmeförluster. Vidare förklaras att värmeförluststalet är den värme som läcker ut ur byggnaden då det är som kallast utomhus. Effektkravet för detta är 15W/m^2 för ett större passivhus i södra Sverige. Nollenergihus (2013b) visar i Figur 7 att passivhus förbrukar ungefär hälften så mycket energi som BBR-kraven.



Figur 7 Energianvändning i passivhus jämfört med BBR-krav (Nollenergihus 2013b)

Det finns inga krav på isoleringstjocklekar i Passivhus men det finns en tumregel som säger att det är cirka 300 mm i grunden, 400 mm i ytterväggar och 500 mm i takkonstruktionen.(se Figur 8)



Figur 8 Passivhus principer (Nollenergihus 2013b)

2.8 Beräkningsteori

Detta avsnitt förklarar vilka formler har använts vid genomförande av beräkningsdelen. De flesta beräkningarna baseras på formler från läroböcker och SGBC beräkningsverktyg.

2.8.1 U-värde

Böckerna *Byggnadsmaterial, uppbyggnad, tillverkning och egenskaper* (Burström, 2007) och *Praktisk byggnadsfysik* (Sandin, 2010) har använts för att beräkna u-värde för ytterväggarna. Värmeeffektbehovsberäkning utförs med hjälp av ett färdigformulerat beräkningsverktyg från SGBC och som tar hänsyn till byggnaders tekniska egenskaper.

För att kunna utföra u-värdeberäkningar skall följande indata och formler användas:

Ytterväggens materials tjocklek [d].

värmekonduktivitet:

$$\lambda_p = \lambda_{kl} + \Delta \lambda_w$$

värmemotståndet:

$$R = \frac{d}{\lambda_p}$$

Där:

d = tjocklek på skiktet (m)

λ = värmeledningsförmåga för materialet (W/mK)

R = värmemotstånd för varje väggsnitt (m^2K/W)

Värmemotståndet är räknat genom väggens olika materialsnitt:

Yttervägg 1	Betong Mineralull Betong
Yttervägg 2	Väggboard Plåttregelvägg Mineralull Plywood Gipsskiva

Väggens totala värmemotstånd blir:

$$R_{total} = R_{si} + \left(\frac{d}{\lambda}\right)_1 + \left(\frac{d}{\lambda}\right)_2 \dots \left(\frac{d}{\lambda}\right)_x + R_{se}$$

Där:

R_{si} = värmeövergångsmotstånd på insidan (m^2K/W)

R_{se} = värmeövergångsmotstånd på utsidan (m^2K/W)

Med hjälp av dessa formler och indata kan ytterväggens U- värde beräknas:

$$\frac{1}{R_{total}} = U_m (W/m^2 * K)$$

2.8.2 Värmeeffektbehov

För att kunna bedöma isoleringsmängdens påverkan för värmeeffektbehovet har energiberäkningar som tillhör Åsikten använts. Beräkningar av värmeeffektbehov sker enklast som nämnts tidigare med beräkningsverktyget på Miljöbyggnads hemsida. Värmeeffektbehovet definieras enligt Miljöbyggnad som effektbehovet för transmission, läckage och ventilation fördelat på byggnadens A_{temp} enligt formeln nedan (SGBC, 2012):

$$P_{total} = P_{transmission} + P_{luftläckage} + P_{ventilation} [W] \quad (1)$$

$$\text{Värmeeffektbehovet} = \frac{P_{total}}{A_{temp}} [W/m^2 A_{temp}] \quad (2)$$

Där:

$P_{\text{Transmission}}$: U-värden, klimatskalets delareor, köldbryggor

$P_{\text{Luftläckage}}$: Luftläckageflöde vid normal tryckskillnad över klimatskalet

$P_{\text{Ventilation}}$: Ventilationsflöde, värmeåtervinnings temperaturverkningsgrad

Lufttemperatur inomhus

DVUT: Dimensionerande vinter-ute-temperatur som beror på ort och byggnadens tidskonstant tas direkt från BBRs DVUT tabeller (BBR, 2009).

2.8.3 Transmissionsförluster

Enligt Frico ("Effektberäkning", 2012) köldbryggor och värmeförluster ut genom klimatskalet måste beräknas enligt transmissionsförluster. Dessa beror på byggnadens yttorlek och värmeisolering. Förlusterna är proportionella mot temperaturskillnaden mellan uteluft och rumsluft.

Transmissionsförlusterna för tak, väggar, grund osv, beräknas enligt formeln nedan:

$$R_{\text{Skikt}} = \frac{\delta}{\lambda} \quad (3)$$

$$R_{\text{Summa}} = 0.17 + R_{\text{skikt1}} + R_{\text{skikt2}} + \dots \quad (4)$$

$$U = \frac{1}{R_{\text{Summa}}} \quad (5)$$

$$P_{\text{Transm}} = U * A * (t_i - DUT) \quad (6)$$

$$E = U * A * G_t \quad (7)$$

Teckenförklaring för samtliga formler:

R = Värmemotstånd ($m^2, \text{°C}/W$)

δ = skiktets tjocklek [m]

λ = Värmeledningsförmåga [$W/m, \text{°C}$]

U = Värmegenomgångskoefficient ($W/m^2, \text{°C}$)

A = Ytan vilken värme leds [m^2]

p = Transmissionsförluster, effekt [W]

t_i = Inomhustemperaturen

DUT = Dimensionerande utetemperatur

E = Transmissionsförlust, energi [Wh]

G_t = antalet gradtimmar på orten [$\text{°C}, h$]

2.8.4 Produktionsenergi

Beräkning av enbart isoleringsmaterials produktionsenergi för 1990-tals byggnad, nuvarande byggnad och passivhus. För att kunna få en siffra på produktionsenergi för isoleringsmaterial har ett expertföretag kontaktats. Efter att exakt värde på energiåtgång för tillverkning av ett kg isoleringsmaterial erhållits, kommer följande formler att användas.

Vid val en specifik vägg räknas först massan använda mineralull.

$$Area_n * tjockleken = volum (m^3) \quad (8)$$

$$Volym * densitet = massan (kg) \quad (9)$$

$$Massan * produktionsenergi = energiåtgång \quad (10)$$

$$\frac{Energiåtgång_{Total}}{Area_{Total}} (Kwh/m^2) \quad (11)$$

3. Metod

För att öka förståelsen för ämnet utförs en litteraturstudie. Framst studeras klassningssystemet Miljöbyggnad men även BREEAM, LEED och GreenBuilding studeras. På så sätt skapas en klar bild av Miljöbyggnad och kritiskt tänkande möjliggörs då systemens innehåll varierar.

3.1 Kvalitativ metod

Undersökningen av företagens certifieringsarbete sker genom kvalitativa intervjuer. Tre företag intervjuas om deras metoder, vilka problem och framgångar de haft under certifieringsarbetet. De tre företagens svar jämförs och analyseras för att se vad som kan göras bättre. Eftersom klassningarna utförts i olika skeden av byggprocessen kommer även skillnaderna beroende på detta att redovisas och analyseras.

3.2 Kvantitativ metod

Undersökning av produktionsenergin för byggnadsmaterial utgår från ett av de hus som har certifierats. Dagens isoleringsmängd och värmeeffektbehov beräknas. Sedan ändras isoleringstjockleken i väggarna för att simulera hur värdena ändras om byggnaden vore byggd på 1990-talet eller enligt passivhusstandard. För de tre olika isolermängderna ställs produktionsenergin för isoleringen mot transmissionsförlusterna genom ytterväggarna och värmeeffektbehovet. Resultatet används sedan för att argumentera om klassningssystemet behöver utvecklas.

4. Genomförande

4.1 Information- och litteratursökning

Projektet inleddes med omfattande litteratursökning om ämnet Miljöcertifiering. Förståelsen av ämnet och dess helhetsbegrepp är basen till litteraturstudier. Böcker, artiklar och olika uppsatser har varit hjälpmedel för litteraturinsamling. Noggrannare val av dessa hjälpmedel har varit en kvalitetsökning av hela projektet och att kunna kartlägga problemformuleringen, samtidigt inte göra kopia av tidigare forskning. En tydlig avgränsning gjordes för att klargöra projektets mål och syfte, samt underlätta litteratursökningen.

4.2 Intervjuer och enkätundersökning

Teorin har analyserats och arbetats fram med avseende på de intressanta aspekter som är kopplade till kärnämnet. Svårighetsgraden för certifiering i verkligheten utfördes genom frågor som ställdes till de olika företagen i form av intervju. Svårigheter för varje företag under arbetsgången har speglats tillbaka och jämförts med teorin om Miljöbyggnad.

Intervjuer gjordes för att klargöra deras användningsmetod av certifieringssystemet Miljöbyggnad. Företagets ställning till systemet och vilka problem företagen har stött på under processens gång, har undersökts genom intervjun. Intervjun utfördes med ansvariga personer för certifieringsjobbet från varje företag. För att underlätta och komplettera intervjun gjordes en enkätundersökning. Enkätundersökningen över de olika indikatorerna skickades till företagen i förväg. Enkäten baserades på fyra svarsalternativ i en stegringskala från lätt till svår för varje enskild indikator. Detta för att få effektivare svar och tydlig bild om svårighetsgraden på de olika indikatorerna. Frågorna som ställdes i intervjuerna samt enkätundersökningen finns i Bilaga A respektive Bilaga B.

4.3 Beräkningar

Beräkningar utfördes enligt beräkningsteori, med U-värde beräkning, sedan beräkning av värmeeffektbehovet, transmissionsförluster och slutligen produktionsenergi.

U-värdeberäkningar baseras på underlag från Åsikten, Ljungby kommuns byggnad. I underlaget finns information om de olika material som används i ytterväggar, deras dimensioner och λ -värden.

Inledningsvis har beräkning av ytterväggarnas U-värden för byggnaden Åsikten utförts. Det finns två olika konstruktionstyper av ytterväggar och kommer därför att kallas för yttervägg1 och yttervägg2. Endast Isoleringsmaterialets R-värden för båda ytterväggarna kommer att förändras, övriga materialets R-värden kommer att behållas.

U-värdeberäkning har utförts på samma sätt för 1990-tals och passivhus väggarna med olika isoleringstjocklekar Enligt Spu-Isolering (u.å.) är den teoretiska isoleringsdimensionen 150-200 mm för 1990-talets byggnader, där 150 mm har valts. Passivhus har inte specifik isoleringstjocklek men enligt tumregeln har ett medelvärde valts till 400_{mm} isolering.

De tekniska förutsättningarna gällande ventilationen erhöles även det från underlaget för Åsikten. Det totala uppmätta luftflödet är 7440 l/s. Projektet kommer att använda dessa värden vid värmeeffektbehovsberäkningen. Luftläckage har beräknats enligt nedan:

$$= \frac{\left(0,44 \frac{l}{s}, m^2 \times 10054 m^2\right) / 3,6}{29000 m^3} = 0,042 oms/h$$

Det genomsnittliga luftläckaget vid 50 Pa tryckskillnad är 0,44 l/s, m²

$$A_{temp} = 10054 m^2$$

$$Volym = 29000 m^3$$

Indata från Åsikten har förts in i värmeeffektbehovsindikatorns beräkningsverktyg från SGBC. Sedan har U-värdena för de olika ytterväggarna ändrats för att beräkna värmeeffektbehovet i de tre fallen, 1990-tal, Åsikten och passivhus.

Sedan beräknades transmissionsförluster för alla ytterväggar enligt formler från beräkningsteori. Grattimmar och DVUT har tagits fram enligt Frico (teknisk handbok). U-värden som är beräknade tidigare kommer att användas och behöver inte beräknas på nytt. De övriga värdena kommer från underlaget av Åsikten.

Produktionsenergi för 1m³ isoleringsmaterialet, glasull är framtagen av ett expertföretag, Isover. Sedan har den multiplicerats med mängden isolering för varje yttervägg. Den produktionsenergin som går åt att tillverka 1m² glasull räknades fram genom att dividera den totala produktionsenergin med den totala väggarean.

5. Resultat och analys

5.1 Intervjuer

Nedan följer sammanställningar av de intervjuer som genomförts, frågorna som ställts finns i Bilaga A.

5.1.1 Intervju, Ida Karlsson¹

Ida Karlsson¹ är Byggnadsingenjör samt certifierad Miljöbyggnadssamordnare på VöFAB, Växjö Fastighetsförvaltning AB, och är den som utför deras certifieringsarbete. Karlsson¹ har gått de kurser som SGBC ger och är certifierad samordnare. Karlsson¹ har även i uppdrag att arbeta fram en metod för hur certifieringsarbetet ska utföras av VöFAB. Vem som ska göra vad och vad som borde skrivas i de allmänna föreskrifterna för att samtliga parter ska förstå vad som gäller.

Enligt Karlsson¹ har Växjö kommun ett krav i budgeten som gäller hela koncernen att de ska bygga enligt Miljöbyggnad. VöFAB har i sin tur satt mål att fyra byggnader ska certifieras innan 2017. Kometen är en förskola i östra Växjö som byggdes år 2011. Byggnaden har 1373m² uppvärmd area. Eftersom Kometen var relativt nybyggd och har bra energivärden valde de att certifiera den. De trodde att bra energivärden skulle göra det lättare att uppnå ett bra betyg.

VöFABs mål med certifieringen är att få en kvalitetssäkring som enkelt visar att de bygger så pass bra som kommunen kräver av dem. Karlsson¹ menar även att det utvecklar deras sätt att bygga och ger kunskap om vad en bra byggnad är. Eftersom VöFAB bygger åt kommunen och mestadels skolor och dylikt är det viktigt för dem att ha ett bra inomhusklimat. Därför var GreenBuilding inte intressant då det systemet bara ser till energianvändningen. De har inget behov av att marknadsföra sina byggnader därför ansågs de välkända internationella systemen för komplicerade och dyra för deras behov.

Certifieringen inleddes 2012 och bedöms som befintlig byggnad. Detta innebär att indikatorerna *dokumentation av byggvaror* och *utfasning av farliga ämnen* inte behöver kontrolleras. Certifieringen är ej slutförd och Karlsson¹ har i dagsläget jobbat med den i ett och ett halvt år. Fördelen med att jobba med befintlig byggnad är enligt Karlsson¹ att verifieringen kan göras direkt. Det största problemet och nackdelen är att dokumentationen som krävs är svår att göra i efterhand och skulle helst ha gjorts under projektering eller byggnation. Karlsson¹ har även svårt att påverka betyget då det krävs ändringar i byggnaden för att uppnå en högre nivå.

Karlsson¹ är nöjd med det material som SGBC erbjuder i form av information, manualer och forum. Karlsson¹ tycker även att SGBC har bra tankar och idéer, till exempel att det går att skicka in indikatorer var för sig. Är man osäker på om man uppfyller inlämningskraven för någon indikator kan man lämna in bara den och sen arbeta om den eller lämna in hela certifieringen om den är rätt.

¹ Karlsson Ida, Byggnadsingenjör & Miljöbyggnadssamordnare, VöFAB, Intervju 2014-04-14

Vid projekteringen av förskolan har vissa saker prioriterats med hänsyn till verksamheten. Detta har försvårat certifieringen av vissa indikatorer och Karlsson¹ anser att Miljöbyggnad behöver utvecklas för att ta mer hänsyn till verksamheten i byggnaden. Det finns fyra indikatorer som påverkas mycket av fönsters egenskaper och Karlsson¹ tycker att dessa skulle kunna bilda en egen aspekt. Det skulle hindra fönsteregenskaperna från att påverka flera aspekt-betyg. Karlsson¹ anser även att indikatorn kvävedioxid borde förenklas för mindre orter där problemet inte finns. Trots detta är Karlsson¹ positiv till systemet och tror att det kommer bli allt vanligare att byggnader klassas.

I Tabell 4 nedan redovisas Karlssons¹ uppfattning av indikatorernas svårighetsgrad och de förutsättningar som påverkat certifieringsarbetet.

Tabell 4 Kommentarer indikator för indikator.

Indikator	Karlssons ¹ kommentarer
Energianvändning	Eftersom en energideklaration enligt lagkrav ändå ska göras innebär denna indikator väldigt lite merarbete och är ganska lätt att arbeta med.
Värmeeffektbehov	Är enkelt att teoretiskt beräkna men svårt att verifiera.
Solvärmelast	Är enkelt att arbeta med eftersom man använder det enkla verktyget Parasol.
Energislag	Finns ett enkelt verktyg men arbetet försvårades då ursprungsmärkt el inte finns med i verktyget och VöFAB kan inte påverka elvalet för verksamhetsel.
Ljudmiljö	Har varit svårt eftersom det har tagits avsteg från svensk standard. Dörrarna har sämre ljudkvalité eftersom det för en förskola är viktigare att förhindra klämrisk. Verksamheten har även gjort att man i projekteringen prioriterat efterklangstiden, en parameter som klassningssystemet inte tar upp.
Radon	Är lätt då det är en simpel mätning som ska genomföras och denna görs för alla byggnader oavsett.
Ventilationsstandard	Har varit svårt, främst på grund av att den ansvariga parten tog lång tid på sig att ge den dokumentation som behövs.
Kvävedioxid	Enkelt att arbeta med, enkel mätning och dokumentation. Dock tar den tid och Karlsson ¹ anser att mätningen var överflödigt då värdet för den värst utsatta platsen i Växjö ligger under systemets guld-krav.

Fuktsäkring	En sakkunnig utför inventering och rapportering och arbetet är på så sätt enkelt. Dock är det svårt att ta fram den dokumentation som krävs.
Termiskt klimat Vinter	Är lätt men försvårades av att golvvärme, enligt systemet, inte anses kunna hindra kallras. Detta tror Karlsson ¹ att de kan lösa med en god motivering.
Termiskt klimat Sommar	Har varit ganska lätt att jobba med då delvis samma parametrar som i ventilationsstandarderna undersöks.
Dagsljus	Själva metoden är enkel, man bygger upp byggnaden i ett datorprogram och får därifrån de värden som krävs. Indikatorns krav har dock varit svåra att uppfylla och Karlsson ¹ tycker inte det är särskilt relevant med hänsyn till verksamheten.
Legionella	Eftersom VöFAB bygger enligt ”säkert vatten” uppfyller de kraven, även mätning genomfördes.
Sanering av farliga ämnen	Eftersom byggnaden är nybyggd finns det ingen risk att de ämnen som tas upp i denna indikator har byggts in. Den motiveringen är enligt Karlsson ¹ tillräcklig för att Silver ska uppnås.

5.1.2 Intervju, Anna Tönnesen²

Anna Tönnesen² är projektledare för Miljöbyggnad i samband med Åsikten samt fastighetsförvaltare/Byggnadsingenjör på Ljungby kommuns Fastighetsavdelning. Hon är ansvarig för miljöcertifieringen av trygghets- och vårdboendet Åsikten i Ljungby. Tönnesen² har läst den första kursen som SGBC erbjuder men inte påbyggnadskursen.

Åsikten byggdes 2013, är på 10054m² och är som högst 7 våningar. Byggnaden beställdes och ägs av Ljungby kommun, vilka valde att certifiera byggnaden enligt Miljöbyggnad. Registreringen gjordes hösten 2011 och arbetet med certifieringen inleddes våren 2012. Byggnaden valdes eftersom den var under produktion och var projekterad för att uppnå bra energivärden. Tönnesen² uttrycker att det förväntades bli enkelt att certifiera eftersom energivärdena var så bra.

Anledningen till certifieringen är ett kommunbeslut och målet är att kvalitetssäkra med hänseende till inneklimatet. Tönnesen² uttrycker att de vill visa att de ger kunden så bra inneklimat som möjligt. Vidare finns det förhoppningar om att certifieringen ska kunna användas vid marknadsföring av Åsikten och Ljungby kommun. Miljöbyggnad valdes eftersom det följer svenska regler och LEED och BREEAM ansågs för komplicerade och dyra.

² Tönnesen Anna, Fastighetsförvaltare/Byggnadsingenjör & Projektledare för Miljöbyggnad, Ljungby kommun, Intervju 2014-04-23

Registreringen gjordes direkt då beslutet tagits hösten 2011 men det dröjde tills våren 2012 innan Tönnesen² fick uppdraget. Certifieringsarbetet är ännu inte slutfört men eftersom de tre år då registreringen är giltig går ut i höst planerar Tönnesen² att skicka in certifieringen i september. Byggnaden bedöms som nyproducerad byggnad och måste därför certifieras för 15 av de 16 indikatorerna, *sanering av farliga ämnen* är inte relevant. När arbetet inleddes var byggnaden under produktion vilket gav Tönnesen² större möjlighet att ställa frågor till entreprenören då denne fanns nära till hands. Tönnesen² uttrycker att detta var den enda fördelen med att certifiera i detta skede av byggprocessen.

Det största problemet Tönnesen² har haft under arbetet med certifieringen är att få tag på de uppgifter och dokumentering som krävs. Eftersom beslutet att certifiera kom efter projekteringen har viss dokumentation inte gjorts och vissa tekniska uppgifter som behövs inte krävts av leverantörer. Till exempel hade inte uppgifter om fönstrens g-värde, andelen solenergi som tränger igenom fönstret, erhållits. Eftersom fönstren var monterade och betalda redan fanns inget incitament för att få uppgifterna och beräkningen av g-värdet blev en merkostnad. Detta prioriterades inte heller av leverantören och det tog mer än ett år att få uppgifterna. En ytterligare nackdel påpekar Tönnesen² är att inte kunna göra några ändringar i byggnaden för att uppnå bättre betyg.

Tönnesen² har utnyttjat möjligheten att få frågor besvarade av SGBC och anser sig ha fått bra svar snabbt. Hon tycker även att SGBCs manualer och information är tydliga och fullständiga. Tönnesen² är positiv till systemet men tror att lagen kommer skärpas allt mer vilket kommer få Miljöbyggnad att tappa sin funktion.

I Tabell 5 nedan redovisas Tönnesens² kommentarer om varje indikator, svårighetsgraden och vad som påverkade arbetet med certifieringen.

Tabell 5 Kommentarer indikator för indikator.

Indikator	Tönnesen ² kommentarer
Energianvändning	Var ganska lätt att arbeta med eftersom en energideklaration ändå görs.
Värmeeffektbehov	Ganska svår
Solvärmelast	Blev svårt eftersom fönsteruppgifterna dröjde.
Energislag	Lätt
Ljudmiljö	Lätt
Radon	Lätt mätning görs oavsett.
Ventilationsstandard	Lätt
Kvävedioxid	Enkel mätning och dokumentation.
Fuktsäkring	Ganska lätt

Termiskt klimat Vinter	Påverkas av fönsteregenskaper och blev därför svårt.
Termiskt klimat Sommar	Påverkas av fönsteregenskaper och blev därför svårt.
Dagsljus	Lätt att jobba med men svårt att uppnå bra betyg.
Legionella	Lätt och görs ändå, extra viktigt med hänsyn till att de boende är 70+.
Dokumentation av byggvaror	Var ganska svårt att jobba med eftersom det är mycket dokumentation som ska sammanställas.
Utfasning av farliga ämnen	Var ganska svårt att jobba med eftersom det är mycket dokumentation som ska sammanställas.

5.1.3 Intervju, Hans Magnusson & Eva Håkansson³

Hans Magnusson är energitekniker och Eva Håkansson³ är energi-/miljösamordnare på Karlshamnsbostäders fastighetskontor. År 2010/2011 genomförde de en miljöklassning av flerbostadshuset Norrtälje i Karlshamn. De hade ingen tidigare erfarenheter av att miljöklassa och de kurser som SGBC erbjuder fanns inte då.

Enligt Magnusson och Håkansson³ ville deras VD testa att miljöcertifiera för att ta reda på vad det innebär. De var intresserade av att se om det fanns några ekonomiska och marknadsföringsmässiga fördelar. Vid val av klassningssystem valde de mellan Miljöbyggnad som då hette Miljöklassad byggnad och Svanen. Svanen var dock endast utvecklad för hotell vid denna tidpunkt och var därför ej aktuellt.

Norrtälje valdes enligt Magnusson och Håkansson³ eftersom det var relativt nybyggt. Byggnaden var då 6 år gammal, alltså klassning efter befintlig byggnad, men Magnusson och Håkansson³ trodde att den var så pass bra att de skulle kunna få Guld-betyg på klassningen. Eftersom systemet är enkelt och de inte skulle behöva konsulter för det mesta av arbetet trodde de att klassningen skulle gå lätt.

Certifieringsarbetet tog mindre än ett år att genomföra och det betyg som uppnåddes var Brons. Magnusson och Håkansson³ påpekar att det var en stor nackdel att utföra certifieringen precis då SGBC tog över systemet. Den information och de manualer som fanns då var inte lika utvecklad som de är nu och Magnusson och Håkansson³ fick själva ta fram metoder för att utföra beräkningarna. I dagsläget certifierar man efter vad som gällde vid registreringen, detta gällde inte då och krav och förutsättningar ändrades under Magnusson och Håkansson³ arbete. Magnusson och Håkansson³ påstår även att det inte gick att få svar på frågor från SGBC då de inte heller visste vad som skulle gälla.

³ Magnusson Hans & Håkansson Eva, Energitekniker & Energi-/miljösamordnare, Karlshamnsbostäder Intervju 2014-04-24

Enligt Magnusson och Håkansson³ tänker Karlshamsbostäder inte utföra fler certifieringar. Även om avgifterna som hör till klassningen är låga blev certifieringen dyr för företaget. Det har kostat dem ca 150 000 kr. Magnusson och Håkansson³ anser även att de inte har fått ut något av certifieringen. Att byggnaden är klassad påverkar inte hyresgästen och är inget kunden tittar efter. Magnusson och Håkansson³ vet även att värdet på fastigheten inte höjs eftersom byggnaden är såld. Dessutom tycker de att systemet inte ger någon kvalitetssäkring eftersom de flesta indikatorerna redan styrs av lagkrav. Magnusson³ anser att ”kvalitén på byggnaden sitter i den som håller hammaren - sen kvittar det hur mycket dokumentation man har”.

Magnusson och Håkansson³ kommentarer om varje indikatorns svårighetsgrad visas i Tabell 6 nedan.

Tabell 6 Kommentarer indikator för indikator.

Indikator	Magnusson och Håkansson ³ kommentarer
Energianvändning	Lätt eftersom statistiken redan fanns.
Energibehov vinter	} Var enkelt när de väl kommit fram till hur det skulle beräknas.
Energibehov sommar	
Energislag	Lätt
Ljudmiljö	Eftersom det var byggt enligt en viss ljudklass krävdes ingen utredning.
Radon	Lätt mätning och var redan gjord.
Ventilationsstandard	
Kvävedioxid	Slapp mäta med motivation.
Fuktsäkring	Ganska lätt
Termiskt klimat Vinter	enkät
Termiskt klimat Sommar	enkät
Dagsljus	Vinkel sol
Legionella	Görs ändå
farliga ämnen	Inventering

5.1.4 Analys

Det största problemet som uppstår vid certifiering enligt Miljöbyggnad är att samla ihop den dokumentation som krävs. I vanliga fall gör inte entreprenörer och leverantörer all den dokumentation som krävs av Miljöbyggnad. Beställare kräver den inte heller vilket kan anses som ett problem inom branschen. Att få fram dokumentationen tar inte bara tid utan blir även en merkostnad i vissa fall. Dokumentationen är även den största vinsten med att certifiera. Som Magnusson och Håkansson³ sa styrs redan många av indikatorerna av lagkrav och systemet ger ingen kvalitetssäkring på det viset. Enligt Karlsson¹ och Tönnesen² är kvalitetssäkringen att veta var dokumentationen finns och att ha den till hands samt att veta att man fått det man beställt.

Ett ytterligare problem är att beslutet om klassningarna togs av VD/politiker och inte av de som utförde certifieringsprocessen. Alla intervjuade uttrycker att beslutstagarna trodde att bra energivärden skulle göra processen enkel och ge ett bra betyg. Detta är en stor fälla som påverkar deras arbete både tidsmässigt och ekonomiskt. Även om avgifterna till SGBC är låga blir arbetet mer tidskrävande än vad de tänkt sig och leder till merkostnader då uppgifter ska krävas in från entreprenörer och leverantörer.

När certifieringen sker i efterhand som för de intervjuades byggnader är det väldigt ovisst hur lång tid den kommer att ta. Magnusson och Håkansson³ arbete tog mindre än ett år men då de utförde certifieringen var systemet inte lika utvecklat. Det som tog mest tid för dem var att få in svar på enkätundersökningen. Tönnesen² har haft otur med fönsterleverantören som tog mer än ett år på sig att lämna uppgifter. Det är svårt att säga hur lång tid certifieringen egentligen kräver eftersom ingen av de intervjuade arbetat kontinuerligt med det utan har andra uppgifter att utföra.

Syftet med Miljöbyggnad är att skapa en hållbar bygg- och fastighetssektor genom en frivillig klassning av byggnader. Detta uppnås till viss del då systemet används men oftast är detta inte anledningen till att det används. Både Karlshamnshälsostäder och Ljungby kommun ville få en egen vinning genom att certifiera. Karlshamnshälsostäder ansåg sig inte få detta och tänker därför inte certifiera fler byggnader och på så sätt fungerar inte systemet. Tönnesen² är mer positiv till systemet men eftersom Ljungby är en liten kommun är inga fler certifieringar planerade. Växjö kommun har bestämt att VöFAB ska bygga enligt systemet så där kommer syftet uppnås och Karlsson¹ uttrycker även att indikatorer som redan finns i systemet kommer bli ännu viktigare beroende på miljöförändringar.

5.2 Beräkningar

I detta kapitel redovisas resultat av beräkningarna av U-värdena för ytterväggarna, värmeeffektbehov och energianvändning vid produktion av isoleringsmaterialet glasull.

5.2.1 Beräkningsresultat för ytterväggarnas U-värde [W/m^2K].

Åsiktens ytterväggar

Åsiktens ytterväggar har 220mm respektive 240mm isolering. Övriga material och U-värdeberäkningar visas i Figur 9 och Figur 10. U-värdena ligger väl under BBRs krav för ytterväggar på $0,18 W/m^2K$. Byggnaden är dock större än $100m^2$ så detta krav gäller inte för den aktuella byggnaden. U-värdet för vägg 2 stämmer inte helt med vad som angavs i beräkningsunderlaget vilket är konstigt då samtliga värden hämtats från samma dokument. Ljungby kommun har satt ett eget betydligt högre krav för energianvändningen i byggnaden och dess värden är därför ej representativa för dagens BBR-krav.

Vägg 1			
Material	Tjocklek		
	d	λ_p	R_λ
R_{se}			0,040
Betong	0,060	1,700	0,035
Mineralull	0,220	0,031	7,097
Betong	0,150	1,700	0,088
R_{si}			0,130
Σ	0,430	Σ	7,390
U	0,135		

a)

Figur 9 U-värdes beräkning för yttervägg1

Vägg 2			
Material	Tjocklek		
	d	λ_p	R_λ
R_{se}			0,040
Väggboard	0,030	0,039	0,769
stålregel, mineralull	0,240	0,034	7,059
Plywood	0,012	0,140	0,086
Gipsskiva	0,013	0,220	0,059
R_{si}			0,130
Σ	0,295	Σ	8,143

U	0,123
---	-------

b)

Figur 10 U-värdes beräkning för yttervägg2

Passivhus ytterväggar

För att simulera ett passivhus valdes 400mm isolering i väggarna. U-värdet blev då mycket bättre än för den ursprungliga väggen (se Figur 11 och Figur 12). Vägg 1 blir dock väldigt tjock och skulle antagligen haft en annan konstruktion om huset var tänkt som passivhus. Till skillnad från de ursprungliga väggarna och 1990-talsväggarna har här vägg 1 bättre värde än vägg 2.

Vägg 1			
Material	Tjocklek		
	d	λ_p	R_λ
R_{se}			0,040
Betong	0,060	1,700	0,035
Mineralull	0,400	0,031	12,903
Betong	0,150	1,700	0,088
R_{si}			0,130
Σ	0,610	Σ	13,197

U	0,076
---	-------

a)

Figur 11 U-värdes beräkning för yttervägg1

Vägg 2			
Material	Tjocklek		
	d	λ_p	R_λ
R_{se}			0,040
Väggboard	0,030	0,039	0,769
stålregel, mineralull	0,400	0,034	11,765
Plywood	0,012	0,140	0,086
Gipsskiva	0,013	0,220	0,059
R_{si}			0,130
Σ	0,455	Σ	12,849

U	0,078
---	-------

b)

Figur 12 U-värdes beräkning för yttervägg2

Ytterväggar 1990-talet

150mm isoleringstjocklek valdes för att representera en 1990-talsbyggnad. Beräkningarna redovisas i Figur 13 och Figur 14. Intressant att notera är att en byggnad på mindre än 100m² med dessa väggar nästan skulle klara dagens BBR-krav för ytterväggar på 0,18 W/m²K.

Vägg 1			
Material	Tjocklek		
	d	λ_p	R_λ
R_{se}			0,040
Betong	0,060	1,700	0,035
Mineralull	0,150	0,031	4,839
Betong	0,150	1,700	0,088
R_{si}			0,130
Σ	0,360	Σ	5,132

U	0,195
---	-------

a)

Figur 13 U-värdes beräkning för yttervägg1

Vägg 2			
Material	Tjocklek		
	d	λ_p	R_λ
R_{se}			0,040
Väggboard	0,030	0,039	0,769
stålregel, mineralull	0,150	0,034	4,412
Plywood	0,012	0,140	0,086
Gipsskiva	0,013	0,220	0,059
R_{si}			0,130
Σ	0,205	Σ	5,496

U	0,182
---	-------

b)

Figur 14 U-värdes beräkning för yttervägg2

5.2.2 Värmeeffektbehov

Beräkningar med hjälp av Excel-mall återfinns i bilagor, resultatet redovisas nedan i Tabell 7.

Tabell 7 Resultat av värmeeffektbehovsberäkning

Åsikten	21 W/m ² , A_{temp} (se Bilaga C).
Passivhus	20 W/m ² , A_{temp} (se Bilaga D).
1990-talet	22 W/m ² , A_{temp} (se Bilaga E).

Resultatet från värmeeffektbehovsberäkningar visar att de tre husen ligger på 20 till 22 W/m², A_{temp} . Detta beror på olika faktorer, en av dem är att samma indata har använts vad det gäller golv-, tak- och källarvägg-konstruktions U-värde i alla tre husen.

5.2.3 Transmission genom ytterväggen

Beräkningsresultat av transmissionsförluster genom de olika väggarna redovisas i Tabell 8, Tabell 9 och Tabell 10.

Åsikten, Ljungby

Tabell 8 Transmissionsberäkningar för ytterväggarna

Yttervägg 1	$P_{transm} = 0,122 \times 2079 \times (20 - (-18)) = 9\,638,244 \text{ [W]}$ $E = 0,122 \times 2079 \times 117000 = 29\,675,6 \text{ (kWh/år)}$ $E = 0,122 \times 1,00 \times 117000 = 14,27 \text{ (kWh/m}^2 \text{ och år)}$
Yttervägg 2	$P_{transm} = 0,135 \times 1157 \times (20 - (-18)) = 5935,41 \text{ [W]}$ $E = 0,135 \times 1157 \times 117000 = 18274,815 \text{ (kWh/år)}$ $E = 0,135 \times 1,00 \times 117000 = 15,795 \text{ (kWh/m}^2 \text{ och år)}$
$E_{total} = 14,27 + 15,795 = 30,065 \text{ (kWh/m}^2 \text{ och år)}$	

Passivhus

Tabell 9 Transmissionsberäkningar för ytterväggarna

Yttervägg 1	$P_{transm} = 0,076 \times 2079 \times (20 - (-18)) = 6004,152 \text{ [W]}$ $E = 0,076 \times 2079 \times 117000 = 18486,468 \text{ (kWh/år)}$ $E = 0,076 \times 1,00 \times 117000 = 8,892 \text{ (kWh/m}^2 \text{ och år)}$
Yttervägg 2	$P_{transm} = 0,078 \times 1157 \times (20 - (-18)) = 3429,348 \text{ [W]}$ $E = 0,078 \times 1157 \times 117000 = 10558,782 \text{ (kWh/år)}$ $E = 0,078 \times 1,00 \times 117000 = 9,126 \text{ (kWh/m}^2 \text{ och år)}$
$E_{total} = 8,892 + 9,126 = 18,018 \text{ (kWh/m}^2 \text{ och år)}$	

Ytterväggar 1990-talet

Tabell 10 Transmissionsberäkningar för ytterväggarna

Yttervägg 1	$P_{transm} = 0,195 \times 2079 \times (20 - (-18)) = 15405,39 \text{ [W]}$ $E = 0,195 \times 2079 \times 117000 = 47432,385 \text{ (kWh/år)}$ $E = 0,195 \times 1,00 \times 117000 = 22,815 \text{ (kWh/m}^2 \text{ och år)}$
Yttervägg 2	$P_{transm} = 0,182 \times 1157 \times (20 - (-18)) = 8001,812 \text{ [W]}$ $E = 0,182 \times 1157 \times 117000 = 24637,158 \text{ (kWh/år)}$ $E = 0,182 \times 1,00 \times 117000 = 21,294 \text{ (kWh/m}^2 \text{ och år)}$
$E_{total} = 22,815 + 21,294 = 44,109 \text{ (kWh/m}^2 \text{ och år)}$	

5.2.4 Energianvändning vid produktion av isoleringsmaterialet glasull

Beräkningsresultat av energianvändningen vid framställningen av glasullen i de tre byggnaderna redovisas i

Åsikten, Ljungby

Tabell 11 Beräkning av produktionsenergi för glasull.

Yttervägg 1	$\text{Volym} = 0,220 \text{ m} \times 2079 \text{ m}^2 = 457,4 \text{ m}^3$ $\text{Massan} = 457,4 \text{ m}^3 \times 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 22870 \text{ kg}$ $\text{Energi} = 22870 \text{ kg} \times 4,9 \text{ kWh/kg} = 112063 \text{ kWh}$
Yttervägg 2	$\text{Volym} = 0,240 \text{ m} \times 1157 \text{ m}^2 = 277,7 \text{ m}^3$ $\text{Massan} = 277,7 \text{ m}^3 \times 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 13885 \text{ kg}$ $\text{Energi} = 13885 \text{ kg} \times 4,9 \text{ kWh/kg} = 68036,5 \text{ kWh}$
<p>Totala energianvändningen = 112 063 + 68 036,5 = 180 099,5 kWh $\approx 55,7 \text{ kWh/m}^2$ vägg</p>	

Passivhus

Tabell 12 Beräkning av produktionsenergi för glasull.

Yttervägg 1	$\text{Volym} = 0,400 \text{ m} \times 2079 \text{ m}^2 = 831,6 \text{ m}^3$ $\text{Massan} = 831,6 \text{ m}^3 \times 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 41\,580 \text{ kg}$ $\text{Energi} = 41\,580 \text{ kg} \times 4,9 \text{ kWh/kg} = 203\,742 \text{ kWh}$
Yttervägg 2	$\text{Volym} = 0,400 \text{ m} \times 1157 \text{ m}^2 = 462,8 \text{ m}^3$ $\text{Massan} = 462,8 \text{ m}^3 \times 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 23\,140 \text{ kg}$ $\text{Energi} = 23\,140 \text{ kg} \times 4,9 \text{ kWh/kg} = 113\,386 \text{ kWh}$
<p>Totala energianvändningen = 831,6 + 113 386 = 317 128 kWh $= 98 \text{ kWh/m}^2$ vägg</p>	

Ytterväggar 1990-talet

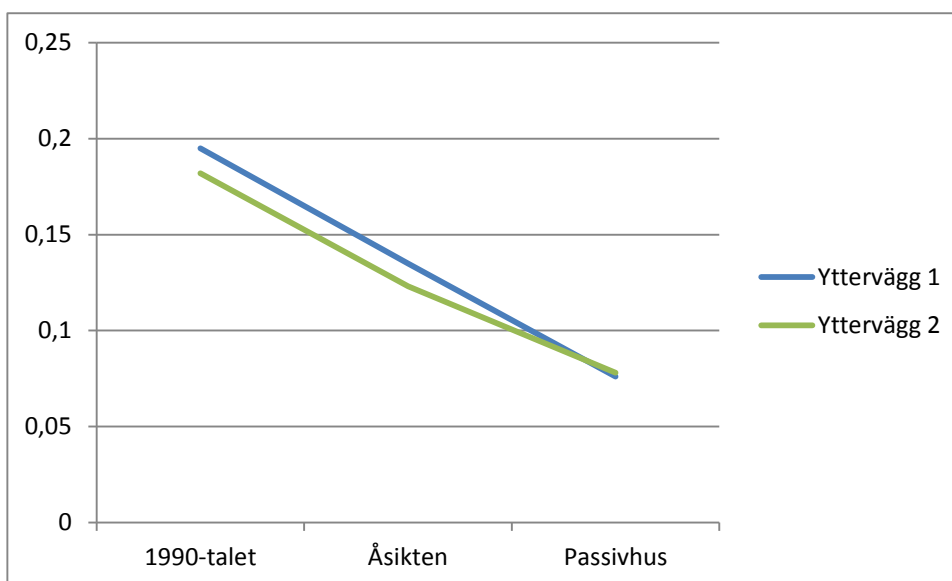
Tabell 13 Beräkning av produktionsenergi för glasull.

Yttervägg 1	$Volym = 0,150 \text{ m} \times 2079 \text{ m}^2 = 311,9 \text{ m}^3$ $Massan = 311,9 \text{ m}^3 \times 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 15\,595 \text{ kg}$ $Energi = 15\,595 \text{ kg} \times 4,9 \text{ kWh/kg} = 76\,415,5 \text{ kWh}$
Yttervägg 2	$Volym = 0,150 \text{ m} \times 1157 \text{ m}^2 = 173,6 \text{ m}^3$ $Massan = 173,6 \text{ m}^3 \times 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 8\,680 \text{ kg}$ $Energi = 8\,680 \text{ kg} \times 4,9 \text{ kWh/kg} = 42\,532 \text{ kWh}$

Totala energianvändningen = 76 415,5 + 42 532 = 118 947,5 kWh
 $\approx 36,8 \text{ kWh/m}^2 \text{ vägg}$

5.2.5 Analys

Figur 15 samt Tabell 14 visar att värmegenomgångskoefficienten förbättras kraftigt beroende på hur mycket isolering som används.



Figur 15 U-värdets variation beroende på isoleringstjockleken.

Tabell 14 Resultat av U-värdeberäkningar

U-värde [W/m ² K]	1990-tal	Åsikten	Passivhus
Yttervägg 1	0,195	0,135	0,076
Yttervägg 2	0,182	0,123	0,078

Det är intressant att notera att U-värdet för yttervägg 1 är sämre än det för vägg 2 i både Åsikten och för 1990-tals-väggarna men inte för passivhusväggarna. Värmeegenomgångskoefficienten minskar alltså inte linjärt beroende på isoleringstjockleken.

Värmeeffektbehovet för byggnader med de olika väggarna varierade inte mycket (se Tabell 15). Hade fler parametrar än väggarnas U-värden ändrats hade skillnaden blivit större.

Tabell 15 Värmeeffektbehovet

Värmeeffekt [W/m ² ,Atemp]	1990-tal	Åsikten	Passivhus
	22	21	20

Med bättre U-värden följer minskade transmissionsförluster (se Tabell 16) och därmed minskat energibehov. 1990-tals-väggarna släpper igenom mer än dubbelt så mycket som passivhusväggarna.

Tabell 16 Transmissionsförluster

Transmissionsförluster [kWh/m ²]	1990-talet	Åsikten	Passivhus
1år	44,1	30,1	18,0
50år	2205,5	1503,3	900,9
100år	4 410,9	3 006,5	1 801,8

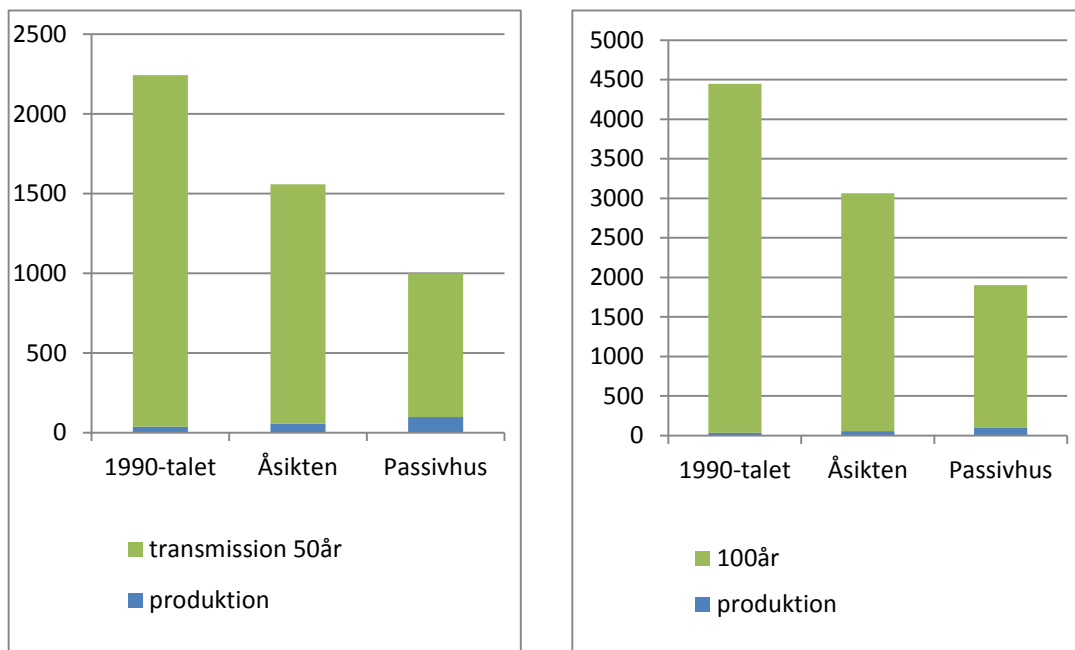
Då mer isolering används måste även produktionen öka. Ser man på byggnader utifrån ett livscykelperspektiv bidrar även energin som går åt till att tillverka materialen till byggnadens totala energianvändning. Produktionsenergin för isoleringsmaterialet i de väggar som undersökt visas i Tabell 17. Produktionsenergin för isoleringen i Passivhusväggarna är nästan tredubbel 1990-talsväggarna och nästan dubbelt så mycket som för Åsikten.

Tabell 17 Förbrukning av energi vid produktion

Produktionsenergi [kWh]	1990-tal	Åsikten	Passivhus
	118947,5	180099,5	317128
En m ² vägg [kWh/m ²]	36,8	55,7	98

Om man slår samman produktionsenergi och energibehovet beroende på transmissionsförluster representerar produktionsenergin en väldigt liten del sett över en livslängd på 50/100år (se Figur 16). Förutom för passivhusväggarna där produktionsenergin utgör 10 % av energibehovet vid en livslängd på 50år. Det visas också tydligt att även om produktionsenergin ökar så minskar det totala energibehovet.

Figur 16 Produktionsenergi jämfört med transmissionsförluster vid livslängd på a)50 år och b)100 år



a)

b)

Det är viktigt att komma ihåg att detta inte visar det totala energibehovet för byggnaderna men det är inte heller hela produktionsenergin då bara ett material är medtaget.

6. Diskussion och slutsatser

Eftersom de tre certifieringarna har utförts vid olika tillfällen och i olika skeden av processen har alla utgått från olika manualer. Detta betyder att det inte går att jämföra deras certifieringsprocesser rakt av. Men resultatet ger ändå en klar bild av hur det är att jobba med certifieringen och de problem som kan uppstå. Det går även att se att de problemen inte enbart gäller i ett visst skede utan är övergripande.

Problemet med att få den dokumentation som krävs går att undvika om man planerar att klassa byggnaden från första början. Det är därför självklart att det är mest fördelaktigt att utföra certifieringen under projekteringen av byggnaden. I detta skede kan företagen även lära sig mer om vad som utgör en bra byggnad och kan utveckla sitt sätt att bygga. Om certifieringen sker i en befintlig byggnad är det ofta en fastighetsförvaltare som utför den. Enda nackdelen med att certifiera under projekteringen är att man då utgår från teoretiska värden som sen ska verifieras. Det kan då hända att de verkliga värdena i verifieringen inte stämmer med de teoretiska och i värsta fall kan betyget sänkas.

Detta väcker även frågan om entreprenörer och leverantörer lär sig av Miljöbyggnad och ser till att göra relevant dokumentation eller om de endast gör den för de arbeten som kräver det.

De intervjuade har alla uttryckt att det förväntades att certifieringen skulle vara enkel men sen varit mer krävande. Detta problem är svårt att undvika och SGBC är väldigt tydliga med vad som gäller och är en stor hjälp. Grunden till problemet kan möjligen vara att de som tar beslutet om certifiering ofta inte är aktiva i själva byggprocessen. I de fall vi studerat är det kommuner eller en VD som tagit beslutet. De vet alltså inte vilken dokumentation som görs eller vad Miljöbyggnad kräver.

Eftersom syftet med Miljöbyggnad i princip endast kan uppnås om alla byggnader certifieras behöver systemet vara till större nytta för användarna. I dagsläget finns det väldigt lite att vinna på att certifiera om man bara ser det från en ekonomisk synvinkel, vilket tyvärr många gör. Miljöbyggnad måste också fortsätta vara enkelt och billigt för att fler ska använda det. Därför måste man vara försiktig med att utveckla systemet så att det inte blir för komplicerat.

Miljöbyggnad finns för att utveckla branschen med hjälp av frivillighet men ser man till 2020-målen måste även lagen skärpas. Det är inte realistiskt att alla nya byggnader ska vara nollenergihus 2020 om inte lagen skärps. Själva iden med Miljöbyggnad är även att det ställer högre krav än lagen. Detta innebär att även Miljöbyggnad kommer behöva skärpa sina krav då lagen gör det och ser man till energiaspekterna kommer systemet slutligen inte kunna ställa högre krav.

Huruvida Miljöbyggnad bör ta hänsyn till olika verksamheter är svårt att svara på. Endast ett exempel på en byggnad där verksamheten har påverkat certifieringsarbetet har behandlats och därför går det inte att avgöra hur stort behovet är. Både LEED och BREEAM har olika manualer beroende på byggnadstyp/verksamhet och det öppnar upp för ett större användningsområde. Men återigen måste man tänka på att Miljöbyggnad inte får bli för invecklat, eftersom dess enkelhet är det avgörande i valet av certifieringssystem.

Miljöbyggnad kan ses som ett verktyg för att upptäcka fusk. Främst då energiindikatorerna blir sämre än vad som beställdes. Men för att ta reda på den exakta orsaken, t.ex. mycket köldbryggor eller dåliga fönsterinfästningar, behövs en ytterligare utredning. Därför kan det vara en idé att utveckla systemet med indikatorer för tekniska lösningar, alltså ta mer inspiration från passivhus där bl.a. tätheten är prioriterad. Även lösningar som för utvecklingen närmare nollenergihus kan premieras.

Resultatet av beräkningarna för u-värde, värmeeffektbehov, produktionsenergin och transmissionsförluster är en god vägledning för att få en helhetsbedömning. Beräkningarna har framför allt baserats på indata för Åsikten i Ljungby. Eftersom tillgången till indata för passivhus och 1990-talshus inte varit möjligt att ta fram har samma värden använts i beräkningarna för de tre olika byggnaderna. Endast isoleringstjockleken i ytterväggarna har ändrats. Denna avgränsning har påverkat resultatet och är anledningen till att skillnaden i värmeeffektbehov är så liten mellan de olika byggnaderna. Hade ytterligare parametrar ändrats hade skillnaden blivit större.

Produktionsenergin för isoleringen i ytterväggarna ökar självklart ju tjockare isolering som används. Detta är dock bara en del av produktionsenergin och ökningen för hela byggnaden visas inte, den är större om alla material och byggnadsdelar tas med. Det samma gäller för transmissionsförlusterna som bara är beräknade för ytterväggar. Men då både produktionsenergin och transmissionsförlusterna ser till ytterväggarna ger jämförelsen en verklig bild av förhållandet. Resultatet visar tydligt att produktionsenergin får allt mer betydelse ju mer isolering som används. Dels för att den producerade mängden material ökar och dels för att transmissionsförlusterna minskar. Slutsatsen blir ändå att produktionsenergin inte bör regleras i Miljöbyggnad i dagsläget. Det kommer dock att behövas i framtiden då allt fler byggnader är passivhus eller nollenergihus. I dagsläget finns inte heller underlag nog för att välja energisnåla material och detta skulle behöva utvecklas innan det blir aktuellt för Miljöbyggnad att reglera. Om efterfrågan ökar på energisnåla material skapas även ett incitament för materialproduktionsbranschen att minska sin miljöpåverkan.

Eftersom lagkraven huvudsakligen behandlar energianvändningen är det möjligt att ha sämre U-värde på en byggnadsdel och kompenseras med bättre värden för de övriga. Väggar med liknande U-värde som 1990-tals väggarna kan därför förekomma i dagsläget. Det är därför svårt att se vilken utveckling som har skett, men då passivhusets väggar har betydligt bättre värde kan det konstateras att en stor utveckling kommer att ske. Den utveckling som har skett kan därför inte endast bero på lagkrav. Inom branschen satsas det mycket på frivillighet, bland annat är Miljöbyggnad ett sådant verktyg. Huruvida detta fungerar beror på hur motiverande det är att bygga bättre. Lägre energibehov och därmed lägre kostnader är ett motiv men det är svårt att avgöra hur långt det räcker.

Referenser

Berggren, Björn, Hall, Monika, & Wall, Maria, 2013, LCE analysis of buildings - Taking the step towards Net Zero Energy Buildings, Energy And Buildings, 62, pp. 381-391, Science Citation Index, EBSCOhost, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778813001709>

Betongföreningen, 2013, Hållbart byggande med betong, Del 2 – Vägledning för Energificering enligt GreenBuilding, <http://betongforeningen.se/wp-content/uploads/2013/02/Vagledning-GreenBuilding.pdf> [2014-04-29]

Boverket (2007). Bygg- och fastighetssektorns miljöarbete – Rapport om särskilt sektorsansvar för miljömålsarbete 2007. http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2007/Bygg_och_fastighetssektorns_sektorsansvar.pdf [2014-04-28]

Boverket, 2013, Boverkets byggregler, BBR, 9. Energihushållning, <http://www.boverket.se/Global/bygga-o-forvalta-ny/dokument/regler-om-byggande/boverkets-byggregler-bbr/bbr20/Avsnitt-9-BBR-20.pdf> [2014-04-29]

Brown, N, Malmqvist, T, Bai, W, & Molinari, M, 2013, Sustainability assessment of renovation packages for increased energy efficiency for multi-family buildings in Sweden, Building And Environment, 61, pp. 140-148, Science Citation Index, EBSCOhost, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132312003174>

Dodoo, A, Gustavsson, L, & Sathre, R 2012, Effect of thermal mass on life cycle primary energy balances of a concrete- and a wood-frame building, Applied Energy, 92, pp. 462-472, Inspec, EBSCOhost, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261911007148>

Dodoo, Ambrose, Gustavsson, Leif, & Sathre Roger, 2011, Building energy-efficiency standards in a life cycle primary energy perspective, Energy And Buildings, 43, 7, pp. 1589-1597, Science Citation Index, EBSCOhost <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778811000776>

Egoindustri, u.å. tillgängligt på: <http://www.egoindustri.nu/knivar.htm>[2014-05-19]

Ekobyggportalen, u.å. Isolering tillgängligt på: <http://www.ekobyggportalen.se/byggmaterial/isolering/>[2014-05-19]

Energimyndigheten, 2013, Hushåll-Isolering, tillgängligt på: <http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Din-uppvarmning/Isolering/> [2014-05-19]

FEBY, 2012, Kravspecifikation för nollenergihus, passivhus och minienergihus, Bostäder, <http://www.nollhus.se/dokument/Kravspecifikation%20FEBY12%20-%20bostader%20sept.pdf> [2014-04-29]

- Glaumann, Mauritz et al.(2008). Miljöklassning av byggnader: Slutrapport april 2008. Karlskrona: Boverket.
http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2008/miljoklassning_av_byggnader.pdf
- Gustavsson, L, & Joelsson, A, 2010, Life cycle primary energy analysis of residential buildings, Energy And Buildings, 42, 2, pp. 210-220, Science Citation Index, EBSCOhost,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778809002102>
- Isover, u.å. Varför isolera? tillgängligt på:
http://www.isover.se/files/Isover_SE/Om_Isover/Kontakta_oss/Broschyrer_Bygg/Swedisol%20-%20Varf%C3%B6r%20isolera%202007.pdf[2014-04-19]
- Karlsson Ida, Byggnadsingenjör & Miljöbyggnadssamordnare, VöFAB, Intervju 2014-04-14
- Magnusson Hans& Håkansson Eva, Energitekniker & Energi-/miljösamordnare, Karlshamsbostäder Intervju 2014-04-24
- Malmqvist, T, Glaumann, M, Svenfelt, A, Carlson, P, Erlandsson, M, Andersson, J, Wintzell, H, Finnveden, G, Lindholm, T, & Malmström, T 2011, A Swedish environmental rating tool for buildings, Energy, 36, 4, pp. 1893-1899, Inspec, EBSCOhost, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544210004767>
- Nollenergihus, 2013a, Passivhus, <http://www.nollhus.se/lagenergihus> [2014-04-29]
- Nollenergihus, 2013b, Passivhus, <http://www.nollhus.se/feby-12/passivhus-vaermefoerlusttal> [2014-04-29]
- Passivhuscentrum, 2014, Om Passivhus, <http://www.passivhuscentrum.se/om-passivhus> [2014-04-29]
- Regeringen, 2009, *Regeringens proposition 2009/10:155*,
<http://www.regeringen.se/content/1/c6/14/24/56/dca35b38.pdf> [2014-04-28]
- Reuterskiöld, Anna & Fröberg, Lina, 2010, Hur ser investerare på miljöcertifierade fastigheter? Examensarbete, Institutionen för fastigheter och byggande, Avd. för bygg- och fastighetsekonomi, KTH,
https://www.kth.se/polopoly_fs/1.127740!/Menu/general/column-content/attachment/11.pdf [2014-04-29]
- SGBC, 2012a, Metodik för befintliga och nyproducerade byggnader, manual version 2.1, tillgängligt på: <https://www.sgbc.se/dokument-och-manualer> [2014-04-29]
- SGBC, 2012b, Certifieringsprocessen i Miljöbyggnad, hämtad [2014-04-29]
- SGBC, 2012c, Bedömningskriterier för nyproducerade byggnader, tillgängligt på: <https://www.sgbc.se/dokument-och-manualer> [2014-04-29]

SGBC, 2012d, Bedömningskriterier för befintliga byggnader, tillgängligt på:
<https://www.sgbc.se/dokument-och-manualer> [2014-04-29]

SGBC, 2013, Manual för BREEAM-SE version 1.0, tillgängligt på:
<https://www.sgbc.se/dokument-for-breeam-se> [2014-04-29]

SGBC, u.å. a, Faktablad om Miljöbyggnad, tillgängligt på:
<http://www.sgbc.se/certifieringssystem/miljobyggnad> [2014-04-29]

SGBC, u.å. b, Faktablad om LEED, tillgängligt på:
<https://www.sgbc.se/certifieringssystem/leed> [2014-04-29]

SGBC, u.å. c, Faktablad om EU GreenBuilding, tillgängligt på:
<https://www.sgbc.se/certifieringssystem/greenbuilding> [2014-04-29]

Spu-isolering, u.å. Hus från 1980-1990-talet, tillgängligt på: <http://www.spu-isolering.se/losningar/smahus-och-radhus/smahus-fran-olika-tidsaldrar/#1980-90>[2014-05-20]

Swedisol faktablad, u.å. Vad är Isolering, tillgängligt på:
<http://www.swedisol.se/vad-ar-mineralull>[2014-05-19]

Thormark, C.,2006, The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building, Building And Environment, 41, 8, pp. 1019-1026, Science Citation Index, EBSCOhost,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132305001605>

Tönnesen Anna, Fastighetsförvaltare/Byggnadsingenjör & Projektledare för Miljöbyggnad, Ljungby kommun, Intervju 2014-04-23

Wirdeus, Dag, 2012, Miljöcertifieringssystemet LEED i Sverige – En uppsats om hur systemet kan förbättras, Examensarbete, Institutionen för fastigheter och byggande, KTH, http://www.kth.se/polopoly_fs/1.341094!/Menu/general/column-content/attachment/112_A_F%C3%B6rb%C3%A4ttring%20av%20LEED%20i%20Sverige.pdf[2014-04-29]

Bilagor

Bilaga A: Intervju-frågor

Bilaga B: Enkätundersökning

Bilaga C: Värmeeffektbehovet för Åsikten

Bilaga D: Värmeeffektbehovet för Passiv

Bilaga E: Värmeeffektbehovet för 1990-tal

Bilaga A

Intervju

Namn:

Företag:

Vad har/hade du för roll i certifieringsarbetet?

Har du några tidigare erfarenheter av detta?

Om byggnaden:

Namn

Byggnadsår

Storlek

När inleddes certifieringen?

Om betyg erhöles, vilket?

Bakgrund till certifiering:

Varför valde ni att certifiera byggnaden?

Tänket ni certifiera fler byggnader?

Varför valde ni systemet?

Vad har/hade ni för förväntningar på resultat och nytta av certifieringen?

Certifierings arbetet:

Vilka/vilken indikator har varit svårast att arbeta med? (genomgång enkät)

Vilka/vilken indikator har varit svårast att uppfylla?

Vad blev rätt och vad blev fel?

Har stödet från SGBC varit tillräckligt?

Hur lång tid har det tagit?

I vilket skede har certifieringen utförts?

Vad har varit fördelar/nackdelar med att arbeta i detta skede?

Samarbetade ni med eller fick del av andras erfarenheter?

Framtida utveckling:

Vad tänker in göra då certifieringen går ut?

Tycker ni systemet är tillräckligt? Om ja varför? Om nej vad saknas? Behövs LCA?

Hur tror ni att krav och efterfrågan ser ut i framtiden?

Kommer systemet fungera för dessa visioner eller kommer det behöva utvecklas?

Bilaga B

Enkätundersökning

Eftersom undersökning handlar om ert arbete vid certifiering är vi intresserade av svårighetsgraden att jobba med varje indikator, inte uppfyllandet av dessa.

Indikatorer	Svårighetsgrad				Ej Rel.
	Lätt		svårt		
1. Energianvändningen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kommentar:</i>					
2. Värmeeffektbehov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kommentar:</i>					
3. Solvärmelast	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kommentar:</i>					
4. Energislag	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kommentar:</i>					
5. Ljudmiljö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kommentar:</i>					
6. Radon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kommentar:</i>					
7. Ventilationsstandard	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kommentar:</i>					
8. Kvävedioxid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kommentar:</i>					
9. Fuktsäkerhet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kommentar:</i>					
10. Termiskt klimat vinter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<i>Kommentar:</i>					

Kommentar:

12. Dagsljus

Kommentar:

13. Legionella

Kommentar:

14. Dokumentation av byggvaror

Kommentar:

15. Utfasning av farliga ämnen

Kommentar:

16. Sanering av farliga ämnen

Kommentar:

Övriga tankar:

BILAGA C

Indikator 2 Värmeeffektbehov i nyproducerad byggnad, beräkning och redovisning

Fyll i eller ändra i de gula rutorna

Beräkningen avser byggnaden
Eventuell kommentar

Åsikten, Ljungby

Atemp	10054	kvm
Inomhustemperatur	22	
Klimatort	Växjö	
DVUT	-14,4	

Beräknat värmeeffektbehov

21 W/m2,Atemp

Transmissionsförluster		
Byggnadsdel	Area	U-värde
	m2	W/K,m2
Fönster, typ 1	1568	0,9
Fönster, typ 2		
Fönster, typ 3	0	0
Yttervägg, typ 1	2079	0,122
Yttervägg, typ 2	1157	0,135
Yttervägg, typ 3	0	0
Tak, typ 1	2543	0,091
Tak, typ 2	0	0
Tak, typ 3	0	0
Grundkonstruktion 0 - 1 m	288	0,152
Grundkonstruktion 1 - 6 m	740	0,115
Grundkonstruktion > 6 m	0	0
Källanväggar 0 - 1 m	46,6	0,164
Källanväggar 1 - 2 m	46,6	0,14
Källanväggar > 2 m	41,9	0,115
Källargolv 0 - 6 m	281	0,263
Källargolv >6 m	0	0
Ytterdörr, typ 1	126	1,2
Ytterdörr, typ 2	0	0
Annan yta	0	0
Köldbryggor i % för SILVER o BRONS		15%
Köldbryggor för GULD	Längd, m	psi, W/m,K
Bjäklagskanter	393	0,125
Sockel	277	0,21
Tak-yttervägg	277	0,218
Fönstersmygar	1589	0,158
Annan köldbrygga	38	0,104
Umedelvärde för kontroll, W/m2,K		0,36

Ventilationsförluster, aggregat 1

Luftflöde, l/s	5840
Temperaturverkningsgrad, %	79,5

Ventilationsförluster, aggregat 2

Luftflöde, l/s	1600
Temperaturverkningsgrad, %	61

Ventilationsförluster, aggregat 3

Luftflöde, l/s	0
Temperaturverkningsgrad, %	0

Luftläckageförluster

Invändig byggnadsvolym, m3	29000
Luftläckage, oms/h	0,042



Version 2 111029

Bilaga D

Indikator 2 Värmeeffektbehov i nyproducerad byggnad, beräkning och redovisning

Fyll i eller ändra i de gula rutorna

Beräkningen avser byggnaden
Eventuell kommentar

Passivhus

Atemp 10054 kvm
Inomhustemperatur 22
Klimatort Växjö
DVUT -14,4

Beräknat värmeeffektbehov

20 W/m2,Atemp

Transmissionsförluster		
Byggnadsdel	Area m2	U-värde W/K,m2
Fönster, typ 1	1568	0,9
Fönster, typ 2		
Fönster, typ 3	0	0
Yttervägg, typ 1	2079	0,076
Yttervägg, typ 2	1157	0,078
Yttervägg, typ 3	0	0
Tak, typ 1	2543	0,091
Tak, typ 2	0	0
Tak, typ 3	0	0
Grundkonstruktion 0 - 1 m	288	0,152
Grundkonstruktion 1 - 6 m	740	0,115
Grundkonstruktion > 6 m	0	0
Källarväggar 0 - 1 m	46,6	0,164
Källarväggar 1 - 2 m	46,6	0,14
Källarväggar > 2 m	41,9	0,115
Källargolv 0 - 6 m	281	0,263
Källargolv >6 m	0	0
Ytterdörr, typ 1	126	1,2
Ytterdörr, typ 2	0	0
Annan yta	0	0
Köldbryggor i % för SILVER o BRONS		15%
Köldbryggor för GULD	Längd, m	psi, W/m,K
Bjälklagskanter	393	0,125
Sockel	277	0,21
Tak-yttervägg	277	0,218
Fönstersmygar	1589	0,158
Annan köldbrygga	38	0,104
Umedelvärde för kontroll, W/m2,K		0,34

Ventilationsförluster, aggregat 1

Luftflöde, l/s	5840
Temperaturverkningsgrad, %	79,5

Ventilationsförluster, aggregat 2

Luftflöde, l/s	1600
Temperaturverkningsgrad, %	61

Ventilationsförluster, aggregat 3

Luftflöde, l/s	0
Temperaturverkningsgrad, %	0

Luftläckageförluster

Invändig byggnadsvolym, m3	29000
Luftläckage, oms/h	0,042



Bilaga E

Indikator 2 Värmeeffektbehov i nyproducerad byggnad, beräkning och redovisning

Fyll i eller ändra i de gula rutorna

Beräkningen avser byggnaden
Eventuell kommentar

1990-talet

Atemp 10054 kvm
Inomhustemperatur 22
Klimator 2 Växjö
DVUT -14,4

Beräknat värmeeffektbehov
22 W/m2,Atemp

Transmissionsförluster		
Byggnadsdel	Area m2	U-värde W/K,m2
Fönster, typ 1	1568	0,9
Fönster, typ 2		
Fönster, typ 3	0	0
Yttervägg, typ 1	2079	0,195
Yttervägg, typ 2	1157	0,182
Yttervägg, typ 3	0	0
Tak, typ 1	2543	0,091
Tak, typ 2	0	0
Tak, typ 3	0	0
Grundkonstruktion 0 - 1 m	288	0,152
Grundkonstruktion 1 - 6 m	740	0,115
Grundkonstruktion > 6 m	0	0
Källarväggar 0 - 1 m	46,6	0,164
Källarväggar 1 - 2 m	46,6	0,14
Källarväggar > 2 m	41,9	0,115
Källargolv 0 - 6 m	281	0,263
Källargolv >6 m	0	0
Ytterdörr, typ 1	126	1,2
Ytterdörr, typ 2	0	0
Annan yta	0	0
Köldbryggor i % för SILVER o BRONS 15%		
Köldbryggor för GULD	Längd, m	psi, W/m,K
Bjäklagskanter	393	0,125
Sockel	277	0,21
Tak-yttervägg	277	0,218
Fönstersmygar	1589	0,158
Annan köldbrygga	38	0,104
Umedelvärde för kontroll, W/m2,K		0,39

Ventilationsförluster, aggregat 1	
Luftflöde, l/s	5840
Temperaturverkningsgrad, %	79,5

Ventilationsförluster, aggregat 2	
Luftflöde, l/s	1600
Temperaturverkningsgrad, %	61

Ventilationsförluster, aggregat 3	
Luftflöde, l/s	0
Temperaturverkningsgrad, %	0

Luftläckageförluster	
Invändig byggnadsvolym, m3	29000
Luftläckage, oms/h	0,042



Version 2 111029

Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

Fakulteten för teknik

391 82 Kalmar | 351 95 Växjö

Tel 0772-28 80 00

teknik@lnu.se

Lnu.se/fakulteten-for-teknik