

# Hustypen KUNO - hur står det sig energi- och miljömässigt?

Albin Lithvall & Filip Martin



*Illustration: Fredrik Ödman*

Examensarbete - högskoleingenjörsprogrammet Byggt teknik med arkitektur på kandidatnivå  
VMTL01  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Avdelningen för byggproduktion



**LUNDS UNIVERSITET**  
Lunds Tekniska Högskola

© Copyright Albin Lithvall & Filip Martin

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg  
Lunds universitet  
Box 882  
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering  
Lund University  
Box 882  
SE-251 08 Helsingborg  
Sweden

Tryckt i Sverige  
Media-Tryck  
Biblioteksdirektionen  
Lunds universitet  
Lund 2018

## Sammanfattning

Detta examensarbete ämnar genomföra en fallstudie av ett enbostadskoncept genom att analysera det gentemot något av de etablerade miljöcertifieringssystemen som idag finns på marknaden. Fallstudieobjektet i detta arbete är hustypen KUNO, ett koncept utvecklat av Henrysson & Thulin. Mellan år 2017 och 2018 uppförs 14 KUNO-villor på Parallelltrapetsen i Ängelholm, och Henrysson & Thulin är intresserade av att se hur villorna står sig inom områdena energi och miljö för att sedan kunna förbättra och vidareutveckla konceptet.

Examensarbetets arbetsprocess utgörs av en litteratur- och fallstudie. Rapporten inleds med litteraturstudien, där områdena energi, inomhusmiljö och material redogörs för samt vad som bör beaktas inom dessa tre områden vid projektering och byggande av småhus. Vidare har fem miljö- och energicertifieringssystem studerats utifrån deras bedömningsområden och kriterier. Litteraturstudien har legat som underlag för den analys som gjorts av vilket miljöcertifieringssystem som ska användas vid fallstudien. Analysen resulterade i att certifieringssystemet Miljöbyggnad bedömdes vara lämpligast att använda vid fallstudien.

Resultatet från fallstudien visade att drygt hälften av de totalt 15 indikatorerna som undersöktes inte gick att bedöma på grund av att erforderlig dokumentation ej hade tagits fram under projektets gång. De återstående indikatorerna som var möjliga att bedöma gav varierande resultat avseende betygsnivå. Vidare gjordes en analys av resultatet för samtliga indikatorer där bland annat förslag på åtgärder som kan bidra till högre betyg framgår. I analysen ges även förslag på hur Henrysson & Thulin bör gå till väga för att ta fram de underlag som krävs för bedömning av indikatorn.

Slutsatserna som kunde dras utifrån litteraturstudiens och fallstudiens resultat var att en jämförelse med ett miljöcertifieringssystem i klass med Miljöbyggnad kräver omfattande planering i projektets tidiga skeden. En miljöcertifiering innebär, för de flesta systemen, mycket mer än att endast jämföra byggnadens framräknade prestanda med de krav som ställs från det aktuella systemet. Det kunde även konstateras att Miljöbyggnad må lämpa sig bra för hustypen KUNO men mindre bra för ett företag som Henrysson & Thulin då de ej står för förvaltning av sina byggnader.

## Nyckelord

*Miljöcertifiering, Miljöbyggnad, KUNO, energi, inomhusklimat, material*

## Abstract

This thesis aims to perform a case study of a house concept by analyzing it with the help of any of the established green building certification systems that are currently on the market. The case study object for this thesis is KUNO, a house concept developed by Henrysson & Thulin. Between 2017 and 2018 14 KUNO-houses are being built at Parallelltrapetsen in Ängelholm, and Henrysson & Thulin are interested in getting an insight into how KUNO would perform energy and environment-wise and to improve and further develop the concept.

The work process of the thesis consists of a literature review and a case study. The report begins with the literature study, where the areas energy, indoor climate and material are described as well as what should be considered regarding these areas while designing and constructing houses. Furthermore, five green building certification systems have been studied in relation to their respective evaluation areas and criterias. The literature review has worked as a ground for the analysis in which the certification system best suited for the case study was chosen. The analysis showed that the certification system Miljöbyggnad was deemed to be the most appropriate for the case study.

The result of the case study showed that around half of the total 15 indicators were not possible to evaluate due to lack of documentation during the project. The remaining indicators that were possible to evaluate showed a varying result regarding the final grading. Following the result, an analysis was made in order to provide suggestions for increasing the grades on the indicators that were evaluated. The analysis also aimed to inform Henrysson & Thulin on how to approach the remaining indicators in order to make them possible to evaluate.

The conclusions that could be made from the result of the literature review and the case study were that a comparison with a green building certification system like Miljöbyggnad requires thorough planning in the early stages of the project. A green building certification generally implies a lot more than simply comparing the building's calculated performance to the requirements stated in certification system. It was also concluded that Miljöbyggnad may be best suited for KUNO but less so for Henrysson & Thulin as they are not responsible for management of the completed buildings.

## Keywords

*Miljöbyggnad, KUNO, energy, indoor climate, material*

# Innehållsförteckning

Sammanfattning

Nyckelord

Abstract

Keywords

Innehållsförteckning

Förord

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.1.1 Hustypen Kuno	2
1.2 Syfte	3
1.3 Målformulering	4
1.4 Problemformulering	4
1.5 Motivering av examensarbetet	4
1.6 Avgränsningar	4
2 Metod	5
2.1 Genomförande	5
2.1.1 Litteraturstudie	5
2.1.2 Fallstudie	5
2.2 Tillvägagångssätt	7
2.1.1 Kvalitativ och kvantitativ metod	7
2.3 Källkritik	8
3 Teori	10
3.1 Vad är en miljöcertifiering?	10
3.2 Bakgrund till miljöcertifiering	10
3.3 Projektering av småhus ur energi- material- och inneklimatsynpunkt	11
3.3.1 Energi	12
Energiförluster	12
Energitillskott	14
3.3.2 Inomhusklimat	16
3.3.3 Material	21
3.4 Fem etablerade miljöcertifieringssystem	24

3.4.1 LEED	24
Bedömningsområden	25
Betygssystem	26
3.4.2 BREEAM	27
Bedömningsområden	28
Betygssystem	29
3.4.3 GreenBuilding	31
Bedömningsområden och kriterier	31
Betygssystem	32
3.4.4 Miljöbyggnad	32
Bedömningsområden	33
Betygssystem	33
3.4.5 Svanenmärkning	35
Bedömningsområden	36
Betygssystem	39
4. Jämförelse och analys av certifieringssystemen	40
5. Resultat	43
5.1 Energi	43
5.2 Inomhusmiljö	47
5.3 Material	57
6. Analys av empirin	62
6.1 Indikator 1 - Värmeeffektbehov	62
6.2 Indikator 2 - Solvärmelast	64
6.3 Indikator 3 - Energianvändning	64
6.4 Indikator 4 - Andel förnybar energi	65
6.5 Indikator 5 - Ljud	65
6.6 Indikator 6 - Radon	66
6.7 Indikator 7 - Ventilation	67
6.8 Indikator 8 - Fuktsäkerhet	67
6.9 Indikator 9 - Termiskt klimat vinter	67
6.10 Indikator 10 - Termiskt klimat sommar	68
6.11 Indikator 11 – Dagsljus	69
6.12 Indikator 12 – Legionella	69

6.13 Indikator 13 – Loggbok med byggvaror	70
6.14 Indikator 14 – Utfasning av farliga ämnen	70
6.15 Indikator 15 - Stommens och grundens klimatpåverkan	71
7 Diskussion och slutsats	72
8 Terminologi	75
9 Källförteckning	76
10 Appendix	83
Bilaga 1 – Enkätresultat	83
Bilaga 2 – Beräkning för indikator 1 – Värmeeffektbehov	90
Bilaga 3 – Beräkning för indikator 2 – Solvärmelast	91
Bilaga 4 – Beräkning för indikator 11 – Dagsljus	92
Bilaga 5 – Energiberäkning	94

## Förord

Detta examensarbetet är det avslutande kapitlet på våra tre års studier vid högskoleingenjörsutbildningen i Byggt teknik med arkitektur på Lunds Tekniska Högskola. Arbetet omfattar 22,5 högskolepoäng och har gjorts på avdelningen för byggproduktion under våren 2018.

När erbjudandet kom om att få göra ett examensarbete relaterat till hållbart byggande på Henrysson & Thulin i samarbete med Miljöbron hade vi svårt att tacka nej. Vårt intresse för hur byggbranschen kan bidra till ett mer hållbart samhälle växte fram ju längre in vi kom i vår utbildning, och att få skriva ett examensarbete relaterat till detta var något vi båda önskade. Examensarbetet har varit en lärorik process för oss och förhoppningsvis även för Henrysson & Thulin.

Ett stort tack vill vi rikta till Marika Thulin, arkitekt och delägare på Henrysson & Thulin, för hennes engagemang och den tid hon lade på att svara på våra funderingar, samt för hennes gästvänlighet under våra besök i Ängelholm. Vi vill även tacka Karin Amandusson på Haradal Byggekonsult som tog sig tiden att förklara och lyssna på våra frågor. Ytterligare ett tack vill vi rikta till Malin Planander, kontaktperson och handledare på Miljöbron, för den feedback hon gav oss efter att ha läst igenom vår rapport. Slutligen vill vi tacka Urban Persson, handledare på institutionen, för hans vägledning och den hjälp han gav oss att alltid stanna på rätt spår.



# 1 Inledning

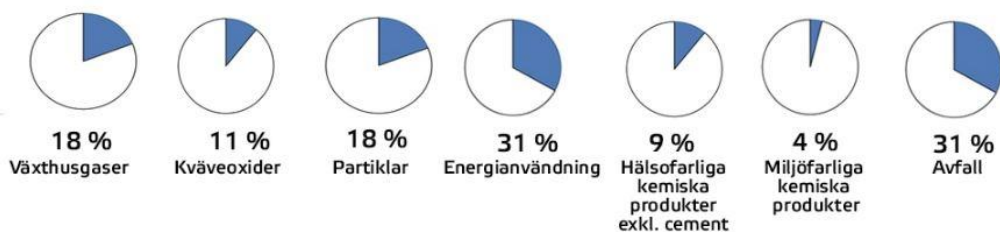
## 1.1 Bakgrund

Klimatet på jorden har under hela dess livstid varierat av naturliga orsaker (SMHI, 2015). Men i och med industrialiseringen under 1800-talet och förbränningen av fossila bränslen har människans aktiviteter gjort att klimatet förändras i en snabbare takt än vad som åstadkoms av de naturliga variationerna. När klimatet studeras undersöks de genomsnittliga väderförhållandena under en lång tid och därefter går det att avgöra om eventuella avvikelser är utöver det normala och därmed går att härleda till mänsklig påverkan (Naturvårdsverket, 2017-1). FN:s klimatpanel IPCC gör regelbundna utvärderingar av den rådande forskningens kunskapsläge över klimatförändringarna. I klimatpanelens femte utvärderingsrapport (Fifth Assessment Report) över klimatförändringarna konstateras bland annat "Människans påverkan på klimatsystemet är tydlig. Påverkan är uppenbar utifrån stigande halter av växthusgaser i atmosfären, positiv strålningsdrivning, observerad uppvärmning samt via förståelsen av klimatsystemet (Naturvårdsverket, 2013). Vidare konstaterar man att det har skett en ökning av den globala medeltemperaturen med 0,85°C mellan 1880 och 2012. De senaste 30 åren har jordytans temperatur varit varmare än något av de tidigare årtiondena sedan 1850, och för norra halvklotet går det att konstatera att de senaste 30 åren sannolikt varit den varmaste perioden sedan 600-talet. I rapporten konstateras även att växthusgasernas koncentration i atmosfären aldrig varit så höga sedan åtminstone 800 000 år tillbaka. Koldioxidens koncentration visar sig ha ökat med 40 procent sedan industrialiseringens intåg, främst på grund av förbränning av fossila bränslen, men även på grund av ökad markexploatering.

Klimatförändringarna är en global utmaning som påverkar både människa och natur, och för att vända den negativa trenden och minska utsläppen krävs det att samhällets alla sektorer arbetar tillsammans för att minska sin påverkan. Sverige har i sitt arbete mot ett mer hållbart samhälle satt upp ett så kallat miljömålssystem bestående av ett generationsmål, sexton miljökvalitetsmål och ett antal etappmål (Naturvårdsverket, 2017-2). Syftet med dessa är att ge en vägledning för miljöarbetet på alla samhällets nivåer och samtidigt beskriva vad miljöarbetet ska resultera i. En sektor som står för en stor del av Sveriges miljöpåverkan är bygg- och fastighetssektorn, och ett flertal av miljökvalitetsmålen är kopplade till sektorn.

Boverket, myndigheten för samhällsplanering, byggande och boende, är ansvarig för miljökvalitetsmålet "God bebyggd miljö" och är därmed också ansvariga för att sprida kunskap om hur bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan ser ut och utvecklas (Boverket, 2018). Myndigheten har med utgång från målet "God bebygg miljö" tagit fram ett antal miljöindikatorer för att kvantifiera bygg- och fastighetssektorns påverkan på miljön. I siffror visar sig sektorns miljöpåverkan vara påtaglig; år 2015 svarade den för inhemska utsläpp av 11,1 miljoner ton koldioxidekvivalenter växthusgaser vilket motsvarar cirka 18 procent av Sveriges totala

växthusgasutsläpp (Boverket, u.å.). Dessutom går en stor andel, 31 procent, av Sveriges totala energianvändning till bygg- och fastighetssektorn. Se figur 1.1.



Figur 1.1 - Bygg- och fastighetsbranschens miljöpåverkan i siffror. (Boverket, u.å)

Miljöindikatorernas siffror visar på att bygg- och fastighetssektorns bidrag till Sveriges totala påverkan på klimat och miljö är betydande. Samtidigt är behovet av nya bostäder stort; Boverket räknar i sin prognos från 2016 att det behövs byggas 700 000 nya bostäder fram till 2025 för att svara mot det behov som finns (Eriksson, 2016). Att bygga så pass mycket nya bostäder och samtidigt se till att miljöpåverkan från nya och befintliga byggnader minskas är en stor utmaning och för att nå dit krävs styrmedel och verktyg för en miljö- och klimatanpassad byggsektor.

### 1.1.1 Hustypen Kuno

Marika Thulin på arkitektfirman Salt Arkitektur driver tillsammans med sin kollega Bertil Henrysson bolaget Henrysson & Thulin AB. Med byggstart våren 2017 startar bolaget uppförandet av 14 stycken nya villor på Parallelltrapetsen i Ängelholms Havsbad i två etapper. Första etappen stod klart första kvartalet 2018. Målgruppen för villorna är de som är intresserade av att lämna en stor villa för en mindre villa med moderna egenskaper och ett nästintill underhållsfritt hus. Huskonceptet kallas förkortat KUNO och bygger på nyckelorden: Klimatsmart, Underhållsfritt, Nära och Oorganiskt (Henrysson och Thulin. u.å.)

Resultatet av KUNO-konceptet blir en villa med en boyta på knappt 130 kvm. Grunden består av platta på mark och villans ytterväggar består av murade lättklinkerblock som putsas in- och utvändigt. Det låglutande taket är ett så kallat industritak bestående av TRP-plåt och är klätt i takpapp. Innerväggarna består antingen av putsad lättklinker eller stålreglar beroende på om de är bärande eller inte. Lättklinker har valts som stommaterial för dess goda termiska egenskaper i form av ett lågt U-värde (ibid.). Se figur 1.2.



Figur 1.2 - Visionsbild över de färdigställda villorna. Illustration av Fredrik Ödman.

**K**:et står för klimatsmart vilket förklarar valet att ha solpaneler på det låglutande taket. Solpanelerna ämnar att sörja för husets hushållsel och därmed också hålla husets elbehov på en låg nivå (ibid.). Med korta avstånd till både strand, grönområden och centrum måste inte bilen alltid vara det självklara valet för de boende i KUNO-villorna. Detta förklarar innebörden av **N**:et. **O**:et i KUNO står för oorganiskt, och anledningen till att oorganiska material genomgående har valts är bland annat för deras goda beständighet mot fuktangrepp och brand. Den tunga stommen bestående av lättklinkerblock ger en hög värmelagringsförmåga som bidrar till att hålla huset varmt även när solen inte lyser. Samtidigt som de oorganiska materialen medför lägre risk för bland annat fuktangrepp och brand bidrar det även till att hålla huset, i högsta grad, underhållsfritt vilket förklarar bokstaven **U** i KUNO.

Ventilationssystemet är ett så kallat FX-system, det vill säga ett mekaniskt frånluftssystem med värmeåtervinning. Verkningsgraden på värmeåtervinningen uppgår till cirka 65% och bidrar till att hålla husets värmeeffektbehov på en lägre nivå. Den mekaniska frånluften gör det även lättare att kontrollera frånluftsfödet för att skapa en trivsamt luftkvalitet (ibid.).

## 1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att analysera hustypen KUNO mot ledande miljö- och energicertifieringssystem. Resultatet från analysen ska sedan användas för att ge Henrysson & Thulin rekommendationer i sitt förbättringsarbete av hustypen.

### 1.3 Målformulering

Målet är att, utifrån resultaten från fallstudien, identifiera områden där det finns utrymme för förbättringar. Därefter ges konkreta förslag på åtgärder som samtidigt bidrar till ökad kunskap hos både författarna och företaget.

### 1.4 Problemformulering

1. Vilket av valda miljö- och energicertifieringssystem lämpar sig bäst vid jämförelse med hustypen KUNO?
2. Hur presterar hustypen KUNO gentemot valt miljö- och energicertifieringssystem?
3. Hur skulle hustypen KUNO kunna förbättras ytterligare utifrån resultatet från fallstudien?

### 1.5 Motivering av examensarbetet

Med stort intresse för miljö- och energieffektivisering ser vi båda det här arbetet som en lärorik och utvecklande process. KUNO är ett intressant och nytänkande koncept som vi anser ha goda förutsättningar för framtiden. Vi hoppas på att kunna bidra till miljöarbetet inom byggsektorn i allmänhet och Henrysson & Thulin i synnerhet. Vidare är förhoppningen att knyta god kontakt med både Henrysson & Thulin och även samarbetsorganisationen Miljöbron och på så sätt besitta ett bredare kontaktnät som ger bättre förutsättningar senare i arbetslivet.

Liknande undersökningar har tidigare gjorts av mer konventionella bostäder. KUNO är dock ett unikt koncept och en analys ur ett miljö- och energiperspektiv av den här hustypen skulle, på sikt, kunna innebära en större kännedom om KUNO inom branschen och vid gott resultat även öka efterfrågan på miljö- och energieffektiva småhus.

### 1.6 Avgränsningar

Hustypen KUNO kommer endast att analyseras gentemot de eller det certifieringssystem som valts utifrån resultatet av litteraturstudien. Övriga certifieringssystem beskrivs endast övergripande för att skapa ett underlag för urvalsprocessen. De system som beskrivs i litteraturstudien är LEED, BREEAM, GreenBuilding, Miljöbyggnad och Svanen. Certifieringssystemens bedömningsområden och kriterier skiljer sig ibland beroende på vilken typ av byggnad som bedöms. Exempelvis skiljer sig Miljöbyggnads bedömningskriterier för verksamheter och bostäder. Om så är fallet beskrivs områdena och kriterierna för den byggnadstyp som ligger närmast hustypen KUNO.

Certifieringssystem såsom LEED och BREEAM är relativt omfattande och bedömer flertalet områden. På grund av en begränsad tidsram kommer fallstudien avgränsas till att endast beakta områdena energi, material och inomhusklimat för valt certifieringssystem.

Hänsyn till kostnader vid urvalsprocessen av de olika certifieringssystemen har ej tagits.

## 2 Metod

*I metodkapitlet beskrivs litteraturstudien och fallstudien som byggt upp rapporten. Vidare beskrivs även forskningsmetoderna kvantitativ och kvalitativ metod och hur dessa använts i arbetet. Kapitlet avslutas med källkritik gällande de källor som refererats till.*

### 2.1 Genomförande

#### 2.1.1 Litteraturstudie

Under litteraturstudien har ett antal miljöcertifieringssystem redogjorts och därtill har även områdena energi, inomhusklimat och material granskats mer djupgående. Då främst strukturen och övergripande bakgrund om respektive miljöcertifieringssystem tas upp i denna rapport har information från Sweden Green Building Council, SGBC, och systemens egna hemsidor generellt varit tillräcklig. På dessa hemsidor finns information om varje system i stor omfattning som har tolkats, sammanfattats och legat till grund för teorikapitlet gällande de fem granskade miljöcertifieringssystemen. Även relevanta rapporter, artiklar och tryckta böcker har granskats och utgjort kompletterande information. Utöver tryckt information och elektroniska källor har även en enkät gällande miljöcertifiering av småhus skickats ut till cirka 100 småhustillverkare. Svaren som återficks från denna enkät har utgjort komplement till analys- och jämförelsekapitlet där miljöcertifieringssystemet inför fallstudien valts.

Den mer djupgående redogörelsen för energi, inomhusklimat och material har haft fokus på klimat för hustypen småhus. Därför har källor som behandlar detta varit att prioritera under litteraturstudien. Boken Byggekologi av Bokalders, V och Block, M har utgjort den största källan under detta kapitel. Även kurslitteratur så som Projektering av VVS-installationer av Warfvinge, C och Dahlblom, M, likväl Boverket och diverse myndighetshemsidor har utgjort värdefull information. I samtliga fall har den information som gäller småhus valts för att skapa relevans till rapportens avgränsningar.

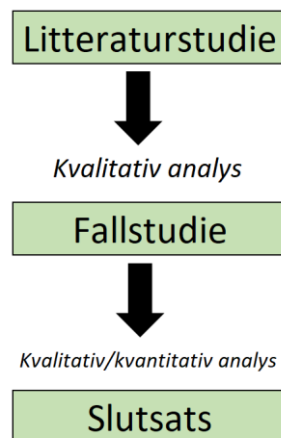
#### 2.1.2 Fallstudie

I denna rapport innefattar fallstudien en jämförelse av valt miljöcertifieringssystem med hustypen KUNO. På grund av avgränsningar har endast kriterier gällande energi, inomhusklimat och material beaktats i jämförelsen. Arbetsgången har varit att granska Miljöbyggnads manual för att sedan kunna utföra de beräkningar som har varit möjliga att göra utifrån det underlag som tillhandahållits av Henrysson & Thulin. Underlaget har bestått av projekteringshandlingar som tagits fram av antingen Marika Thulin, arkitekt på Salt arkitektur och delägare på Henrysson & Thulin, eller externa konsulter. De externa konsulterna är Tyréns (billerutredning) och Haradal Byggkonsult (energiberäkning). Vid de fall då projekteringshandlingar inte varit tillräckligt som underlag har kompletterande information kommunicerats skriftligen eller muntligen från Henrysson & Thulin.

Vidare har även de krav på redovisning och dokumentation som fordras för respektive kriterium redogjorts. För de kriterier som inte varit möjliga att beräkna har information om vilket underlag som krävs för att utföra beräkningarna redovisats.

I fallstudiens analys ges förslag på åtgärder och tillvägagångssätt för hur respektive indikator kan nå högre betyg eller rentav göras möjlig att bedöma. En stor del av förslagen är kopplade till kapitel 3.4 där projektering inom områdena energi, inomhusklimat och material gällande småhus redogörs för. Analysen har som syfte att verka som en grund för nästkommande kapitel innehållandes diskussion av resultatet samt slutsatser.

## 2.2 Tillvägagångssätt



Figur 2.1 - Examensarbetets arbetsprocess

Forskningsmetoderna som använts i detta examensarbete är en litteraturstudie och en fallstudie. Rapportens analyskapitel består av en kombination av kvalitativ och kvantitativ metod. Grønmo (refererad i Holme och Solvang 1997, 86) nämner ett flertal sätt att kombinera kvalitativa och kvantitativa metoder. En strategi som nämns är att använda den kvalitativa analysen för att skapa en förståelse och förberedelse inför den kvantitativa analysen, vilket är grunddragen av den strategi som använts i denna rapport. Analysen av litteraturstudien, det vill säga urvalsanalysen av vilket certifieringssystem som ska användas vid fallstudien, är av kvalitativ karaktär och syftar till att utforma ett så lämpligt verktyg som möjligt inför fallstudien. Vid fallstudieanalysen, där KUNO analyseras mot certifieringssystemet Miljöbyggnad, är av både kvantitativ och kvalitativ karaktär vilket innebär att informationen, i detta fall framtagna projekteringshandlingar och uppgifter från Henrysson & Thulin, omvandlas till kvantifierbar data för att sedan tolkas och analyseras (Holme och Solvang 1997, 78). Den kvalitativa delen av fallstudieanalysen innebär en mer djupgående och flexibel analys, vilket också möjliggör mer ostrukturerade observationer som exempelvis frågetillfällen utan någon förutbestämd struktur.

### 2.1.1 Kvalitativ och kvantitativ metod

Att valet föll på att använda en kvalitativ metod vid analysen av litteraturstudien grundar sig i flera anledningar. En kvalitativ metod har syftet att få en djupgående förståelse för det man

undersöker, i examensarbets fall ett lämpligt miljöcertifieringssystem, och utifrån det möjliga relevanta tolkningar (Holme och Solvang 1997, 83). Den kvalitativa metoden har dessutom fördelen att den är flexibla än den kvantitativa (Holme och Solvang 1997, 80). Flexibiliteten möjliggör att frågeställningar kan ändras utifrån de erfarenheter som fås i informationssamlingsstadiet; ju mer kunskap och förståelse som fås om det som undersöks, desto mer går det att anpassa undersökningen. I detta examensarbets fall har det inneburit att successiva avgränsningar gjorts av både litteratur- och fallstudien i efterhand. För litteraturstudien innebar det att beskrivningarna av de olika certifieringssystemen gjordes mer övergripande än vad som först var planerat. En djupgående beskrivning där varje certifieringssystem alla indikatorer hade gått igenom hade varit allt för tidsomfattande och även riskerat att bli överflödiga då några av certifieringssystemen direkt kunde avfärdas som olämpliga inför fallstudien. Denna avgränsning gjorde det istället möjligt att mer tid kunde läggas på att djupgranska det certifieringssystem som valdes för fallstudien. Flexibiliteten har även påverkat utformningen av fallstudien; efter att de olika certifieringssystemen studerats upptäcktes det att de tre områdena energi, inomhusklimat och material var gemensamma för alla systemen och därav bestämdes det att fallstudien skulle inriktas på dessa tre områden.

Som tidigare nämnts har fallstudien präglats av en kombination av kvantitativ och kvalitativ metod. Enligt Holme och Solvang (1997, 76) kännetecknas den kvantitativa metoden av att den information som samlas in omvandlas till siffror och mängder, för att sedan kunna analyseras. I detta examensarbets fall har det inneburit att projekterade handlingar som tagits fram för KUNO, exempelvis energiberäkningar och ritningar, har tolkats och omvandlats för att kunna bedömas utifrån Miljöbyggnads indikatorer. Den kvalitativa metoden kännetecknas enligt Holme och Solvang (1997, 14) av att syftet med den är att beskriva och förstå det som ska analyseras på ett djupare plan. För fallstudien har tillämpning av den kvalitativa metoden inneburit ett mer öppet förhållningssätt vid arbetet med fallstudieobjektet KUNO. Det har möjliggjort nödvändig informationsinsamling som inte går att erhålla med hjälp av kvantifierbar data. Vid analysen av resultatet har det även gjort det möjligt för författarna av denna rapport att göra egna tolkningar och ge förslag på förbättringar.

## 2.3 Källkritik

Då byggbranschen är en bransch under ständig och hastig utveckling har hänsyn tagits till att information rörande detta frekvent uppdateras och ändras. Inte minst gäller detta miljöarbete i byggbranschen och de miljöcertifieringssystem som är på stor uppgång. Vid källgranskning av miljöcertifieringssystemen har stort beaktande gjorts av källans datering. Detta har inneburit att många tryckta källor gällande dessa system har exkluderats då de varit föråldrade ett antal år tillbaka som gett utrymme för betydande förändringar i certifieringssystemens uppbyggnad. SGBC och övriga certifieringssystem hemsidor har ansetts som högst trovärdiga och relevanta då de uppdateras kontinuerligt och tillhandahålls av de som ansvarar för administrering och utveckling av systemen. Även kurslitteratur ses som en trovärdig källa då informationen i dessa böcker är skrivna av experter med lång erfarenhet inom området. Hänsyn har dock även här



tagits till litteraturens datering och i vissa fall har jämförelser gjorts med mer uppdaterad, men mindre omfattande information.

En betydande del av informationen i teorikapitlet består av elektroniska källor samt rapporter tagna från Boverket och övriga myndigheter såsom Arbetsmiljöverket och Folkhälsomyndigheten. Dessa källor uppdateras kontinuerligt och i samma takt som nya regler och krav uppkommer. Texten ses även som högst trovärdig då den är under ansvar av svenska statens och EUs myndigheter med syfte att låta svenska folket vara uppdaterade om vilka krav och regler som gäller.

I enstaka fall har källor från branschexperter, såsom Svenskt Trä, och branschrelaterade företag, som exempelvis NCC, använts. Även denna information är framtagen av experter med lång erfarenhet inom branschen och ses därför som tillförlitlig. Dock har uppmärksamhet här lagts på källans datering och i många fall har det noterats att källan är förlegad. I dessa fall har jämförelser med mer uppdaterade källor gjorts och om betydande uppdateringar uppmärksammats har källan exkluderats. Om informationen inom branschen inte har uppdaterats har källan, trots sin föråldrade datering, setts som trovärdig och använts i rapporten.

## 3 Teori

*Detta kapitel inleds med en beskrivning och bakgrund till miljöcertifieringssystem samt fallstudieobjektet KUNO. Därefter redogörs områdena energi, inomhusklimat och material med utgångspunkt från småhus. Slutligen beskrivs de fem vanligaste miljöcertifieringssystemen som idag är tillgängliga på den svenska marknaden.*

### 3.1 Vad är en miljöcertifiering?

Likt miljömärkning av mat, kläder och diverse tjänster finns även miljömärkning av byggnader. En miljöcertifierad byggnad är en byggnad som, genom design, konstruktion och drift, minskar eller rent av eliminerar de negativa miljöbetingade effekter som kan uppstå under byggprocessen. Utmärkande egenskaper hos en miljöcertifierad byggnad kan vara exempelvis effektiv hushållning av vatten och energi, nyttjande av förnybara energikällor eller ett särskilt trivsamt inomhusklimat. Själva certifieringen fungerar som ett intyg från en tredje part på att byggnaden uppfyller alla de krav som erfordras för respektive certifieringssystem. (WGBC, u.å)

Undersökningar har visat att brukare i miljöcertifierade byggnader är mer nöjda med inomhusmiljön än vad brukare i ej miljöcertifierade byggnader är. Det har även visat sig att god inomhusmiljö bidrar till ökad mänsklig produktivitet och mindre frekvent sjukfrånvaro. Den låga energianvändning som nästan alltid kan garanteras i en certifierad byggnad innebär dessutom låga energikostnader för brukaren eller fastighetsägaren. De extra kostnader som, i de flesta fall, tillkommer vid certifiering av byggnaden syns dock ofta på hyresavgiften eller prislappen på byggnaden. Studier har visat att miljöcertifierade byggnader kan i vissa fall medföra hyror på upp till 17% högre än motsvarande, ej certifierade byggnader. De flesta undersökningsobjekten låg dock i ett spann på 0-6% högre kostnad. (Heincke, Olsson. 2012 s. 13-14)

En miljöcertifiering har stor inverkan på hur byggnaden i fråga ritas, konstrueras, byggs och underhålls. En del certifieringssystem beaktar endast byggnadens energianvändning medan andra omfattar i princip hela byggprocessen, såsom projektledning och transport av material. (Heincke, Olsson. 2012. s.5). Ett av Sveriges största byggföretag, NCC, menar att fördelarna med miljöcertifiering är många. Bland annat bidrar det till lägre energikostnader, en hälsosammare inomhusmiljö samt ökat fastighetsvärde genom kvalitetssäkrad miljöprestanda. (NCC, 2017). Dessutom har studier visat att företag som arbetar med, eller bedriver verksamhet i en miljöcertifierad byggnad får ett starkare rykte inom branschen. (Heincke, Olsson. 2012. s.12)

### 3.2 Bakgrund till miljöcertifiering

Byggnader har omfattande direkt och indirekt påverkan på miljön. Under produktion, drift, renovering, ombyggnad eller rivning förbrukar byggnader och arbeten som hör därtill stora

mängder energi, vatten och material. Det genereras även avfall och skadliga utsläpp till atmosfären. Dessa faktorer uppmuntrar till hållbart byggande med mer miljö- och energieffektiva standarder. (WBDG, 2016).

Under 1990-talet, i samband med uppkomsten av Building Research Establishment's Environmental Assessment Method (BREEAM), det första miljöcertifieringssystemet i Storbritannien, ökade både kännedomen såväl som viljestyrkan att bygga hållbart. Kort därefter utvecklades även det amerikanska miljöcertifieringssystemet LEED som idag är mest utbrett i världen. Det ökande intresset för hållbart byggande bidrog till utvecklingen av än fler miljöcertifieringssystem och idag har ett betydande antal länder i världen utvecklat egna system som är anpassade för landets egna förutsättningar och standarder.

The US Green Building Council (USGBC), som bland annat ligger bakom utvecklingen av LEED, är det första så kallade "Green Building Council" som bildades. (WGBC, u.å-1). Året för etableringen var 1993 och syftet med organisationen var att stimulera till ett ökat fokus på hållbarhet inom byggbranschen. Med LEED som största dragkraft kom USGBC att bli omtalat över hela världen och det dröjde inte länge innan andra länder såg nytta i en sådan organisation och bestämde sig för att skapa ett eget "Green Building Council". Med ett växande globalt intresse togs, år 2002, initiativet till att bilda World Green Building Council (WGBC) med syfte att verka som en samverkansorganisation för alla "Green Building Councils". Till en början ingick endast Australien, Brasilien, Kanada, Indien, Japan, Mexiko, Spanien och USA i organisationen men idag återfinns 73 "Green Building Councils" över hela världen som medlemmar. (WGBC, 2018)

I juni 2009 bildades den svenska organisationen Sweden Green Building Council (SGBC) som idag även är en del av World Green Building Council. SGBC arbetar med att utveckla och tillhandahålla miljöcertifieringssystem för byggnader, stadsdelar och anläggningsprojekt. (SGBC, u.å-4). De fyra vanligaste miljöcertifieringssystemen i Sverige: Miljöbyggnad, LEED, BREEAM och GreenBuilding utvecklas eller administreras av SGBC och idag är drygt 1700 byggnader certifierade enligt något av dessa system, varav cirka 60% Miljöbyggnad. (SGBC, 2018)

### 3.3 Projektering av småhus ur energi- material- och inneklimatsynpunkt

Något som är gemensamt för alla de miljöcertifieringssystem som undersökts i denna rapport är att de beaktar olika energi- material- och inneklimatsparametrar. Dessa parametrar är dessutom mest poänggivande i samtliga miljöcertifieringssystem och därmed grundläggande för den slutgiltiga betygssättningen. Nedan följer en övergripande redogörelse för energi, material och inneklimat med fokus på småhus.

### 3.3.1 Energi

I Sverige står sektorn bostäder och service för cirka 40 procent, 143 TWh, av den totala energianvändningen (Energimyndigheten, 2018). I sektorn ingår hushåll, bygg, offentlig verksamhet, övrig serviceverksamhet, jord- och skogsbruk och fiske. Nästan 60 procent av energianvändningen i sektorn, ca 84 TWh, står hushåll för och 31,5 TWh av denna energin går till uppvärmning inklusive varmvatten i småhus.

Studerar en konventionell byggnad under ett 50-årigt tidsspann har 90% av dess energianvändning gått till uppvärmning, kylning och drift. Det kan alltså konstateras att uppvärmning, kylning och drift är tre kritiska poster som är väsentliga för att minska husets energianvändning under hela dess livstid (Block och Bokalders 2014, 196).

Ett småhus energibehov avgörs av ett antal in- och utgående poster som resulterar i en energibalans. De utgående posterna, energiförlusterna, består av värmetransmission genom husets klimatskal, husets ventilation samt avloppsvattnet som transporterar ut värme ur huset. De ingående posterna, energitillskottet, består dels av värme som kan tillgodogöras av personvärme och solinstrålning genom fönster, dels av hushålls- och driftel samt varmvatten som tillförs huset. Den sista ingående posten består av värmesystemet vars energibehov beror på balansen av alla övriga in- och utgående poster. Resultatet av denna energibalans är en indikator på hur mycket värme som behöver tillföras byggnaden för att få ett behaglig termisk komfort. Genom att studera dessa in- och utgående flöden och beakta dem i projekterings- och utförandeskedet vid byggande av energieffektiva småhus går det att påverka hur energibalansen kommer att se ut i huset, och därmed också påverka behovet av tillförd energi (ibid.).

#### Energiförluster

##### **Ventilation**

Den största källan till värmeförluster i energisnåla småhus är ventilationen (Block och Bokalders 2014, 197). Förlusterna uppkommer bland annat genom den varma frånluft som lämnar huset samt ofrivillig ventilation på grund av otätheter i huset klimatskal. Genom att ha ett återvinningssystem med värmeväxlare och värmepumpar är det möjligt att återvinna värmen ur ventilationen. De två huvudsakliga ventilationssystemen som idag används i småhus kallas FTX- respektive FX/FVP-system. I takt med de allt högre kraven på låg energianvändning från myndigheter och byggherrar har det blivit allt vanligare att installera något av dessa systemen i nybyggda småhus (Dahlblom och Warfvinge 2010, 2:9).

I ett FTX-system används en värmeväxlare som återvinner värmen från frånluften för värmning av tilluften som mekaniskt blåses in genom kanaler. Erfarenheterna från de tidiga FTX-systemen var ofta dåliga på grund av undermåliga tekniska lösningar och svårskötta system (Block och Bokalders 2014, 215). Systemen har dock undergått en snabb utveckling de senaste åren och idag har de flesta FTX-systemen en verkningsgrad, det vill säga förmåga att återvinna

frånluftsvärmen, på 80-90%. Enligt Jerker Bengtsson, VVS-konsult och expert på Byggahus.se, är ett FTX-system mer balanserat, lättstyrt och energieffektivt jämfört med ett FX-system (Bårtås, 2015). Ett FTX-system fungerar som bäst om huset är välisolerat och tätt, vilket har gjort att systemet det är standard hos energisnåla hus. Samtidigt ställs höga krav på utförandet då installationen av systemet är mer komplext än hos ett FX-system. FTX-systemet har även ett större underhållskrav då filtrena i systemet behövs bytas ut regelbundet vilket brukarna bör vara medvetna om.

Vid FX-ventilation blåses den varma inomhusluften mekaniskt ut genom kanaler, innan luften lämnar huset passerar den en värmeväxlare som återvinner värmen ur luften (Bårtås, 2015). Värmeväxlaren är oftast en frånluftvärmepump, vilket gör att systemet också kallas FVP-system. Det återvunna värmen används inte till att värma upp den inkommande tilluften som i ett FTX-system, utan värmen går till tappvatten samt vatten som i sin tur värmer upp huset via radiatorer eller golvvärme. Enligt Peter Stenfelt, teknisk chef på Myresjöhus, är FX-systemet det vanligaste alternativet idag då det erbjuder småhusägare en billig helhetslösning för ventilation och uppvärmning. Systemet har nackdelen av att vara mer svårreglerat än FTX-systemet och obalans och drag kan uppstå. Dessutom krävs det att systemet ständigt är igång vilket drar en del el vid drift.

Den ofrivilliga ventilationen som uppkommer på grund av otätheter i husets klimatskal är en annan bidragande orsak till husets energiförluster (Block och Bokalders 2014, 208). Otätheter kan uppstå vid möten och genomföringar mellan olika byggnadsdelar, exempelvis i skarvar mellan byggelement eller vid perforeringar av tätskikt på grund av installationsdragningar. För att minska otätheter ställs det höga krav på kompetens och samordning hos inblandade projektörer och entreprenörer (Gar-Bo, 2016). Nedan följer några generella råd för att få till ett lufttätt hus:

- Undvik otätheter i skarvar och springor genom att överlappa och tejpa dessa ordentligt.
- Minimera perforeringar i tätskiktet genom att ha ett installationsskikt, detta gör att håltagningar i ytterväggarnas och takbjälklagets plastfolie kan minimeras.
- Ha en god kvalitet vid utförande av skarvningar, lagningar och perforeringar av tätskiktet.
- I stor mån som möjligt skydda plastfolien från att skadas.

## Värmetransmission

Eftersom det i Sverige är kallare utomhus än vad som önskas inomhus under större delen av året erfordras det att värmen förhindras att transporteras ut ur huset. En av huvudorsakerna till värmeförluster i alla slags byggnader är värmeförluster på grund av transmission genom byggnadens klimatskal (Sandin 2010, 23). Transmissionsförlusterna minskas främst genom att värmeisolera husets omslutningsytor. Förr föreskrevs byggnormernas krav på värmeisolering utifrån krav på komfort; innelufttemperaturen och yttemperaturer skulle uppfattas som behagliga av brukarna. Numera bestäms kraven på värmeisolering primärt utifrån energihushållningsynpunkt, det vill säga det ställs krav på att det byggs med hänsyn till en så

låg energiförbrukning som möjligt. De senaste decennierna har myndighetskraven på låg energiförbrukning ständigt ökat vilket har gjort att kraven på värmeisolering också har blivit högre.

I ett småhus är det taket och ytterväggarna som är de största omslutande ytorna, vilket ställer störst krav på att dessa isoleras väl (Block och Bokalders 2014, 197). Taket är den konstruktionsdel som bör isoleras mest då den varma inneluften stiger uppåt mot taket samtidigt som taket vetter mot den kalla natthimlen vilket gör att ytterdelen av taket kyls ned.

En annan konstruktionsdel som bidrar till stora värmeförluster är fönster och dörrar (Energi- och klimatrådgivningen, 2017-1). I ett småhus står fönster och dörrar för cirka 20 procent av värmeförlusterna, och att göra energieffektiva val kan bidra till både minskad energianvändning och ett behagligare inomhusklimat. Värmeförlusterna i fönster och dörrar beror inte bara på att U-värdet på glaset eller dörrbladet är högre än övriga delar utan beror också på att karmen har ett ogynnsamt U-värde, även kallat köldbrygga.

Köldbryggor definieras som delar av klimatskalet som har avvikande värmemotstånd, vilket är vanligt vid hörn och anslutningar och (Berggren och Larsson, 2015). Enligt IsoverBoken kan köldbryggor i ett hus bidra med upp till 30% av de totala värmeförlusterna genom klimatskärmen (Isover, 2007).

### **Spillvatten**

Det varma tappvatten som används i huset bidrar delvis till att värma huset, men majoriteten åker ut i avloppet vilket gör att värme går förlorad (Block och Bokalders 2014, 217). Ett sätt att ta tillvara på en del av värme som går förlorad via spillvattnet är att installera en avloppsvärmeväxlare som återvinner energi ur spillvattnet. I småhus är det mest kostnadseffektivt att installera en avloppsvärmeväxlare som direkt återvinner värmen från duschvattnet vilket minskar varmvattenåtgången i duschen (Ekologiska byggvaruhuset, u.å.). Verkningsgraden för en sådan värmeväxlare kan uppgå till cirka 55% och det krävs ingen elektricitet vid drift.

### **Energitillskott**

### **Personvärme**

Personer som befinner sig i huset alstrar värme på grund av deras ämnesomsättning vilket kommer huset till godo. Inomhusluften värms bland annat genom konvektion och avdunstning från kroppen men också via ledning till omgivande ytor vid direktkontakt (Dahlblom och Warfvinge 2010, 1:3). Hur mycket värme som alstras varierar beroende på personens fysiska aktivitet. Vid stillasittande producerar en vuxen människa cirka 100 W men kan stiga upp till flera hundra W vid intensiv fysisk aktivitet. Det rekommenderade medelvärde som används vid energiberäkningar i småhus är 80 W per person (Boverket, 2007).

## Solvärme

Solens strålning på husets fasad och tak samt genom fönster bidrar på två olika sätt till husets energibalans. Under årets kalla månader kan gratisvärmen från solen utnyttjas, medan den under de varmare månaderna kan bidra till att det uppstår övervärme, dvs att huset blir för varmt och måste kylas (Block och Bokalders 2014, 222).

Det går att utforma huset så att den passiva solvärmen utnyttjas i så hög grad som möjligt. Passiv solvärme innebär att man arbetar medvetet, arkitektoniskt med att öka husets utnyttjande av värmen från solens strålar. Detta kan göras genom att till exempel att ha stora glaspartier mot söder, sydväst och sydost, det vill säga de väderstreck där solen strålar in under dagen. En annan lösning är att använda tunga stommaterial med god värmelagringsförmåga, exempelvis betong eller tegel (Ekobyggportalen, u.å.). Detta gör att överskottsvärme kan tas tillvara på för att sedan avges när temperaturen i huset faller.

När huset utformas med hänsyn till passiv solvärme finns det risk för att värmefördelningen blir ojämn i huset. Genom att ha en öppen planlösning och/eller fläktsystem går det att få en jämnare distribution av solvärmen. Något annat som bör beaktas är att fönster och andra glaspartier som riktas mot söder kan bidra till att det blir övervärme i huset under de varmare årstiderna. Detta går att minska genom att skugga och avskärma glasytorna på olika sätt (Block och Bokalders 2014, 214). Exempelvis kan fasta konstruktioner såsom takutsprång och skärmtak minska solinstrålningen, och därmed minska risken för övervärme. Utöver fasta konstruktioner går det att minska solvärmen genom att installera markiser och persienner, vilket ofta är en billig och enkel lösning för byggherrar och brukare.

## Drift- och hushållsel

Elen som används till drift av fläktar och pumpar i huset kallas driftel (Block och Bokalders 2014, 192). Generellt gäller att ju komplexare ventilations- och värmesystemet är i huset, desto mer driftel används. Detta innebär att hus med FTX- och FX-ventilationssystem, som är vanligt i energieffektiva hus, använder mer driftel än hus med enklare system såsom självdrag och självcirkulation. Värmen från driftelen kan tillgodogöras för husets uppvärmningsbehov.

Hushållsel kallas den el som brukarna i huset använder till olika apparater, maskiner och belysning (Energi- och klimatrådgivningen, 2017). Hit räknas bland annat vitvaror och golvvärme. Under uppvärmningssäsongen kan spillvärmen från hushållselen tillgodogöras.

## Varmvatten

Det tappvarmvatten som används i huset kommer till godo för husets uppvärmning. Enligt Svebys rekommendationer för brukarindata används cirka 20 kWh/m<sup>2</sup> Atemp för tappvarmvattenuppvärmning i småbostadshus, varav 20% av denna energin kan tillgodogöras för uppvärmning (Sveby, 2016).

### 3.3.2 Inomhusklimat

Enligt undersökningar bidrar ett gott inomhusklimat till ökad prestationsförmåga och mindre frekvent sjukfrånvaro. Faktum är att människor spenderar ungefär 90% av sin tid inomhus och inomhusklimatet är därför grundläggande för människans välbefinnande. (Byggekologi, 2014, 112). Enligt plan- och byggförordningen (PBF) ska ett byggnadsverk vara projekterat och uppfört på ett sätt så att en risk för ohälsa eller dålig hygien inte föreligger för brukarna. (Boverket, 2017). Upplevelsen av inomhusklimatet är dock varierande hos olika människor och kan bero på bland annat ålder, kön, klädsel eller aktivitetsmönster. På så sätt är det praktiskt taget omöjligt att skapa ett inomhusklimat som alla upplever som tillfredsställande. (Dahlblom och Warfvinge 2010, 1:21).

De viktigaste komfortparametrarna är temperatur och luftfuktighet som bör hållas på 21 °C med 40-60% relativ fuktighet för optimal komfort. Ljud- ljus- och luftkvalitet är dock parametrar som ej bör försummas då en god balans mellan alla parametrar är grundläggande för upplevelsen av inomhusklimatet. (Bokalders och Block, 2014, 112)

#### **Termisk komfort**

Definitionen av termisk komfort är när en person är belåten med temperaturupplevelsen och varken önskar en varmare eller kallare omgivning. Den termiska komforten beror på ett antal parametrar. Dessa är klädsel, aktivitetsmönster, lufttemperatur, lufthastighet, luftfuktighet samt omgivande ytors temperatur. Även byggnadstekniska faktorer så som värmeisoleringsförmåga, uppvärmningssystem och ventilationstyp är bidragande. (Dahlblom och Warfvinge 2010, 1:24). Att uppleva inomhustemperaturen som kall behöver inte nödvändigtvis betyda att lufttemperaturen inomhus är för låg. Det termiska klimatet är också kopplat till kalla ytor, drag, kallras samt temperaturskillnader mellan olika utrymmen i rummet. (Folkhälsomyndigheten, 2016).

BBRs krav på termisk komfort gäller endast i den så kallade vistelsezonen. Detta är den del av rummet där människor vistas mer än tillfälligt och definieras som utrymmet 6 decimeter från innerväggen, 1 decimeter ovanför golvytan och därefter 2 meter i höjd. I övriga utrymmen är kravet att ett lämpligt termiskt klimat ska upprätthållas med avseende på rummets användning. (Boverket, 2017).

Under vintertid brukar lufttemperaturen inomhus ligga mellan 18 °C och 22 °C i svenska bostäder. Under sommaren är denna temperatur något högre. Människor med hjärtbesvär kan känna obehag vid för hög inomhustemperatur. För låg temperatur kan leda till bland annat försämrat balanssinne och ökad skaderisk. En hög lufttemperatur måste inte nödvändigtvis innebära att det känns varmt i rummet. Om det finns kalla ytor kommer värme från kroppen att stråla mot dessa ytor och det kan kännas som om det blåser, även kallat kalldrag. För att ta hänsyn till både lufttemperatur och eventuella kalla ytor talar man om begreppet operativ



temperatur. Denna beräknas som medelvärdet mellan luftens och omgivande ytors temperatur och är ett mer korrekt mått på temperaturupplevelsen än endast lufttemperaturen.

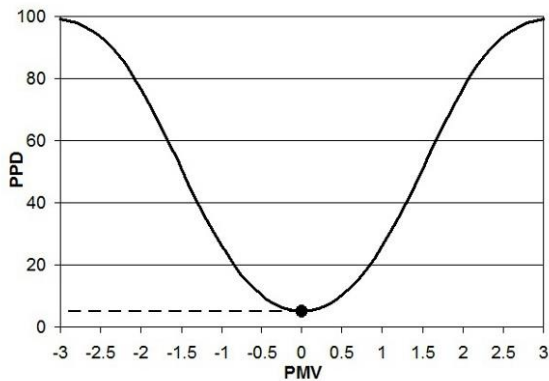
En av de vanligaste klagomålen på det termiska klimatet gäller drag. Drag orsakas av en luftström som ger en lokal avkylning av kroppen och kan bero på felaktigt fungerande ventilation eller för stora temperaturskillnader mellan inomhusluften och omgivande ytor. Otätheter i klimatskalen kan också ge upphov till drag inomhus. (Folkhälsomyndigheten, 2016). Ett annat vanligt klagomål är så kallat kallras, som uppstår vid kalla ytor, ofta fönster eller stora glaspartier. Vid kallras kyls luften intill den kalla ytan varpå den kylda luften blir tyngre och sjunker ner mot golvet och stora temperaturskillnader kan uppstå. En enkel åtgärd till kallras är att använda energieffektiva fönster som inte tillåter insidan på fönstret att bli kallt nog för att skapa betydande temperaturskillnader. (Dahlblom och Warfvinge 2010, 1:23).

Ytterligare ett begrepp som används vid beräkning av temperaturupplevelsen är ekvivalent temperatur. Utöver luftens och omgivande ytors temperatur tar ekvivalent temperatur även hänsyn till luft rörelser. Detta innebär att om luften är stillastående är den ekvivalenta och den operativa temperaturen lika med varandra. (Dahlblom och Warfvinge 2010: 1:22).

För att bedöma det termiska klimatet kan en metod enligt SS EN ISO 7730 användas. Metoden tillämpar de så kallade PMV- och PPD-indexen och beskriver hur många som är missnöjda med det termiska klimatet vid olika klädsel- och aktivitetskombinationer. Klädsel och aktivitet mäts i enheterna clo respektive met. PMV-indexet (Predicted Mean Vote, översatt Förväntat medelutlåtande) bestäms genom att låta människor gradera sin upplevelse av det termiska klimatet på en 7-gradig skala, från kallt till hett. Se figur 3.1. Därefter kan PPD-värdet (Predicted Percentage of Dissatisfied, översatt Förväntad procentandel missnöjda) utläsas ur ett sambandsdiagram. Se figur 3.2.

PMV-Index	Upplevelse
+3	Hett
+2	Varmt
+1	Lite varmt
0	Neutralt
-1	Lite kyligt
-2	Kyligt
-3	Kallt

Figur 3.1 - PMV-skalan som används vid gradering av den termiska upplevelsen (Källa: Dahlblom och Warfvinge, 2010. 1:10)



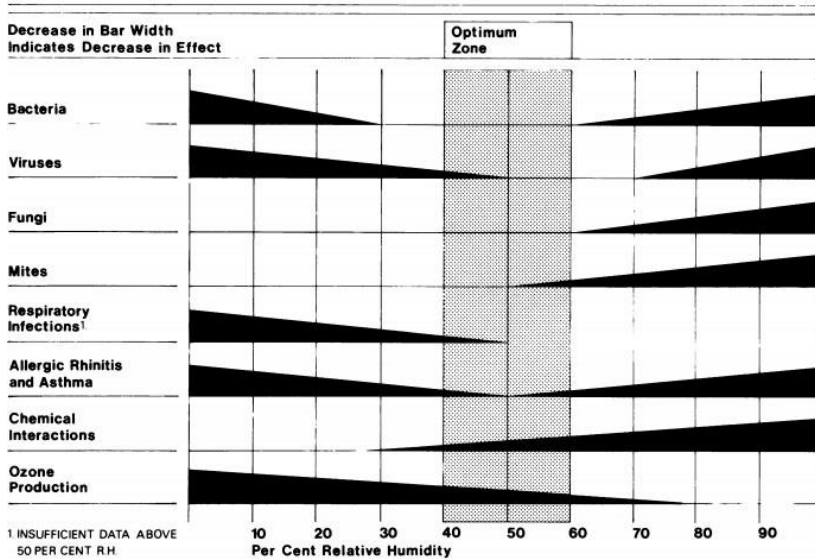
Figur 3.2 - Sambandsgraf mellan PMV och PPD. Notera att grafen aldrig når 0, det vill säga att det inte är möjligt att göra alla nöjda med det termiska klimatet. (Källa: Dahlblom och Warfvinge, 2010, 1:11)

### Luftkvalitet

Kvaliteten på inomhusluften har stor påverkan på människans hälsa. Denna bestäms bland annat av ventilationssystemets utformning samt luftens distribution, luftutbyteseffektivitet, tillfört uteluftsflöde och bortfört frånluftsflöde samt filterkvalitet. En stor del av luftföroreningarna kommer från människor som vistas i byggnaden. Även byggnadsmaterial, inredning, textilier, maskiner, strålning och föroreningar från mark kan ge upphov till förorenad luft. Vad gäller luftfuktigheten styrs denna främst av den fuktighet som råder utomhus. Dock tillkommer även fuktillskott från människor och aktiviteter såsom matlagning och dusch. (Boverket, 2017)

Luftkvalitet avseende föroreningar mäts i koldioxidhalt, dels på grund av att det är enkelt att mäta och dels för att koldioxidhalten ökar i samma takt som andra föroreningar i luften. Föroreningar som är vanligt förekommande kan vara till exempel radon, tobaksrök, damm, ozon eller emissioner från byggnadsmaterial och inredning. (Dahlblom och Warfvinge 2010, 1:24)

Fukthalten i luften är också en viktig parameter för inomhusklimatet. För optimal komfort bör den relativa luftfuktigheten vara mellan 40% och 60% inomhus. En för låg relativ fuktighet kan ge besvär med torr hud och torra slemhinnor. Bakterier och virus trivs även som bäst under sådana förhållanden. För hög relativ fuktighet kan å andra sidan påverka själva byggnaden och innebär ökad risk för tillväxt av bland annat kvalster, alger och svamp. Se figur 3.3 för diagram över faktorer som påverkas av relativ luftfuktighet. (Dahlblom och Warfvinge 2010, 1:21)



Figur 3.3 - Faktorer som påverkas av relativ luftfuktighet. (Källa: Condair.se)

För att uppnå en god luftkvalitet krävs ett anpassat till- och frånluftsflyde. Detta flyde är direkt kopplat till antal människor som vanligtvis vistas i rummet samt vad rummets avsedda funktion är. Viktigt är också att den tillförda luften är ren. (Arbetsmiljöverket, 2018) Enligt BBR ska uteluftsflödet vara minst 0,35 liter per sekund och kvadratmeter bostadsyta. För att spara energi får flödet minskas till 0,10 liter per sekund och kvadratmeter bostadsyta när ingen vistas i byggnaden. Ett tecken på otillräckligt ventilationsflyde är om till exempel mögel uppstår på innerväggar eller innertak i badrummet. Kondens på insidan av sovrumsfönster kan också betyda att flödet är för lågt. (Boverket, 2017)

I bostäder bör tilluften tillföras i sovrums och vardagsrum för att sedan gå vidare genom byggnaden och till slut sugas ut genom don i kök och badrum. På så sätt minskar risken för att dålig lukt från kök och badrum sprids till övriga delar av bostaden. (Dahlblom och Warfvinge, 2010, 2:1)

### Ljudkvalitet

Vad gäller ljudkvalitet talas det ofta om buller, som enligt definition betyder "icke önskvärt ljud" och är den miljöstörning som berör flest människor i Sverige, cirka 2 miljoner. Detta icke önskvärda ljud behöver inte nödvändigtvis bero på ljudnivån eller tonhöjden. Ljud klassas som buller då det börjar uppfattas som ett störningsmoment för diverse verksamhet eller individ.

Undersökningar har visat att för stor exponering till buller kan leda till allvarliga hälsoproblem såsom stress och depression. (Dahlblom och Warfvinge, 2010, 1:39)

Människor är olika toleranta mot buller. Vilken tid under dygnet bullret fortskrider är också en bidragande faktor. Till exempel kan ett ljud med låg ljudnivå under natten uppfattas som mer störande än ett ljud med hög ljudnivå under dagen. Även den estetiska upplevelsen av ljudet påverkar hur mycket en viss person störs. Exempelvis kan en småhusägare tänkas stå ut med en relativt högljudd, men energisnål ventilationsfläkt eftersom den drar mindre energi. (Karlsson Hjort, 2000)

De vanligaste källorna till buller är trafik, grannar och industrier. Nybyggda, välisolerade och täta byggnader släpper dock in mindre ljud utifrån vilket innebär att bullerexponeringen från dessa källor inte är lika hög. Däremot kan interna ljud från till exempel ventilation, kyl, frys och annat istället uppfattas som mer besvärande. (Dahlblom och Warfvinge, 2010, 1:40)

Plan- och byggförordningen (PBF) föreskriver i 3 kap 13§ att *“byggnadsverk ska projekteras och utföras så att buller inte medför en oacceptabel hälsorisk för användare eller för personer i närheten av byggnadsverket. Det ska vara möjligt att sova, vila och arbeta under tillfredsställande förhållanden.”* I BBR finns föreskrivet vilka krav på ljudnivå som måste uppnås. Boverket hänvisar här till svensk standard SS 25267 som består av ljudklass A, B och D. BBRs krav ligger mellan kraven på B och D och skulle kunna kallas ljudklass C. (Boverket, 2017-2)

## Ljus kvalitet

Ljus är en fundamental kvalitet i byggnader och omfattar dagsljus, solljus och belysning. Ljus kvalitet är av stor betydelse ur både säkerhets- och hälsosynpunkt och ska vara erforderlig så att rörelse och sysslor kan utföras utan hinder. (Boverket, 2017-3)

I BBR finns inga krav på gränsvärden gällande belysningsstyrka, ljushet, jämnhet, bländning eller reflexer vid belysning i bostäder. Detta ses istället som en bedömningsfråga för byggnadsnämnden. BBR föreskriver dock att belysningen ska vara anpassad till rummets avsedda användning. För planering av belysning i bostäder hänvisar Boverket till svensk standard SS 437 01 46 Elinstallationer i byggnader – uttag och andra anslutningspunkter – Omfattning och placering.

Tillgång till dagsljus påverkar både hälsan såväl som trivselen i bostaden. BBR föreskriver i avsnitt 6:322 att *“rum eller avskiljbara delar av rum där människor vistas mer än tillfälligt ska utformas och orienteras så att god tillgång till direkt dagsljus är möjlig, om detta inte är orimligt med hänsyn till rummets avsedda användning”*. Vidare ger BBR det allmänna rådet att fönsterglasarean bör vara minst 10% av rummets golvarea (Boverket, 2017). Någon nivå för hur mycket dagsljus som krävs är dock inte möjlig att sätta. Däremot finns rekommendationen att uppnå en dagsljusfaktor på minst 1% vilket innebär att belysningsstyrkan inomhus bör vara minst 1% av belysningsstyrkan utomhus vid samma tillfälle. För att ett rum, under dagtid, ska vara fullständigt försörjt av dagsljus erfordras en dagsljusfaktor på minst 5%. (Dahlblom och

Warfvinge, 2010, 1:39). För bostäder gäller även att minst ett rum ska ha tillgång till direkt solljus. Direkt solljus innebär att ljuset inte reflekteras innan det når rummet. (Boverket, 2017).

Byggnadens planlösning, placering och orientering har stor inverkan på hur mycket dagsljus som når in och hur det fördelar sig. En öppen planlösning med stor andel fönsterarea bidrar till en högre dagsljusfaktor med jämnare fördelning. Där dagsljuset inte räcker till krävs kompletterande belysning för att uppnå behaglig ljusmiljö. Idag finns en mängd olika typer av belysning som är både energieffektiva och ger ett behagligt ljus. (Dahlblom och Warfvinge, 2018, 1:39)

### 3.3.3 Material

#### Generellt om material

Bedömning av material ur ett klimatperspektiv kräver kunskap om innehåll, tillverkningsprocess, resursåtgång, vilka slags emissioner som avges, vad för slags energi som används vid tillverkning och transport samt vad materialet lämnar efter sig. Information om dessa faktorer för olika material behöver därför vara tillgänglig för att på ett lättare sätt kunna göra klimatsmarta materialval. Inom byggbranschen pågår arbetet för fullt med att dokumentera denna information och göra den tillgänglig för branschens aktörer. Vid bedömning av material i olika miljöcertifieringssystem bedöms främst innehåll av kemiska ämnen och utsläpp av koldioxidekvivalenter. (Block och Bokalders, s. 38. 2014)

Det finns flera olika metoder för att beskriva ett materials klimatpåverkan. Den vanligaste, och oftast mest omfattade metoden är att göra en så kallad livscykelanalys (LCA). I en livscykelanalys beräknas den miljöförstöring som materialet orsakar i form av energiåtgång samt utsläpp till mark, luft och vatten från utvinning av materialet tills dess att det tas ur bruk. Denna metod är dock ofta väldigt tidskrävande och det saknas en gemensam branschmetodik så att livscykelanalyser kan utföras på ett neutralt sätt. (Block och Bokalders, s. 38. 2014)

En annan metod är att använda sig av miljövarudeklarationer (EPD) som är baserade på livscykelanalyser. En miljövarudeklaration är inte kravställande utan ger endast en dokumentation på produktens miljöbelastning avseende produktion, användning och avyttrande. EPD:er är produktspecifika och handlar alltså om en produkt i taget. Dessutom är de jämförbara och adderbara med andra EPD:er samt kvalitetssäkrade. (Block och Bokalders, s. 39. 2014). Miljövarudeklarationer ska inte likställas med byggvarudeklarationer. Den stora skillnaden mellan dessa är att en miljövarudeklaration är tredjepartsgranskad och har därmed en mer officiell status än byggvarudeklarationer som är upprättade av tillverkaren. EPD:er beräknas i enheten koldioxidekvivalenter.

Vid produktion av småhus är det konstruktionsmaterialet, eller det bärande materialet som bör väljas med störst hänsyn till miljön. Stålkonstruktioner och armerad betong ses generellt som dåliga ur miljösynpunkt då de kräver mycket energi att tillverka och är heller inte speciellt

värmeisolerande. Material så som trä, lättbetong och lättklinker är betydligt bättre i det här avseendet eftersom de både är bärande, lätta och har en termiskt isolerande förmåga. (Block och Bokalders, s. 56. 2014)

### **Trä och lättklinker ur miljösynpunkt**

Generellt sett är trä det bästa materialet att bygga med ur miljösynvinkel. Grundläggande fördelar är att trä utvinns med liten energiinsats ur en förnybar resurs och att fotosyntesen vid skogens tillväxt binder koldioxid. (Svenskt trä, 2003). Vid jämförelse med betong och stål är utsläppen av växthusgaser endast en tiondel så stor (Block och Bokalders, s. 44. 2014). Trä kan användas till i stort sett alla byggnadsdelar och är därför ett av de vanligaste byggmaterialen. Trä som konstruktionsmaterial har under senare år genomgått en snabb utveckling. Detta beror bland annat på nya funktionsnormer inom EUs bygglagstiftning. Idag är det inte ovanligt att se stora och höga byggnader med trästomme. Tillverkning av trä kräver förhållandevis mycket lite externt tillförd energi. I Sverige utgörs sågverkens energianvändning till 80% av bibränsle från de egna biprodukterna och till 20% av elenergi. Det är i torkningsprocessen som mest energi går åt. (Svenskt trä, u.å).

Lättklinker är idag ett väletablerat material på den svenska byggmarknaden som har ett flertal användningsområden. Materialet tillverkas av lera som hettas upp till över 1000 °C . Detta får leran att expandera och bilda små luftfyllda celler inuti lättklinkerkulan. Resultatet blir en relativt lätt, stark och värmeisolerande produkt. Tillsammans med cement, sand och vatten formas lättklinkerkulor till block som kan användas till en rad olika ändamål beroende på dess isoleringsförmåga. På grund av de höga temperaturer som krävs för att tillverka lättklinker används relativt mycket energi i tillverkningsprocessen. (Block och Bokalders, s. 57. 2014). Energiåtgången vägs dock delvis upp av lättklinkerblockens goda värmelagringsförmåga, fuktbeständighet och brandsäkerhet. Lättklinkerblock är dessutom relativt lätta och bidrar därför till lägre utsläpp vid transporter. Dock ses materialet fortfarande som ett "tungt" material. Tung material kräver generellt sett mindre underhåll än exempelvis trä och utgör en betydande fördel avseende värmelagringsförmåga. Detta innebär att byggnader med tung stomme ofta har längre livslängd och kan bidra till ett lägre värmeeffektbehov under byggnadens drifttid. (Leca, u.å)

### **Byggprodukters innehåll av miljö- och hälsofarliga kemikalier**

Idag finns ett flertal databaser som tillhandahåller information om byggprodukter och deras innehåll. I Sverige bygger dessa databaser på Kemikalieinspektionens bedömningar samt EU:s regelverk för kemiska produkter (Reach). De vanligaste databaserna av det här slaget är Sunda Hus, Byggvarubedömningen och Basta. I Byggvarubedömningen och Sunda Hus bedöms bland annat miljö- och hälsoaspekter ur varans livscykel. Basta är en databas som ägs av Sveriges Byggindustrier och Svenska Miljöinstitutet. Syftet med Basta är att pådriva utfasning av farliga kemikalier i byggprodukter. (Block och Bokalders, s. 40. 2014)

EU:s regelverk för kemiska produkter, Reach, har som syfte att skydda människors hälsa och miljön genom att, så tidigt som möjligt, identifiera och dokumentera kemiska produkter som är

skadliga. Detta görs i de fyra faserna registrering, utvärdering, auktorisering och begränsning av kemikalier (European Commission, 2016). Ämnen som identifieras som SVHC-ämnen (Substances of very high concern) hamnar på kandidatförteckningen. I kandidatförteckningen listas alla ämnen som kan kräva tillstånd att använda eller som kan komma att bli helt förbjudna att använda. I många miljöcertifieringssystem ställs det krav gällande användning av ämnen som finns på Reach kandidatförteckning. Dessutom ska tillverkare, enligt lag, informera kunder om deras produkt innehåller ämnen som finns listade i kandidatförteckning till en halt som överstiger 0,1% av varans vikt. (Block och Bokalders, s.42. 2014)

I Kemikalieinspektionens prioriteringsguide, Prio, finns bland annat information om så kallade utfasningsämnen. Dessa är ämnen som har så allvarliga egenskaper att de inte bör förekomma i samhället, oberoende på hur de används. Ett ämne klassas som utfasningsämne om det uppfyller något av följande kriterier:

- CMR (Cancerogen, mutagen eller reproduktionssötande), kategori 1 och 2
- PBT/vPvB (Persistenta, bioackumulerande och toxiska/mycket persistenta och mycket bioackumulerande)
- Särskilt farliga metaller (kvicksilver, kadmium, bly och deras föroreningar)
- Hormonstörande
- Ozonedbrytande

(Kemikalieinspektionen, 2017)

Vid användning av hälso- eller miljöfarliga ämnen bör säkerhetsdatabladet för respektive ämne granskas. I ett säkerhetsdatablad redovisas de olika riskerna som finns samt vilka åtgärder som bör tas för att skydda sig. Ett säkerhetsdatablad ska innehålla information om 16 olika punkter, dessa är:

1. Namn på ämne
2. Farliga egenskaper
3. Sammansättning
4. Åtgärder vid första hjälpen
5. Brandbekämpningsåtgärder
6. Åtgärder vid oavsiktliga utsläpp
7. Hantering och lagring
8. Begränsning av exponering
9. Fysikaliska och kemiska egenskaper
10. Stabilitet och reaktivitet
11. Toxikologisk information
12. Ekologisk information
13. Avfallshantering
14. Transportinformation
15. Gällande föreskrifter
16. Annan information

(Block och Bokalders, s.40. 2014)

### 3.4 Fem etablerade miljöcertifieringssystem

Detta kapitel beskriver fem olika miljöcertifieringssystem som idag är de mest etablerade systemen i Sverige. För varje system beskrivs bakgrund, bedömningsområden samt hur betygssystemet fungerar.

#### 3.4.1 LEED

Det amerikanska miljöcertifieringssystemet LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) är det mest etablerade i världen med certifierade projekt i 147 länder. (SGBC, u.å.) LEED är utvecklat och administrerat av föreningen U.S Green Building Council (USGBC) och lanserades år 1999. Idag finns ett flertal olika versioner av systemet som är anpassade för alla typer av byggnader. I Kanada, Indien och Kuba har man utvecklat lokala anpassningar till systemet men för övriga länder går certifieringsprocessen via USGBC, det vill säga att bedömningen görs utifrån amerikansk standard.

Den senaste versionen, *LEED v.4*, är indelad i fem huvudgrupper beroende på vilken typ av byggnad som ska certifieras. Dessa fem grupper är i sin tur uppdelade i delgrupper och har strukturen enligt tabell 3.1:

Tabell 3.1 - Olika klassningssystem för LEED v4.

Building Design and Construction (BD+C)	Interior Design and Construction (ID+C)
New Construction Core and Shell Schools Retail Healthcare Data Centers Hospitality Warehouses and Distribution Centers	Commercial Interiors Retail Hospitality
Building Operations and Maintenance (O+M)	Homes Design and Construction (Homes)
Existing Buildings Data Centers Warehouses and Distribution Centers Hospitality Schools Retail	Homes and Multifamily Lowrise Multifamily Midrise
Neighborhood Development (ND)	
Build Project Plan	

**Building Design and Construction** tillfaller byggnader under nyproduktion eller som står inför en större renovering.

**Interior Design and Construction** ämnas åt att klassa och certifiera de utrymmen i byggnaden som brukaren använder.

**Building Operations and Maintenance** används till byggnader som varit i bruk i minst ett år och som står inför underhållsarbete eller mindre konstruktionsarbete.



**Homes Design and Construction** riktar sig enbart till bostäder och används för både enfamiljs- och flerfamiljshus. Denna kategori återfinns ibland som underkategori till Building Design and Construction.

**Neighborhood Development** är ett system används för att certifiera hela stadsdelar eller samhällen. (USGBC, 2018-1)

En certifiering enligt *LEED* är relativt omfattande och tar bland annat hänsyn till närmiljö, vattenanvändning, energianvändning, material och inomhusklimat. Beroende på hur väl dessa indikatorer uppfylls kan betygen Certifierad, Silver, Guld eller Platinum uppnås, där Platinum är det högsta betyget som kräver att minst 80 av totalt 100 poäng erhålls.

Sedan 2013 har *LEED*-certifieringar fått en avsevärd ökning i Sverige och idag finns 259 certifierade projekt varav cirka 65% med betyget Guld (USGBC, 2018-2). Med de 96 projekt som idag är registrerade för *LEED*-certifiering inkluderat, det vill säga projekt med målsättningen att bli certifierade vid färdigställande, uppgår denna siffran till 355 svenska certifierade projekt.

#### Bedömningsområden

Beroende på om det är en befintlig eller nyproducerad byggnad varierar bedömningsområdena något. Vilken typ av byggnad det handlar om spelar också roll för vilka områden som bedöms. För ett nyproducerat bostadshus bedöms sju områden enligt tabellen nedan. Varje område byggs i sin tur upp av ett antal kriterier som resulterar i en totalpoäng för respektive område. Se tabell 3.2. (USGBC, 2018-3)

Tabell 3.2 - Områden som beaktas vid certifiering av ett nyproducerat bostadshus med LEED v4.

Plats och transport	Vatteneffektivitet
Tillgång till kollektivtrafik	Vattenanvändning
Tillgång till befintlig infrastruktur	Vattenåtervinning och återanvändning
Val av plats	Avloppsvatten
Miljövänliga fordon	
Cykelförvaring	
Hållbara tomtval	Innemiljö kvalitet
Val av tomt	Dagsljus och utblick
Alternativa transportmedel	Material med låga utsläpp
Dagvattenhantering	Belysning
Reducera värmeöar	Termisk komfort
	Luftkvalitet
Energi och atmosfär	Material och resurser
Optimerad energianvändning	Avfall
Köldmedier	Ursprungsansvar
Förnybar energi	Återanvändning av material
Energieffektiva byggnadssystem och mätning	Återvunnet innehåll
Gröna avtal	
Regionala prioriteringspoäng	Innovation
Geografiska prioriteringar - extra poäng för energi och vatten	Exemplary performance - prestera bättre än vad leed kräver
	Innovation
	Anlita LEED Accredited Professional

Som nämnt ovan görs en *LEED*-certifiering utifrån amerikansk standard. Sedan 2013 finns dock så kallade *Alternative Compliance Paths* (ACP) tillgängliga för europeiska projekt. ACP:er finns tillgängliga för ett antal punkter inom varje kategori och fungerar som lokal anpassning för de ursprungliga punkterna. Tanken är att ett projekt i ett land utanför USA ska kunna använda sig av en ACP i situationer där amerikansk standard inte är tillämpbar. *Alternative Compliance Paths* skapades av USGBC tillsammans med ett antal medlemsländer med förhoppningen att förenkla och öka användningen av *LEED* internationellt. (USGBC, 2013)

#### Betygssystem

Betygsnivån som byggnaden certifieras utifrån baseras på de totala poäng som erhållits från de olika kriterierna. Alla de fem huvudgrupperna har samma betygsgränser. I tidigare versioner av *LEED* hade *LEED for Homes* något tuffare gränser att förhålla sig till på grund av att extra poäng kunde fås från två ytterligare kategorier. Dessa två kategorier är numera sammanfogade med övriga kategorier och samma betygssystem gäller således för alla fem huvudgrupper av *LEED*. Poängen som erfordras för att uppnå respektive nivå visas nedan.

**Certifierad:** 40-49p

**Silver:** 50-59p

**Guld:** 60-79p

**Platinum:** 80-110p

I tabell 3.3 nedan följer ett exempel på betygssättning för en byggnad enligt *LEED*.

Tabell 3.3 - Exempel på hur en nyproducerad byggnad (BD+C) betygssätts.

Bedömningsområde	Möjliga poäng	Erhållna poäng
<i>Integrativ process</i>	1	1
<i>Plats och transport</i>	16	12
<i>Hållbara tomtval</i>	10	6
<i>Vatteneffektivitet</i>	11	7
<i>Energi och atmosfär</i>	33	24
<i>Material och resurser</i>	13	8
<i>Inomhusmiljö</i>	18	11
<i>Innovation</i>	6	4
<i>Regionala prioritetspoäng</i>	4	3
<i>Summa:</i>	110	76
<i>Betyg:</i>		Guld

Utöver de poänggivande kriterierna finns även ett antal olika minimikriterier. För att byggnaden ska kunna klassas måste även dessa kriterier vara uppfyllda. Exempel på vad det kan handla om är bland annat krav på spolmängd i toaletter och duschmunstycken eller krav på lagring och återsamling av återanvändbart material. Med undantag för *LEED for Homes* kan totalpoängen erhållas med valfri fördelning mellan kategorierna. För *LEED for Homes* gäller, för vissa kategorier, att ett visst antal måste poäng uppnås för att byggnaden ska kunna certifieras. (Heincke, Olsson. 2012. s.35-37)

De maximala antalet poäng som kan fås för varje kategori baseras på hur stor påverkan på miljön åtgärder inom respektive kategori har. Av de maximalt 110 poäng som kan erhållas, finns 33 av dessa att hämta under kategorin *Energi och Atmosfär*. Åtgärder som görs inom denna kategori anses alltså ha störst påverkan för det hållbara byggandet. (USGBC, 2018-4)

### 3.4.2 BREEAM

Building Research Establishment's Environmental Assessment Method, förkortat BREEAM, är ett brittiskt miljöcertifieringssystem utvecklat av organisationen the Building Research Establishment (BRE) (SGBC, u.å.). Det är det mest utbredda använda internationella systemet i Europa och även ett av de äldsta. BREEAM lanserades år 1990 och har sedan dess använts för certifiering av mer än 500 000 byggnader världen över.

År 2013 introducerades den svenska versionen av BREEAM, framtaget av Swedish Green Building Council (SGBC). Den senaste versionen, BREEAM-SE 2017, släpptes i oktober 2017. BREEAM-SE är anpassad efter europeisk och svensk lagstiftning med en utgångspunkt från svenska metoder och arbetssätt.

Vid certifiering enligt BREEAM bedöms byggnadens energianvändning, inomhusklimat, vattenhushållning, avfallshantering, projektledning, placering, materialval och föroreningar. Byggnaden betygssätts sedan med betyget PASS, GOOD, VERY GOOD, EXCELLENT eller OUTSTANDING beroende på byggnadens totalpoäng i bedömningen. För att nå det högsta betyget, OUTSTANDING, krävs minst 85% av maximalt möjliga poäng.

BREEAM-SE möjliggör en certifiering av byggnader utifrån svenska bestämmelser och standarder och samtidigt arbeta utifrån en metod som sedan länge är etablerad på den internationella marknaden. BREEAM-SE:s certifieringssystem för nyproducerade hus kallas BREEAM-SE Nybyggnad 2017. Bedömning och betygsättning med systemet är möjligt för en mängd olika byggnadstyper, allt från småhus till shoppingcentrum. I Sverige finns det 2018 cirka 30 byggnader certifierade med BREEAM-SE. För de byggnader där verksamhetstypen är angiven (ca 60%) finns det inte ett enda småhus med dokumenterad certifiering (SGBC, 2018).

#### Bedömningsområden

BREEAM-SE Nybyggnad 2017 bedömer byggnaden utifrån 57 olika indikatorer uppdelat på nio miljöområden enligt tabell 3.4. För att främja innovativa lösningar när det kommer till hållbart byggande tillkommer även ett tionde område kallat "Innovation".

Tabell 3.4 - BREEAM:s bedömningsområden.

Ledning och styrning	Hälsa och välmående
Förstudie och projektering	Visuell komfort
Livscykelkostnad och livslängdsplanering	Luftkvalitet inomhus
Ansvarsfullt byggande	Säker inneslutning i laboratorier
Driftsättning och överlämning	Termisk komfort
Förvaltningsstöd	Ljudmiljö
Fuktsäkerhet	Tillgänglighet
	Utomhusområde
	Mikrobiell förorening
	Radon
Energi	Transport
Minskad energianvändning	Tillgång till kollektivtrafik
Energiövervakning	Närhet till bekvämligheter
Energieffektiv belysning	Alternativa transportsätt
Utformning för låga koldioxidutsläpp	Maximal bilparkeringskapacitet
Energieffektiv kylförvaring	Resplan
Energieffektiva transportsystem	Kontorsplats i hemmet
Energieffektiva laboratoriesystem	
Energieffektiv utrustning	
Torkutrymme	
Vatten	Material
Vattenanvändning	Livscykelpåverkan
Vattenmätning	Ansvarsfull anskaffning av byggvaror
Detektering och förebyggande av vattenläckage	Utformning för hållbarhet och resiliens
Vatteneffektiv utrustning	Materialeffektivitet
	Farliga ämnen
Avfall	Markanvändning och ekologi
Hantering av byggavfall	Val av plats
Återvunnen ballast	Tomtens ekologiska värde och skydd av element med ekologisk värde
Avfall från byggnadens driftskede	Långsiktig påverkan på den biologiska mångfalden
Ytskikt i spekulativa byggprojekt	
Klimatanpassning	
Funktionell anpassningsbarhet	
Föroreningar	Innovation
Köldmediers påverkan	Innovation
NOx-utsläpp	
Ytvattenavrinning	
Begränsning av ljusföroreningar nattetid	
Begränsning av ljudförorening	

### Betygssystem

Det slutliga resultatet vid bedömning av en byggnad med hjälp av BREEAM-SE beror på ett antal aspekter: hur omfattande bedömningen är (beroende av projektypen), vilka minimikrav som uppfylls, vilka betygsnivåer som nås, hur byggnaden presterar inom de olika miljöområdena och indikatorerna samt hur dessa viktas ihop (SGBC, 2017-1).

Vid bedömning tilldelas ett visst antal poäng till varje indikator beroende på hur väl prestandanivån för den anses uppfyllt. Antalet tillgängliga poäng varierar mellan de olika

indikatorerna beroende på hur väsentliga de anses vara för att minska byggnadens miljöpåverkan. Se tabell 3.5 nedan.

Tabell 3.5 - BREEAM-SE:s betygsnivåer

BREEAM-SE Rating	% score
OUTSTANDING	≥ 85
EXCELLENT	≥ 70
VERY GOOD	≥ 55
GOOD	≥ 45
PASS	≥ 30
UNCLASSIFIED	< 30

Uppfyller inte byggnadens prestanda kraven för BREEAM-SE ges betyget Unclassified ("oklassificerat") vilket innebär att antingen har inte minimikraven för väsentliga miljöindikatorer uppfyllts, alternativt att poängen efter sammanställning inte räckt för att klara tröskelvärdet för betyget Pass ("godkänd").

BREEAM-SE strävar efter att vara ett flexibelt certifieringssystem, och man har därför valt att ha en balanserad bedömning- och betygssättningsmetod. Uppnås inte alla kraven inom ett område kan detta kompenseras genom att man uppfyller kraven inom något annat område och på så vis nå önskat betyg. Det finns dock ett antal minimikrav inom särskilt viktiga områden som exempelvis energi och vatten. Detta för att försäkra sig om att grundläggande miljöindikatorer inte förbises.

BREEAM-SE har ett viktningssystem där de olika miljöområdena definieras och rangordnas utifrån deras relativa påverkan på miljön. Se tabell 3.6 för hur de olika områdena viktas ihop.

Tabell 3.6 - Viktning av BREEAM-SE:s miljöområden för småhus.

Miljöområde	Delvis inredda	Fullt inredda
Ledning och Styrning	9,92%	9,47%
Hälsa och välmående	17,67%	17,71%
Energi	17,37%	19,47%
Transport	6,79%	7,29%
Vatten	3,88%	3,70%
Material	18,55%	17,71%
Avfall	7,64%	7,29%
Markanvändning och ekologi	10,91%	10,42%
Föroreningar	7,27%	6,94%
Totalsumma	100,00%	100,00%
Innovation (tillägg)	10,00%	10,00%

Nedan ges en övergripande stegvis sammanställning över hur processen ser ut när ett BREEAM-SE-betyg bestäms:

1. Projektets omfattning som ligger till underlag för bedömning fastställs för att säkerställa att rätt anpassning av verktygen för bedömning och beräkning används inom systemet. Med omfattning menas exempelvis vilken byggnadstyp det handlar om och om den är inredd med basinstallationer eller inte.
2. Utifrån kriterierna för varje bedömningsindikator tilldelas poäng till de nio olika miljöområdena inom BREEAM-SE.
3. Procentandelen tilldelade poäng dividerat med antalet möjliga poäng beräknas för varje separat område.
4. För att erhålla områdets sammanlagda poäng multipliceras procentandelen tilldelade poäng med det aktuella områdets viktning.
5. Poängen för alla de olika områdena adderas ihop för att fastställa den samlade BREEAM-SE-poängen.
6. Genom att den samlade BREEAM-SE-poängen jämförs med BREEAM-SE:s betygsnivåer för de olika betygen tilldelas relevant betyg, under förutsättning att minimikraven är uppfyllda.
7. Slutligen adderas eventuella innovationspoäng för projektet. För varje innovationspoäng som tilldelas läggs 1% till den samlade BREEAM-SE poängen (maximalt kan 10% läggas till från innovationspoäng, och den slutliga BREEAM-SE kan inte överstiga 100%).

### 3.4.3 GreenBuilding

GreenBuilding lanserades år 2004 som ett initiativ av EU för att påskynda energieffektiviseringen i byggnads- och fastighetssektorn (SGBC, u.å.-1). Sedan juni 2010 är det Swedish Green Building Council som ansvarar för GreenBuilding-certifiering. Systemet var under en längre tid endast anpassad till lokalbyggnader (SGBC, 2015). EU-initiativet lades dock ner 2014 och SGBC fortsatte därefter förvaltningen och all hantering rörande systemet vilket också möjliggjorde en anpassning för att certifiera bostäder efter att vissa krav tagits bort. I mars 2018 finns det i Sverige 380 byggnader med Greenbuilding-certifiering, varav ca 20% är nyproducerade byggnader och endast ett småhus.

Både nyproducerade såväl som befintliga byggnader kan certifieras enligt GreenBuilding. Kriterierna är betydligt färre i sin omfattning jämfört med andra miljöcertifieringssystem; bedömningen görs endast utifrån byggnadens specifika energianvändning. Dock ska även ett energiledningssystem samt plan för återrapportering finnas.

#### Bedömningsområden och kriterier

Vid en GreenBuilding-certifiering av en nyproducerad byggnad (brukstid <2 år) ställs följande grundläggande krav vid bedömning (SGBC, 2016):

- Byggnadens specifika energianvändning ska minskas med 25 procent jämfört med BBR:s energikrav\*
- Energiberäkning i form av redovisning och beskrivning ska bifogas för att visa att energikraven uppfylls.
- Byggnaden ska uppfylla de krav som myndigheter, exempelvis Boverket\*, ställer avseende inomhusklimat.
- SGBC har rätt att begära extra handlingar för komplettering om detta anses behövas.
- Byggnaden ska ha ett energiledningssystem kopplat till sig.
- Det ska finnas en återrapporteringsplan tillgänglig där den årliga uppmätta energianvändningen redovisas.
- Det sökande företagens ledning ska bifoga en signerad skriftlig förbindelse.
- Det sökande företaget ska ha en kontaktperson för Greenbuilding som ansvarar för genomförandet av de planerade energiåtgärderna, mätning och analys av energianvändningen, att företagsledningen hålls uppdaterade gällande energiarbetet och att rapportera byggnadens årliga energianvändning till SGBC.

\* De BBR-krav som gäller är de krav som var aktuella då huset projekterades och byggdes

#### Betygssystem

Till skillnad från många andra certifieringssystem har Greenbuilding ingen betygsskala vid bedömningen. Detta innebär att om de grundläggande kraven uppfylls så erhålls en Greenbuilding-certifiering. Har byggnaden en betydligt bättre energiprestanda än Greenbuildings grundkrav påverkar detta alltså ändå inte den slutgiltiga klassningen.

#### 3.4.4 Miljöbyggnad

Miljöbyggnad är ett svenskt miljöcertifieringssystem, som ägs och utvecklas av Sweden Green Building Council. Systemet är det som använts mest i Sverige vid certifiering av byggnader, och år 2018 finns över 1000 certifierade byggnader i Sverige, varav 67 är småhus (SGBC, 2018). Systemet är anpassat för den svenska marknaden och baseras därför också på svenska förutsättningar och bygg- och myndighetsregler. Miljöbyggnad 3.0, som är den senaste versionen av systemet, är obligatoriskt att följa för alla nyregistreringar från och med 1 januari 2018. Miljöbyggnad beaktar vid certifiering av nybyggnationer 15 olika indikatorer inom tre huvudområden: energi, inomhusmiljö och material. Utifrån dessa områden görs kontroller och mätningar för att undersöka om kraven för certifiering har uppnåtts.

Miljöbyggnad hette från början Miljöklassad byggnad då utvecklingen av systemet påbörjades 2003 (SGBC, 2017). Utvecklingsarbetet med Miljöklassad byggnad var en del av ByggaBo-dialogen, ett samarbete mellan företag, kommuner och regeringen för att främja utvecklingen mot en mer hållbar bygg- och fastighetssektor i Sverige. Efter att ByggaBo-dialogen upphört 2009 tog Sweden Green Building Council år 2011 över Miljöbyggnad.



## Bedömningsområden

Miljöbyggnad 3.0 bedömer vid nyproduktion byggnaden utifrån 15 olika indikatorer, se tabell 3.7. Vid bedömning av befintliga byggnader tas ej hänsyn till indikator 13-15, samtidigt som en 16:e indikator ("Sanering av farliga ämnen") tillkommer. Indikatorerna ska vara relativt enkla att bedöma och görs främst genom mätningar och beräkningar.

Tabell 3.7 - Miljöbyggnads områden och indikatorer vid certifiering av nyproducerade hus.

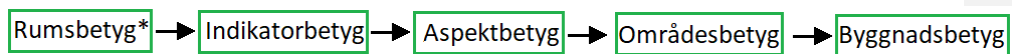
Energi	Inomhusmiljö
Värmeeffektbehov	Ljud
Solvärmelast	Radon
Energianvändning	Ventilation
Andel förnybar energi	Fukt
	Termiskt klimat vinter
	Termiskt klimat sommar
	Dagsljus
	Legionella
Material	
Loggbok med byggavrör	
Utfasning av farliga ämnen	
Stommens klimatpåverkan	

## Betygssystem

Vid en Miljöbyggnadscertifiering kan tre betygsnivåer uppnås beroende på vilken miljöprestanda byggnaden har: Brons, Silver och Guld (SGBC, 2017).

Kraven för Brons motsvarar för nyproducerade hus olika myndighetskrav, tex Boverkets byggregler, svensk byggpraxis alternativt tolkning av miljökvalitetsmål. Vid betyget Silver uppnås en väsentligt högre miljöprestanda jämfört med Brons. En byggnad med betyget Guld har den bästa funktionen som kan fås, antingen med hjälp av tillgänglig, kvalificerad teknik eller med målmedvetet samarbete mellan byggherre, projektör och entreprenör.

Betygssystemet för Miljöbyggnad baseras på en stegvis betygsaggregering av de olika indikatorerna. Aggregeringen av indikatorn sker i tre eller fyra steg beroende på om det är en rums- eller byggnadsindikator. För byggnadsindikatorer aggregeras indikatorbetyget till ett aspektbetyg, som i sin tur aggregeras till ett områdesbetyg, som slutligen resulterar i ett byggnadsbetyg. Aspekt består av en grupp indikatorer, och område är en sammanslagning av olika aspekter. För rumsindikatorer betygsätts dock först rummen separat som ett första steg innan betyget aggregeras till ett indikatorbetyg. Se figur 3.4 nedan.



Figur 3.4 - Aggregering från rumsbetyg till slutligt byggnadsbetyg.

Följande indikatorer hanteras som rumsindikatorer vid aggregeringen:

- 2 Solvärmelast
- 9 Termisk klimat vinter
- 10 Termisk klimat sommar
- 11 Dagsljus

Resterande indikatorer (1, 3-8, 12-15) tillhör kategorin byggnadsindikatorer.

Följande villkor gäller vid aggregeringen av indikatorerna:

- *Aspektbetyget* bestäms av det lägsta *indikatorbetyget*
- *Områdesbetyget* avgörs av det lägsta *aspektbetyget*, såvida inte *minst* hälften av aspektbetygen är högre
- *Byggnadsbetyget* bestäms av det lägsta *områdesbetyget*
- Om indikatorn är en *rumsindikator* avgörs *indikatorbetyget* av det kritiska rummet, det vill säga det rum som erhåller lägst betyg i respektive indikator. För bostäder väljs det kritiska rummet bland vardagsrum, kök eller sovrum.

Se figur 3.5 nedan för exempel på hur en byggnad kan betygsättas enligt Miljöbyggnad 3.0.

		Indikatorer i 3.0	Indikator	Aspekt	Område	Byggnad
Energi	1	Värmeffektbehov	SILVER	SILVER	GULD	SILVER
	2	Solvärmelast	SILVER			
	3	Energianvändning	GULD	GULD		
	4	Andel förnybar energi	GULD	GULD		
Innemiljö	5	Ljud	SILVER	SILVER	SILVER	
	6	Radon	BRONS	BRONS		
	7	Ventilation	SILVER	BRONS		
	8	Fuktsäkerhet	GULD			
	9	Termiskt klimat vinter	SILVER	BRONS		
	10	Termiskt klimat sommar	BRONS			
	11	Dagsljus	GULD	GULD		
	12	Legionella	BRONS	BRONS		
Material	13	Loggbok med byggvaror	SILVER	SILVER	SILVER	
	14	Ufasning av farliga ämnen	BRONS	BRONS		
	15	Stommens klimatpåverkan	GULD	GULD		

Figur 3.5 - Exempel på aggregering från indikatorbetyg till byggnadsbetyg.

### 3.4.5 Svanenmärkning

Svanen är en miljömärkning som drivs på uppdrag av regeringen utan vinstintresse. Det är Nordens officiella miljömärke och används vid miljömärkning av varor och tjänster, däribland byggnader (Miljömärkning Sverige AB, u.å). Svanenmärkning är möjligt för småhus, flerbostadshus, skol- och föreskolebyggnader samt tillbyggnader. Vid en Svanenmärkning granskas huset ur ett livscykelperspektiv, där krav ställs på byggprocessen, inomhusmiljön, användandet av material samt energianvändningen i huset (Nordisk Miljömärkning, 2018).

Svanen som miljömärkning i allmänhet infördes efter ett beslut av Nordiska Ministerrådet 1989. Syftet med miljömärkningen var att konsumenter i Norden skulle kunna välja varor och tjänster som uppfyller strikta miljökrav. På den svenska marknaden finns idag tusentals Svanenmärkta varor och tjänster. (Svanen. u.å) Svanen är dessutom ett av Sveriges mest välkända varumärken. I en nordisk marknadsundersökning under 2013 svarade 96% av respondenterna att de kände igen Svanen som varumärke (Svanen. u.å.-1)

Den svenska nämnden som behandlar nationella frågor om Svanen består av representanter från Naturvårdsverket, Svensk Dagligvaruhandel, Svenskt Näringsliv, Kemikalieinspektionen,

Miljöförbundet Jordens Vänner, Konsumentverket, Svenskt Vatten, Energimyndigheten samt Sveriges Konsumenter.(Svanen u.å.-1)

#### Bedömningsområden

En Svanenmärkning för små- och flerbostadshus omfattar hela byggnadskroppen. Om byggnaden innehåller kommersiella ytor så som kontor eller butikslokal exkluderas dessa ur bedömningen. Det är alltså endast bostaden som bedöms och certifieras. Eventuella komplementbyggnader ingår i bedömningen, även om de är fristående, men kan inte erhålla en separat märkning. Se tabell 3.8 för Svanens bedömningsområden.

Tabell 3.8 - Bedömningsområden för certifiering enligt Svanen.

Allmänna krav	Resurseffektivitet
Övergripande beskrivning av byggnaden	Byggnadens energianvändning
Ansvar för Svanenmärkningen	Styrning av belysning
Uppnådda poäng	Energieffektiva vitvaror
	Möjlighet till källsortering
	Källsorteringsstation

Fortsättning på tabell 3.8..

<b>Innemiljö</b>	<b>Kemiska produkter, byggprodukter, byggvaror och material</b>
Radon	Produktlista och loggbok över byggnaden
Fuktförebyggande	Klassificering av kemiska produkter
Ventilation	CMR-ämnen
Ljudmiljö	Konserveringsmedel i inomhusfärg och inomhuslack
Dagsljus	Konserveringsmedel i övriga produkter avsedda för inomhusbruk
Emissioner av formaldehyd	Övriga exkluderade ämnen
	Nanopartiklar i kemiska produkter
	Exkluderade ämnen i byggprodukter, byggvaror och material
	Nanopartiklar och antibakteriella tillsatser i byggprodukter och byggvaror
	Ytskikt på golv, tak och väggar
	Fönster och ytterdörrar i icke-förnybart material
	Koppar i tappvattenledningar och som fasad- och takmaterial
	Träslag som inte får användas i Svanenmärkta byggnader
	Träråvaror
	Beständigt virke för utomhusbruk
<b>Kvalitetsstyrning av byggprocess</b>	<b>Kvalitets- och lagkrav</b>
Lufttätthet	Dokumentation
Styrning av krav på produkter och material	Dokumentation av byggnader
Information till involverade i byggprocessen	Planerad ändringar
Entreprenörens egenkontroll	Oförutsedda avvikelser
Besiktning av färdig byggnad	Reklamationer
	Lagar och förordningar

Fortsättning på tabell 3.8.

Instruktioner för boende och förvaltare	Poängkrav
Drift- och skötselinstruktioner	Energitillskott från lokal energikälla eller energiåtervinning Individuell mätning av tappvarmvatten Beräknade VVC-förluster Energieffektiva sanitetsarmaturer Cement och betong med minskad energi- och klimatbelastning Träkonstruktion Ljudmiljö Miljömärkta byggprodukter och byggvaror Medvetna produktval Lister i trä från certifierat skogsbruk Återvunnet eller återanvänt material i byggprodukter Materialåtervinning av byggavfall Gröna grepp

## Betygssystem

Vid en Svanenmärkning ska byggnaden uppfylla ett antal kriterier som består av obligatoriska krav tillsammans med poängkrav. De obligatoriska kraven måste alltid vara uppfyllda för att en certifiering ska erhållas. Poängkraven har ett antal poäng kopplade till sig som tilldelas byggnaden beroende på hur den presterar. Kravet på minst antal uppfyllda poäng skiljer sig beroende på byggnadstyp, för småhus gäller att minst 16 av 42 poäng ska erhållas för att byggnaden ska beviljas Miljömärkning. Se tabell 3.9 för möjliga poäng i de olika kravkategorierna.

Kommenterad [A1]: Wer dis one be?

Tabell 3.9 Möjliga poäng i Svanenmärkingens olika poängkravskategorier

Poängkrav	Möjliga antal poäng
Energitillskott från lokal energikälla eller energiåtervinning	3
Individuell mätning av tappvarmvatten	1
Beräknade VVC-förluster	1
Vitvaror av bästa energiklass	3
Energieffektiva sanitetsarmaturer	3
Cement och betong med minskad energi- och klimatbelastning	2
Träkonstruktion	2
Ljudmiljö (gäller enbart småhus och flerbostadshus)	3
Miljömärkta byggprodukter och byggvaror	3
Medvetna produktval	2
Lister i trä från certifierat skogsbruk	2
Återvunnet eller återanvänt material i byggprodukter	3
Materialåtervinning av byggavfall	3
Gröna grepp	3

## 4. Jämförelse och analys av certifieringssystemen

En analys av ovan granskade miljöcertifieringssystem görs i detta kapitel med syfte att kunna göra ett urval av vilket eller vilka system som lämpar sig bäst vid jämförelse av fallstudieobjektet KUNO.

Samtliga redovisade miljöcertifieringssystem är idag etablerade i Sverige i varierande utsträckning. Vad som skiljer dem åt är huvudsakligen vilka byggnader de är anpassade för samt vilka miljö- och energiområden som beaktas i certifieringen. Gemensamt för alla, med undantag för GreenBuilding, är att störst vikt läggs på energi, material och inomhusmiljö. I tabell 4.1-4.3 nedan redovisas en jämförelsematrix med övergripande information om samtliga miljöcertifieringssystem som redovisats i kapitel 3.

Tabell 4.1 - Jämförelse av de olika miljöcertifieringssystemen.

	LEED	BREEAM	Greenbuilding	Miljöbyggnad	Svanen
Typ av certifieringssystem	Miljö	Miljö	Energi	Miljö	Miljö
Giltighetstid	Återrapportering var femte år	Livsång	Återrapportering årligen	10 år	till år 2020*
Betygsklasser	Certified, Silver, Gold, Platinum	Pass, Good, Very Good, Excellent, Outstanding	Certifierad	Brons, Silver, Guld	Certifierad
Byggnadstyper	Bostäder, lokaler, industrier, stadsdelar	Bostäder, lokaler, industrier, stadsdelar	Bostäder, lokaler	Bostäder, lokaler	Bostäder, förskolor

\*siffran anges i boendeenheter, vilket innebär att en lägenhet=en enhet

Tabell 4.2 - Jämförelse av de olika miljöcertifieringssystemen.

	LEED	BREEAM	Greenbuilding	Miljöbyggnad	Svanen
Geografisk utbredning	Internationell	Internationell	Europa	Sverige	Norden
Ursprungsland	USA	England	EU	Sverige	Sverige
Certifierade byggnader	246	29	380	1091	3530*
- varav bostäder	9	0	105	671	3527*
- varav småhus	0	0	1	67	460

Tabell 4.3 - Jämförelse av de olika miljöcertifieringssystemen.

Områden som bedöms (andel i %)	LEED	BREEAM	Greenbuilding	Miljöbyggnad	Svanen
Energi och atmosfär (30%)	Energi (18%)	Energi (100%)	Energi (27%)	Energi och klimat	
Innemiljö (16%)	Hälsa och välmående (18%)		Inomhusmiljö (53%)	Innemiljö	
Material och resurser (12%)	Material (18%)		Material (20%)	Material	
Plats och transport (15%)	Avfall (7,5%)			Avfall	
Hållbara tomter (9%)	Ledning och styrning (10%)			Kvalitetsstyrning av byggprocess	
Vatteneffektivitet (10%)	Transport (7%)			Kvalitets- och lagkrav	
Regionala prioriteringar	Vatten (4%)			Förvaltningsinstruktioner	
Innovation (9%)	Markanvändning och ekologi (10,5%)			Övriga poängkrav	
	Innovation (10%)				
	Föreningar (7%)				

\*31 mars 2020 kommer en ny kriterieversion av Svanen och licensen måste omprövas då vissa krav skärps

I matrisen framgår bland annat vilka byggnadstyper, samt antalet av respektive byggnadstyp, som är certifierade i Sverige. För byggnadstypen småhus finns idag endast certifieringar enligt Miljöbyggnad, Svanen och GreenBuilding.



En enkätundersökning har skickats ut till verksamma småhustillverkare i Sverige där ett antal frågor ställts berörande de certifieringssystem som avhandlats i denna rapport, se bilaga 1 i Appendix för enkätresultat. Syftet med enkäten har varit att undersöka småhusbranschens syn på miljö- och energicertifieringssystem och hur intresset ser ut för att certifiera. Resultatet från enkäten ligger inte till grund för valet av vilket certifieringssystem som används i fallstudien .... Utifrån enkätsvaren går det att dra slutsatsen att det bland småhustillverkare råder god kännedom om miljöcertifiering; alla 19 svaranden förutom en känner till minst ett av systemen, där Svanen var det mest välkända. Endast en av de svarande hade tidigare erfarenhet av att miljöcertifiera. Bland de svarande som ej har något hus certifierat var intresset störst för att certifiera med Miljöbyggnad och Svanen, vilket kan ha en förklaring i att dessa två system har flest antal certifierade småhus i Sverige idag och därmed är mest etablerade i småhusbranschen, se tabell 4.1.

Vid bedömningen av vilket eller vilka miljö- och energicertifieringssystem som ska studeras vidare och som hustypen KUNO ska analyseras mot är ett antal faktorer nödvändiga att beakta. Examensarbetets tidsbegränsning gör att ett alldeles för omfattande certifieringssystem inte är möjligt att använda vid fallstudien då många av kriterierna kan vara alltför tidskrävande att kontrollera KUNO mot. Vilket certifieringssystem som väljs måste också göras med bakgrund av fallstudieobjektets egenskaper och förutsättningar. Hustypen KUNO är ett småbostadshus beläget i Sverige riktat till den svenska bostadsmarknaden. Huvudaktörerna i projektet har en bakgrund i den svenska byggbranschen och huset har projekterats och byggts utifrån svenska byggnormer och regler.

Med dessa faktorer i åtanke är det möjligt att göra ett första urval; varken BREEAM och LEED har några småbostäder certifierade i Sverige, se tabell 4.1, och det finns därför ingen erfarenhet i den svenska småhusbranschen av dessa två system. LEED är dessutom inte fullständigt anpassat till den svenska byggbranschen, utan utgår från amerikanska standarder med möjlighet för lokal anpassning när amerikanska standarder ej är tillämpbara, se kap. 3.4. BREEAM har till skillnad från LEED en svensk anpassning sedan 2013, men har inte en enda bostad certifierad i Sverige, se tabell 4.1. Gemensamt för båda dessa system är att de är mycket omfattande men därav också mer heltäckande i sin bedömning jämfört med exempelvis Miljöbyggnad. LEED och BREEAM bedömer nyproducerade bostadshus utifrån 29 respektive 57 olika indikatorer, se tabell 3.2 och 3.4. Eftersom varje indikator kräver dokumentation och ibland även beräkningar och mätningar hade en genomgång av hela systemen varit alltför tidskrävande att genomföra. LEED och BREEAM:s omfattning i kombination med frånvaron av certifierade småhus i Sverige gör att dessa system kan uteslutas.

De energi- och miljöcertifieringssystem som återstår är då GreenBuilding, Miljöbyggnad och Svanen. Till skillnad mot BREEAM och LEED är dessa system väletablerade när det kommer till certifiering av bostäder i Sverige vilket syns både i statistiken över antalet certifieringar, se tabell 4.1, men också i enkätresultatet. De tre systemen skiljer sig dock avsevärt i omfattning; GreenBuilding är ett energicertifieringssystem och bedömer endast byggnaden utifrån dess energiprestanda, se kap. 3.6, medan Miljöbyggnad och Svanen är miljöcertifieringssystem och bedömning av byggnaden sker inom ett flertal miljöområden. Svanen har dock nästan tre

gångar så många bedömningsindikatorer jämfört med Miljöbyggnad, och indikatorerna täcker dessutom fler miljöområden. En annan skillnad är antalet certifieringar av småbostäder; GreenBuilding har cirka 100 certifierade bostäder men endast en dokumenterad certifiering av en småbostad.

Som tidigare nämnt är GreenBuilding ett energicertifieringssystem, och bedömning sker endast av byggnadens specifika energianvändning kombinerat med krav på dokumentation och rutiner relaterat till byggnadens energiprestanda. GreenBuildings kriterium för tillåten specifik energianvändning är att det ska minskas med 25% jämfört med BBR:s aktuella energikrav, se kap 3.6. Detta kriterium är snarlikt både Svanens och Miljöbyggnads bedömningsindikatorer för specifik energianvändning; Svanen ställer kravet att energianvändningen får uppgå till max 80% av BBR:s krav, och Miljöbyggnads krav ligger mellan 70% och 100% av BBR beroende på vilket betyg som eftersträvas. GreenBuilding kan därför uteslutas på två grunder; en mer omfattande bedömning än endast energiprestandan för KUNO efterfrågas av Henrysson & Thulin, samt att GreenBuilding:s energikrav täcks om något av Svanen eller Miljöbyggnad väljs då alla systemen jämför energianvändningen med BBR:s krav.

Valet av vilket eller vilka certifieringssystem som ska användas vid fallstudien står då mellan Svanen och Miljöbyggnad. Systemen har många likheter; båda har sitt ursprung i svenska organisationer och myndigheter, är framtagna utifrån svenska förutsättningar och är väletablerade certifieringssystem för småbostäder i Sverige. Många av kriterierna överlappar dessutom varandra systemen emellan, i synnerhet de kriterier som bedöms inom områdena energi och inomhusmiljö; båda systemen jämför bland annat som tidigare nämnts energianvändningen med BBR, kraven på radonförebyggande åtgärder är liknande sinsemellan och krav på att en fuktsäkerhetsplan upprättas ställs från båda systemen. Överlappningen kan enkelt förklaras med att de båda systemen förhåller sig till svenska byggregler och normer. Denna överlappning innebär att valet att endast använda ett av certifieringssystemet vid fallstudien görs.

Den stora skillnaden mellan systemen är omfattningen på bedömningen samt vilka områden som läggs fokus på. Miljöbyggnad bedömer byggnaden utifrån de tre områdena energi, inomhusmiljö och material, där Inomhusmiljö är det överlägset största området. Svanens bedömning omfattar också dessa tre områden, med fokus på materialval, men i bedömningen ingår även andra områden såsom *Avfall* och *Kvalitetstyrning av byggprocessen*. Svanen är ett mer heltäckande system och omfattningen på de krav som ställs är större. Kapitlet "*Kemiska produkter, byggprodukter, byggvaror och material*" är särskilt omfattande och många av kraven i detta kapitel består av krav på dokumentation över materialinnehåll från kundens sida (Nordisk Miljömärkning, 2016). Stor vikt läggs vid vilka kemiska ämnen som materialen innehåller vilket ställer krav på kunskap hos både kunden och leverantören, men också för den som utför certifieringen, vilket i detta fall är författarna till denna rapport. Eftersom Henrysson & Thulin i förväg inte varit medvetna om vilken dokumentation som krävs hade en fallstudie med Svanen till stor del bestått i att undersöka vilken dokumentation som saknades för en certifiering snarare än en bedömning av husets faktiska prestanda. Svanen utesluts därför som ett lämpligt

certifieringssystem och därmed faller valet på att använda Miljöbyggnad för analys av fallstudieobjektet KUNO.

## 5. Resultat

I detta kapitel beskrivs Miljöbyggnads 15 indikatorer som bedöms vid certifiering. I kapitlet framgår bland annat respektive indikatorns syfte samt vilka krav som gäller för varje betygsnivå. På Miljöbyggnads officiella hemsida finns en egenkontrollplan som klargör vilka dokument och beräkningar som behöver göras för varje indikator vid ansökan om certifiering. (SGBC, u.å-5). Källa för text och figurer i detta kapitel består av Miljöbyggnads manual för nyproduktion om inte annat anges (SGBC, 2017-2). Efter beskrivningen av varje indikator redovisas det uppnådda betyget i respektive indikator. Se tabell 5.3 för sammanställning av resultatet.

### 5.1 Energi

#### 1. Värmeeffektbehov

Den första indikatorn beaktar värmeeffektbehovet, det vill säga hur mycket värmeeffekt som erfordras för byggnaden när det är som kallast under ett normalår. Indikatorns syfte är att främja byggnader som projekteras och byggs för lågt behov av värmeeffekt under den kallaste tiden på året. Värmeeffektbehovet utgörs av de värmeförluster som uppkommer på grund av värmetransmission, ventilation och luftläckage för ytorna i byggnaden som är uppvärmda till mer än 10 °C (Atemp). Beräkningen görs med hänsyn till den kallaste dagen under ett normalår, det vill säga vid dimensionerande vinterutetemperatur (DVUT), baserat på byggnadens tidskonstant som beror på byggnadsstommens tunghet. De olika värmeförlusterna adderas och fördelas sedan ut på byggnadens omslutande area, Aom. Se figur 5.1 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Utöver detta beaktas även följande parametrar vid beräkning av värmeeffektbehovet:

- Inomhustemperaturen
- U-värden och areor uppdelat för klimatskärmens ytor
- Ventilationsflöden och verkningsgrad vid eventuell värmeåtervinning
- Luftläckageflöde vid normal tryckskillnad över klimatskärmen.

Indikator 1	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder	$\leq 25 * F_{geo}$	$\leq 20 * F_{geo}$	$\leq 15 * F_{geo}$
Lokalbyggnader	$\leq 30 * F_{geo}$	$\leq 24 * F_{geo}$	$\leq 18 * F_{geo}$

Figur 5.1 - Betygskriterier för indikator 1 för nyproducerade bostadshus. Värdet anges i  $W/m^2 \cdot A_{om}$  vid aktuell DVUT.  $F_{geo}$  är en justeringsfaktor som tar hänsyn till husets geografiska placering.

## Bedömning av hustypen KUNO

Värmeeffektbehovet beräknades till 20,6 W/m<sup>2</sup>, Aom. Detta värde ger betyget Brons i indikator 1.

Se bilaga 2 i appendix för beräkning med hjälp av Miljöbyggnads beräkningsverktyg.

### 2. Solvärmelast

Med solvärmelast menas den solvärme som bidrar till att innertemperaturen höjs under sommarhalvåret på grund av solinstrålning genom fönster. Hänsyn för solvärmelast tas för att främja byggnader som begränsar för höga temperaturer som orsakas av solinstrålning, samt byggnader som förebygger ett ökat effektbehov för komfortkyla under sommarhalvåret. Det är endast de fönster som vetter mellan öster till väster via söder som ingår i bedömningen. Se figur 5.2 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Indikator 10	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder	≤ 38	≤ 29	≤ 18
Lokalbyggnader	≤ 40	≤ 32	≤ 22

Figur 5.2 - Betygskriterier för indikator 2 för nyproducerade bostadshus. Värdet kallas solvärmelasttalet och anges i W/m<sup>2</sup> golvarea.

Solvärmelasttalet beaktar g-värdet för fönsterglasen samt förhållandet mellan de olika rummens glas- respektive golvarea. I denna indikatorn görs bedömningen utifrån det kritiska rummet.

## Bedömning av hustypen KUNO

Solvärmelasttalet SVL beräknades till 53,7 W/m<sup>2</sup> vilket innebär att resultatet understiger kravet för betyget Brons.

Inget betyg nås i denna indikator.

Se bilaga 3 i appendix för beräkning.

### 3. Energianvändning

Denna indikator beaktar energianvändningen i byggnaden med syftet att främja byggnader som har en låg energianvändning som mål under projektering, produktion och förvaltning. Den årliga specifika energianvändningen beräknas och jämförs sedan med BBR:s energikrav. BBR:s definition för specifik energianvändning är den energi som årligen levereras till byggnaden för

uppvärmning, tappvarmvatten, komfortkyla (ovanligt i bostäder), och fastighetsenergi (Boverket 2011, 134). I Miljöbyggnads energiberäkning för bostäder ingår även hushållsel då den påverkar energianvändningen för uppvärmning och komfortkyla. Energinvändningen ska beräknas och redovisas i lämpligt datorprogram. Se figur 5.3 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Indikator 3	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder	<p>≤ BBR:s energikrav verifierad med uppmätt energianvändning.</p> <p>Mätplan</p> <p>Förvaltningsrutiner för uppföljning av energianvändning.</p>	<p>≤ 80 % av BBR:s energikrav verifierad med uppmätt energianvändning.</p> <p>Mätplan</p> <p>Förvaltningsrutiner för uppföljning av energianvändning.</p>	<p>≤ 70 % av BBR:s energikrav verifierad med uppmätt energianvändning.</p> <p>Mätplan</p> <p>Förvaltningsrutiner för uppföljning av energianvändning.</p>

Figur 5.3 - Miljöbyggnads kravnivåer för respektive betygsnivå gällande energianvändning.

### Bedömning av hustypen KUNO

Byggnadens totala energianvändning är beräknad till 42,32 kWh/m<sup>2</sup>, Atemp, vilket ger betyget Brons.

Se bilaga 5 i appendix för energiberäkning.

### 4. Andel förnybar energi

Andelen förnybar energi som används i byggnaden bedöms för att premiera byggnader som använder en hög andel energi med förnybara källor. Definitionen för förnybar energi omfattar energikällorna sol, vind, vatten och biomassa. Byggnadens totala energitillförsel för bostäder som ligger till grund för bedömning omfattas av den årliga energianvändningen enligt indikator 3 (uppvärmning, tappvarmvatten, komfortkyla, fastighetsenergi) samt egenproducerad energi som kan tillgodogöras från solceller och solfångare. Vid bedömning kategoriseras de förnybara energibärarna som *förnybar flödande energi* eller *förnybar fondenergi*. I den förstnämnda kategorin ingår energi från sol, vind och vatten samt spillvärme. Som fondenergi räknas biomassa och annat bränsle med organiskt ursprung. Se tabell 5.1 för detaljerad kategorisering av energibärarna. Se vidare figur 5.4 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Tabell 5.1 - Kategorisering av de olika energibärarna förnybar flödande, förnybar fond samt ej förnybar.

Energi eller ursprung	Förnybar		Ej förnybar
	flödande	fond	
Solenergi	100 %		
Vindenergi	100 %		
Vattenkraft	100 %		
Kärnkraft			100 %
Biobränsle		100 %	
Olja, naturgas, torv, kol, fossilt avfall			100 %
Spillvärme, enligt definition ovan.	100 %		
Avfall, organiskt		100 %	
Avfall, fossilt			100 %
Avfallsgas med känt ursprung	x %	x %	x %
Fjärrvärme; fördelning beroende på bränslets sammansättning	x %	x %	x %
Allokerad fjärrvärme enligt avtal	x %	x %	x %
Nordisk elresidualmix. (Uppgift om fördelning på förnybar flödande och fond saknas).		x %	x %
Ursprungsmärkt el enligt avtal	x %	x %	x %
Energi med okänt ursprung			100 %

Indikator 4	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder Lokalbyggnader	> 50 % av den använda energin är förnybar.  Ursprungsgaranterad el och allokerad fjärrvärme accepteras.	> 75 % av den använda energin är förnybar varav > 10 % är förnybar flödande.  ALTERNATIVT > 80 % av den använda energin är förnybar.  Ursprungsgaranterad el och tredjepartsgranskad allokerad fjärrvärme accepteras.	> 80 % av den använda energin är förnybar.  Ursprungsgaranterad el och tredjepartsgranskad allokerad fjärrvärme accepteras.  VARAV > 5 % är ny förnybar flödande lokalt genererad och använd i byggnaden.

Figur 5.4 - Andel förnybar energi som krävs för att uppnå betyget Brons, Silver eller Guld.

### Bedömning av hustypen KUNO

Den tillförda energin för värmeförsörjning, fastighetsenergi, komfortkyla och hushållsel består av dels egenproducerad solenergi och dels köpt förnybar energi från Öresundskraft som kvitteras från den egenproducerade energin. Detta innebär att 100 % av den tillförda energin tillhör kategorin förnybar flödande vilket ger betyget Guld.

## 5.2 Inomhusmiljö

### 5. Ljud

Bedömning av ljudmiljön görs för att uppmuntra projektering, byggande och förvaltning av byggnader med god ljudmiljö i åtanke. Indikatorn bedömer följande fyra akustiska parametrar:

- Inomhusljud från installationer
- Luftljud, det vill säga förmågan att begränsa luftburet ljud
- Stegljud, det vill säga hur väl ljud genom bjälklag begränsas
- Ljud med källor utifrån, exempelvis trafikbuller

Se figur 5.5 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Indikator 5	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder	Krav på de fyra akustiska parametrarna enligt nedan och enligt BBR.  Förvaltningsrutiner för kontroll av ljudmiljö.	Minst två av de fyra bedömda ljudparametrarna ska uppfylla ljudklass B eller högre i SS 25267.  Övriga två ljudparametrar uppfyller minst kraven i BBR.  Förvaltningsrutiner för kontroll av ljudmiljö.	De fyra ljudparametrarna som bedöms uppfyller visat med mätning minst ljudklass B i SS 25267.  Bekräftas med enkät ELLER utlåtande från ljudsakkunnig.  Förvaltningsrutiner för kontroll av ljudmiljö.

Figur 5.5 - Ljudklasser som ska uppfyllas för de fyra bedömda akustiska parametrarna för betyget Brons, Silver eller Guld.

Miljöbyggnads kriterier för ljudmiljö i bostäder baseras på BBR:s krav på ljudklassningar samt kraven i ljudstandarden SS25267.

### Bedömning av hustypen KUNO

En bullerutredning är utförd av Tyréns för hela området Parallelltrapetsen. I utredningen framgår att:

- Samtliga riktvärden gällande väg- och tågtrafikbuller utanför fasad innehålls utan kompletterande åtgärder.
- För att riktvärden gällande ljud inomhus skall innehållas kan standardfönster med  $R_w$  35 dB /  $R_w + C_{tr}$  30 dB väljas där  $L_{eq} < 55$  dBA /  $L_{max} < 70$  dBA erhålls

KUNO-byggnaderna är belägna på erforderligt avstånd från där de kritiska ljudnivåerna erhålls och den akustiska parametern "isolering från ljud utifrån" är därmed uppfylld för minst betyget Brons. Mätning av de övriga tre akustiska parametrarna har däremot inte gjorts och indikatorn kan därför ej bedömas.

## 6. Radon

Radonhalten i byggnadens inomhusluft och material undersöks för att premiera byggnader med låga halter av radon. Detta görs genom att ställa krav på radonsäker projektering, högsta accepterade gammastrålning i byggnadsmaterial samt rutiner i förvaltningsskedet. Radonsäker projektering innebär att radonhalten i markluften först mäts och utifrån mätresultatet görs erforderliga åtgärder vid utformningen av ventilationssystemet samt tätningen av grundkonstruktionen. Vid certifiering av nyproducerad byggnad krävs det redovisning av projekthandlingar som visar på radonsäker projektering och att maxkrav ställs på gammastrålning för byggnadsmaterial som anses kritiska, samt förvaltningsrutiner. Radonhalten i inomhusluften ska mätas enligt Strålsäkerhetsmyndighetens anvisningar och jämföras med de projekthandlingar som tidigare tagits fram. Se figur 5.6 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Indikator 6	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder Lokalbyggnader	<p>Årsmedelvärde i byggnaden <math>\leq 200 \text{ Bq/m}^3</math></p> <p>Gammastrålning i vistelserum <math>&lt; 0,3 \mu\text{Sv/h}</math></p> <p>Förvaltningsrutiner för kontroll av radonhalt</p>	<p>BRONS +</p> <p>Högsta årsmedelvärde <math>\leq 100 \text{ Bq/m}^3</math></p>	<p>BRONS +</p> <p>Högsta årsmedelvärde <math>\leq 60 \text{ Bq/m}^3</math></p>

Figur 5.6 - Nivåer för radonhaltens årsmedelvärde respektive högsta årsmedelvärde som ska understigas för de olika betygsnivåerna.

### Bedömning av hustypen KUNO

Mätning av radonhalt i byggnaden har ej utförts. Det finns heller inte några mätningar genomförda av Ängelholms kommun som kan ligga till grund för antaganden om radonhalten.

Indikatorn kan ej bedömas.



## 7. Ventilation

Indikatorn för ventilation bedömer byggnadens luftkvalitet för att främja byggnader med god ventilation. Bedömning av luftkvalitet görs utifrån byggnadens donplacering och uteluftsflödet. Uteluftsflödets storlek avgörs av BBR:s krav på 0,35 l/m<sup>2</sup> golv eller lägsta behovet av frånluftsflöde enligt tidigare råd från BBR (idag byggpraxis), se värden i tabell 5.2 nedan.

Tabell 5.2 - Minsta frånluftsflöde i olika rum enligt tidigare råd från BBR.

Utrymme	Minsta frånluftsflöde
Kök	10 l/s. Forcering vid matlagning med minst 75% <sup>1)</sup> uppfångningsförmåga för luftföroreningar.
Pentry eller kokvrå	15 l/s
Bad- eller duschrum med öppningsbart fönster	10 <sup>2)</sup> l/s
Bad- eller duschrum utan öppningsbart fönster	10 <sup>2)</sup> l/s med forcering till 30 l/s eller 15 <sup>2)</sup> l/s
Toaletterum	10 l/s
Tvättstuga, torkrum	10 <sup>2)</sup> l/s

Vid certifiering av bostäder krävs redovisning av handlingar med uppgift om bland annat uteluftsflöden och forcering i kök, våt- och badrum samt förvaltningsrutiner. Handlingarna kan bestå av exempelvis VVS-beskrivningar och -ritningar eller OVK-protokoll. Se figur 5.7 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Indikator 7	BRONS	SILVER	GULD
Lokalbyggnader inklusive vård, handel och hallar	Uteluftsflöde $\geq 7$ l/s och person + 0,35 l/s per m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> . I utrymmen där annat än personlasten dimensionerar uteluftsflöde ska Arbetsmiljöverkets krav vara uppfyllda. Förvaltningsrutiner för kontroll av luftkvalitet.	BRONS + Koldioxidhalten i rum får endast tillfälligt överstiga 1 000 ppm. Förvaltningsrutiner för kontroll av luftkvalitet.	ALT 1: SILVER + Godkänt enkätresultat. ALT 2: Uppmätt lokalt ventilationsindex $\geq 90\%$ i vistelsezon ELLER koldioxidhalten i rum får endast tillfälligt överstiga 900 ppm. Oavsett ALT 1 eller ALT 2: Förvaltningsrutiner för kontroll av luftkvalitet.
Bostäder	Uteluftsflöde $\geq 0,35$ l/s per m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> . Förvaltningsrutiner för kontroll av luftkvalitet.	BRONS + Frånluftsflöde i kök enligt tabell 7:1	SILVER + Frånluftsflöde i våtrum enligt tabell 7:1. Godkänt enkätresultat ELLER uppdaterad funktionskontroll med mätning.

Figur 5.7 - Frånluftsflöden som ska uppfyllas för de olika betygsnivåerna.

### Bedömning av hustypen KUNO

Ventilationsflödet är projekterat till 0,35l/s, A<sub>temp</sub>. I kök uppgår frånluftsflödet till 10l/s. I våtrum nås det erforderliga frånluftsflödet för nivå Guld. Dock har ej en enkät tillhandahållits brukarna.

Med dessa flöden uppnås betyget Silver i indikator 7.

### 8. Fuktsäkerhet

Indikatorn för fuktsäkerhet är relativt omfattande då fuktsäkerhetsarbetet behöver ske under hela byggprocessen med många inblandade aktörer. Ett av kraven är att en fuktsäkerhetsbeskrivning ska upprättas. Fuktsäkerhetsbeskrivningen innefattar bland annat information om kritiska konstruktioner och arbetsmoment ur fuktsynpunkt. BBR:s fuktsäkerhetskrav ska dokumenteras och de kontroller som görs under byggskedet ska beskrivas. Fuktsäkerhetsbeskrivningen kan göras utifrån framtagna mallar, exempelvis ByggaF:s mall. Vidare ska det finnas en fuktsäkerhetsplan upprättad av entreprenören. I denna beskrivs vilka åtgärder som ska genomföras för att skydda huset och byggmaterial mot skadlig fukt under byggskedet. Vilka kontroller som görs och hur dessa dokumenteras ska även ingå i fuktsäkerhetsplanen. Även här kan ByggaF:s mall för fuktsäkerhetsplan användas.

För att nå betyget Silver eller Guld i denna indikator krävs även att en utsedd fuksakkunnig respektive diplomerad fuksakkunnig finns tillgänglig under hela projektet. Med fuksakkunnig avses en person med goda kunskaper om fukt och grundläggande kunskaper om byggnadsteknik, byggnadsfysik och byggprocessen. En diplomerad fuksakkunnig har utöver detta genomfört och uppfyllt kraven i kursen i "Fuktsäkerhet i byggprocessen" vid Fuktcentrum på LTH. Se figur 5.8 för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Indikator 8	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder Lokal- byggnader	Det ska finnas tillräcklig fukt-kompetens i projekterings-gruppen så att BBR:s krav på fuktsäkerhet uppfylls. En person i projekteringsgrup-pen utses som ansvarig för dokumentationen av fuktsä-kerhetsarbetet (fuktsäkerhets-beskrivningen) under projekte-ringen.	En fuktssakkunnig anlitad av byggher-ren ska delta i pro-jektet.	En diplomerad fuktssak-kunnig anlitad av byggher-ren ska delta i projektet.
	Alla fuktsäkerhetskrav, inklusive BBR:s ska dokumenteras i projektet. Fuktsäkerhetsprojektering ska genomföras dvs konstruktionsdelar och anslut-ningar ska utformas så att fuktillståndet blir lägre än det högsta kritiska fuktill-ståndet hos ingående material. Metod, beräkningar och resultat ska dokumente-ras. Uttorkningstider för betong och avjämningsmassor ska redovisas, de ska rym-mas inom projektets tidplan. Krav i branschregler för våtrum och rörinstallationer ska uppfyllas under projek-tering och produktion.		
		ByggaF:s mallar eller motsvarande ska använ-das. Byggherrens (diplomerade) fuksakkunnige av-gör minsta antal arbetsberedningar och proto-kollförda fuktronder som ska genomföras under byggskedet och där hen ska delta.	
	En person som ansvarar för fuktsäkerheten under produktionen ska utses; entreprenörens expert.		En person med utbildning motsvarande Fuktcent-rums kurs "Fuktsäkerhets-ansvarig produktion" ska utses och ska ansvara för fuktsäkerheten under pro-duktionen.
	Entreprenören ska upprätta en fuktsäkerhetsplan som säkerställer att kraven från fuktsäkerhetsprojekteringen uppfylls, kontrolleras, mäts och dokumenteras under produktion.		

Figur 5.8 - Krav inom indikatorn för fuktsäkerhet för respektive betygsnivå.

Indikator 8	BRONS	SILVER	GULD
	Under byggskedet ska lufttäteten i kritiska konstruktionsdelar (till exempel skarvar i lufttätande skikt, anslutningar och genomföringar) kontrolleras och jämföras med föreskriven lufttätet.		
	Fuktmätning i betong ska utföras enligt RBK-metoden.	Fuktmätning i betong ska utföras av en RBK- auktoriserad fuktkontrollant enligt RBK eller motsvarande.	
		Fuktsäkerhetsarbetet ska dokumenteras enligt ByggaF:s mallar eller motsvarande.	
		Vattentäteten hos platta tak, takterrasser, gårdsbjälklag och liknande byggnadsdelar ska provas enligt AMA Hus YSC.1132 eller motsvarande.	
	Förvaltningsrutiner för kontroll av fuktsäkerhet ska upprättas.		

Fortsättning på figur 5.8.

### Bedömning av hustypen KUNO

Valet av att enbart använda oorganiskt material i konstruktionen innebär en säkerställd fuktsäkerhet. Dock krävs omfattande dokumentation och redovisning av fuktsäkerhetsarbetet för att uppnå betyg i denna indikator. En sådan dokumentation har ej utförts i projektet och indikatorn kan därför ej bedömas.

### 9. Termisk klimat vinter

Under större delen av året är det i Sverige kallare utomhus än vad den önskvärda innetemperaturen är. Därför ställs det krav på det termiska inneklimatet vid dimensionerande vinterutetemperatur (DVUT). För att nå respektive betygsnivå krävs att PPD-indexet (Predicted Percentage Dissatisfied) understiger ett visst värde. Beräkning av PPD-indexet kan göras, som beskrivet i kapitel 3.1, genom att låta brukarna gradera upplevelsen av det termiska klimatet på en 7-gradig skala. Om detta inte är möjligt att göra kan, för bostäder, antagandet att brukarnas klädsel inomhus vintertid är 1,0 clo, aktiviteten är 1,2 met, relativa luftfuktighet 50% och lufthastigheten 0,15 m/s göras. Med dessa antaganden kan PPD-indexet bestämmas utifrån den beräknade operativa temperaturen enligt figur 5.10. Se vidare figur 5.11 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

	Typisk klädsel (vintertid) och aktivitet	Operativ temperatur för PPD ≤ 15%	Operativ temperatur för PPD ≤ 10%
Bostäder Kontor Skolor Förskolor	1,0 clo och 1,2 met	19,0 – 25,0 °C	20,0 – 22,0 °C

Figur 5.10 - Bestämning av PPD-index utifrån antaganden om klädsel, aktivitet, relativ luftfuktighet och lufthastighet.

Indikator 9	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder och lokalbyggnader	Termiskt inneklimat uppfyller PPD ≤ 15 % vid DVUT  Förvaltningsrutiner ska finnas för kontroll av termiskt klimat vintertid.	Termiskt inneklimat uppfyller PPD ≤ 10 % vid DVUT  Förvaltningsrutiner ska finnas för kontroll av termiskt klimat vintertid.	SILVER +  Enkät ELLER mätning.

Figur 5.11 - Värderna på PPD-index som ska understigas för att nå respektive betygsnivå.

I denna indikatorn görs bedömningen utifrån det kritiska rummet.

### Bedömning av hustypen KUNO

Mätning av den operativa temperaturen eller PPD-index har ej utförts och indikatorn kan därför inte bedömas.

### 10. Termisk klimat sommar

Termiskt inneklimat sommartid kontrolleras en kritiskt varm och solig dag. I byggnader utan komfortkyla kan inneklimatet sommartid bedömas indirekt genom att kontrollera att solskyddet räcker till och att det finns möjligheten till vädring. Alternativt kan, precis som för för termiskt klimat vinter, kraven uppfyllas genom att PPD-indexet understiger en viss nivå. Om PPD-indexet inte är möjligt att mäta kan även här antaganden göras om brukarnas klädsel, aktivitet samt luftfuktighet och lufthastighet. I detta fall antas dock klädseln till 0,5 clo och lufthastigheten till 0,20 m/s. I övrigt görs samma antaganden som för termiskt klimat vinter. Därefter bestäms PPD-indexet utifrån den beräknade operativa temperaturen enligt figur 5.12.

	Operativ temperatur för PPD ≤ 20%	Operativ temperatur för PPD ≤ 15%	Operativ temperatur för PPD ≤ 10%
Bostäder Kontor Skolor Förskolor	22,5 – 28,5°C	23,0 – 28,0°C	24,0 - 27°C

Figur 5.12 - Bestämning av PPD-index utifrån antaganden om klädsel, aktivitet, relativ luftfuktighet och lufthastighet.

Betygsnivåerna kan också uppnås genom att uppnå respektive nivå i indikator 2 - solvärmelast och komplettera detta med vädringsmöjligheter såsom öppningsbara fönster eller fönsterdörrar. Se figur 5.13 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Indikator 10	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder och lokalbyggnader utan komfortkyla	BRONS på indikator 2 OCH vädringsmöjlighet. ELLER Termiskt inneklimat uppfyller PPD ≤ 20% en kritiskt varm och solig dag. Oavsett metod: Förvaltningsrutiner för kontroll av termiskt klimat sommar.	SILVER på indikator 2 OCH öppningsbara fönster eller fönsterdörrar. ELLER Termiskt inneklimat uppfyller PPD ≤ 15% en kritiskt varm och solig dag. Oavsett metod: Förvaltningsrutiner för kontroll av termiskt klimat sommar.	GULD på indikator 2 OCH öppningsbara fönster eller fönsterdörrar. ELLER Termiskt inneklimat uppfyller PPD ≤ 10% en kritiskt varm och solig dag. OCH Oavsett metod: Enkät ELLER mätning. Oavsett metod: Förvaltningsrutiner för kontroll av termiskt klimat sommar.

Figur 5.13 - Krav som ska uppfyllas för att nå respektive betygsnivå i indikator 10.

I denna indikatorn görs bedömningen utifrån det kritiska rummet.

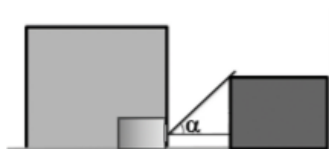
### Bedömning av hustypen KUNO

Eftersom inget betyg uppnåtts i indikator 2 - Solvärmelast, uppnås heller inget betyg i denna indikator trots vädringsmöjligheter.

Indikatorn kan ej bedömas.

## 11. Dagsljus

Syftet med denna indikator är att uppmuntra till god tillgång till dagsljus i byggnader. Här bedöms dagsljusstillgången utifrån dagsljusfaktor eller fönsterglasandel. Dagsljusstillgången i ett rum kan bestämmas utifrån ett antal olika metoder. Den förenklade metoden, *AF-metoden*, görs genom att dividera den totala fönsterglasarean med golvarean i ett rum. Denna kvot multipliceras sedan med 100 för att få en procentuellt värde på fönsterglasandelen. AF-metoden är dock en förenklad metod och har därför begränsad användning. För att använda AF-metoden krävs det att rummet i fråga är rektangulärt med ett maximalt djup på 6 meter. Dessutom får avskärningsvinkeln inte överstiga 45°. Avskärningsvinkeln är vinkeln mellan ett horisontalplan och en linje från fönstrets mittpunkt till högsta avskärmande punkt på till exempel en grannbyggnad, se figur 5.14). I andra fall görs en simulering av dagsljusfaktorn *DF* med program som är validerade mot CIE 171:2006. I Miljöbyggnads manual föreslås Velux Daylight Visualizer som beräkningsprogram. Beroende på vilken metod som används erfordras kriterierna för respektive betygsnivå enligt figur 5.15.



Figur 5.14 - Illustration av avskärningsvinkeln  $\alpha$ .

Indikator 11	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder	$DF \geq 1,0 \%$ ELLER $AF \geq 10 \%$ för $\alpha \leq 20^\circ$ $AF \geq 10 + (\alpha - 20) \cdot 0,25$ för $20^\circ < \alpha \leq 45^\circ$	$DF \geq 1,2 \%$ ELLER $AF \geq 15 \%$ för $\alpha \leq 20^\circ$ $AF \geq 15 + (\alpha - 20) \cdot 0,25$ för $20^\circ < \alpha \leq 45^\circ$	$DF \geq 1,5 \%$

Figur 5.15 - Kriterier för dagsljusstillgång i bostäder. Notera att, för att nå betyget Guld, får inte den förenklade AF-metoden användas.

I denna indikatorn görs bedömningen utifrån det kritiska rummet.

### Bedömning av hustypen KUNO

Dagsljuset beräknades, enligt AF-metoden, till 19,6%. Detta ger betyget Silver i indikator 11.

Se bilaga 4 i appendix för beräkning.

## 12. Legionella

I denna indikator bedöms de åtgärder som görs för att minska risken för tillväxt och spridning av legionellabakterien. Legionellabakterien är en bakterie som finns naturligt i vatten och förökar sig vid temperaturer mellan 20°C och 50°C. Hos personer med nedsatt immunförsvar kan bakterien orsaka allvarlig lunginflammation. De viktigaste åtgärderna som kan göras här är att utforma tappvarmvatten- och tappkallvattensystem så att temperaturer i det kritiska intervallet undviks samt att vattnet inte har för lång uppehållstid. Exempel på utföranden kan vara att kall- och varmvattenledningar placerade i samma schakt är väl isolerade så att inte kallvattnet värms och varmvattnet kyls till temperaturer inom det kritiska intervallet. Se figur 5.16 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Indikator 12	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder Lokalbyggnader	<p>Temperaturen i hela tappvarmvattensystem inklusive i cirkulationskretsen är <math>\geq 50^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Temperaturen på stillastående tappvarmvatten som i varmvattenberedare och ackumulator-tankar är <math>\geq 60^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Temperaturen i tappkallvattensystem är <math>\leq 24^{\circ}\text{C}</math> då kallvatten varit stillastående under 8 timmar.</p> <p>Förvaltningsrutiner för kontroll av legionella.</p>	<p>BRONS +</p> <p>Termometrar eller temperaturgivare finns för mätning av varmvattentemperaturen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• direkt efter varmvattenberedaren</li> <li>• i punkt med lägst temperatur i varje enskild VVC-krets.</li> </ul> <p>Riskvärdering med åtgärder.</p>	<p>SILVER +</p> <p>Övervakning och regelbunden uppföljning av termometrarnas eller temperaturgivarnas uppmätta vattentemperaturer.</p> <p>Där riskvärdering och verksamhet kräver finns driftsrutiner för endera regelbunden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hetvattenspolning.</li> <li>• funktionskontroll av ventiler och styrsystem för tappvarmvatten.</li> <li>• automatisk upphetning i varmvattenberedare och ackumulatortank.</li> <li>• provtagning och analys av legionellabakterier.</li> </ul>

Figur 5.12 - Krav inom indikator 12 för de olika betygsnivåerna.

## Bedömning av hustypen KUNO

Enligt energiberäkningen är tappvattensystemet dimensionerat till följande temperaturer:

- Temperatur - kallvattenledning: 8,0°C
- Temperatur - varmvattenledning: 55°C



Vattentemperaturen i varmvattnet höjs rutinmässigt var 14:e dag till 60°C för att eliminera risken för legionellatillväxt.

I denna indikator nås betyget Brons.

## 5.3 Material

### 13. Loggbok med byggvaror

En loggbok är en dokumentation av byggvarorna i byggnaden som ska underlätta identifikation av material som idag bedöms som harmlösa men kan visa sig vara problematiska i framtiden. Efter byggskedet ska loggboken förvaltas och uppdateras av fastighetsägaren och även följa med byggnaden vid försäljning. Digitala loggböcker upprättade i BASTA, Byggvarubedömningen, SundaHus, Produktkollen eller motsvarande accepteras. För att nå respektive betygsnivå krävs att ett antal byggnadsdelar enligt BSAB 96 redovisas med information om bland annat tillverkare, innehåll av ämnen och varunamn. Se figur 5.17 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Indikator 13	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder Lokalbyggnader	<p>En loggbok ska finnas med information om byggvaror i produktkategorierna E, F, G, H, I, J, K, L, M, N och Z enligt BSAB 96.</p> <p>Loggboken ska minst innehålla uppgifter om typ av byggvara, varunamn, tillverkare eller leverantör och eventuellt innehåll av ämnen upptagna på kandidatförteckningen.</p>	<p>Loggboken ska innehålla uppgifter om typ av byggvara, varunamn, tillverkare, dokumentation och eventuellt innehåll av ämnen upptagna på kandidatförteckningen för produktkategorierna P, Q och R (VVS).</p> <p>Loggboken ska för produktkategorierna E, F, G, H, I, J, K, L, M, N och Z innehålla uppgifter om, typ av byggvara, varunamn, tillverkare och ha en innehållsdeklaration eBVD2015 eller motsvarande.</p> <p>Loggboken är digital och administreras på företagsnivå hos fastighetsägaren.</p>	<p>SILVER +</p> <p>Produktkategorierna P, Q och R i BSAB 96 (VVS) har en innehållsdeklaration enligt eBVD2015 eller motsvarande. Avvikelser dokumenteras.</p> <p>Loggboken innehåller information om både byggvarors ungefärliga placering och mängd i byggnaden.</p>

Figur 5.17 - Krav på vilka byggnadskategorier enligt BSAB 96 som ska redovisas i loggboken för att nå respektive betygsnivå.

### Bedömning av hustypen KUNO

En loggbok med redovisade byggvaror enligt respektive betygsnivå har ej upprättats och därför nås ej något betyg i denna indikator.

### 14. Utfasning av farliga ämnen

Denna indikator har som syfte att premiera byggnader som innehåller ett minimum av farliga ämnen i material och byggvaror. I Miljöbyggnad definieras byggvara som den produkt som monteras eller används i byggnaden. Byggvaror i loggboken enligt Brons i indikator 13 ska bedömas, det vill säga byggvaror som ingår i kategorierna E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, Z enligt BSAB 96. I indikatorn bedöms innehållet av kandidat-, utfasnings-, hormonstörande- och prioriterade riskminskningsämnen i loggbokens byggvaror samt emissioner av flyktiga organiska ämnen till inomhusmiljön. Kandidatförteckningen är en lista med särskilt farliga ämnen enligt den europeiska kemikalielagstiftningen, REACH. Även utfasningsämnen är att betrakta som särskilt farliga och definieras av Kemikalieinspektionen. Vid innehåll av hormonstörande ämnen

får halten inte överstiga halter definierade i EU:s och EDs databas för hormonstörande ämnen Cat 1 och Cat 2. Se figur 5.18 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Indikator 14	BRONS	SILVER	GULD
Byggvaror i produktkategorier E, F, G, H, I, J, K, L, M, N och Z enligt BSAB 96 i bostäder och lokalbyggnader	Byggvaror med ämnen på kandidatförteckningen får endast förekomma i mindre omfattning. Avvikelser ska dokumenteras.	BRONS + Utfasningsämnen enligt KEMI:s PRIO-kriterier och hormonstörande ämnen enligt EDS Cat 1 och Cat 2 får endast förekomma i mindre omfattning. Vid förekomst ska avvikelser motiveras och dokumenteras.	SILVER + Prioriterade riskminskningsämnen enligt KEMI:s PRIO-kriterier får endast förekomma i mindre omfattning. Avvikelser ska dokumenteras. För byggvaror (även kemiska produkter) som brukaren exponeras för inomhus överskrids inte EU-LCI:s emissionsvärden. Avvikelser motiveras och dokumenteras.

Figur 5.18 - Miljöbyggnads krav för respektive betygsnivå gällande utfasning av farliga ämnen.

### Bedömning av hustypen KUNO

Avsaknad av erforderlig dokumentation om byggvaror och dess innehåll gör att den här indikatorn ej kan bedömas.

### 15. Stommen och grundens klimatpåverkan

Med syfte att öka kunskapen om stommens och grundkonstruktionens klimatpåverkan, öka efterfrågan och tillgången på EPD:er och premiera åtgärder som minskar stommens och grundens klimatpåverkan är denna indikator ett nytt tillskott i den senaste versionen av Miljöbyggnad, Miljöbyggnad 3.0. Här bedöms omfattningen av redovisningen gällande klimatpåverkan från stommen och grundkonstruktionen i gram CO<sub>2</sub>-e per Atemp. Beräkningen av klimatutsläpp från leveransfärdig byggvara görs i tre faser, A1, A2 och A3. Dessa tre faser definieras i SS EN 15804 Hållbarhet hos byggnadsverk – Miljödeklarationer – Produktspecifika regler och omfattar den totala klimatpåverkan från utvinning och transport av råvaror samt tillverkning och förpackning. För att nå betyget Silver eller Guld krävs även att beräkningar i fas A4 görs, som omfattar utsläpp från transport av byggvaran från fabrik till byggarbetsplatsen.

Byggvarornas utsläpp beräknas i enheten CO<sub>2</sub>e per kg och redovisas i så kallade EPD:er (Environmental Product Declaration). Dessa finns tillgängliga hos The International EPD System, EPD Norge och IBU EPD. De byggvaror som ska omfattas av redovisningen är leveransfärdiga produkter och som används i grundkonstruktionen samt horisontella och vertikala bärande delar inklusive bärande delar i ytterväggen.

Alternativet till EPD:er är att använda generiska data för produkter eller material. Med generiska data menas uppgifter som är generella för en hel produkt. På Svenska Miljöinstitutet (IVL) och Miljöbyggnads hemsida finns generiska data för olika material som ingår i stommen. EPD:er ger dock en bättre beskrivning av klimatpåverkan och för att nå betyget Silver eller Guld krävs att minst 50% respektive 70% av klimatpåverkan är baserade på EPD:er. Se figur 5.19 nedan för kravnivåer gällande de olika betygsnivåerna.

Indikator 15	BRONS	SILVER	GULD
Oavsett byggnadstyp: byggvaror i grundkonstruktion och stomme	Klimatpåverkan vid <i>produktion</i> av byggvaror, dvs A1, A2 och A3 med generiska data.	Klimatpåverkan vid <i>produktion</i> och <i>transport</i> av byggvaror, dvs A1, A2, A3 och A4.  Minst 50 % av klimatpåverkan för produktion av byggvarorna baseras på produktspecifika EPD:er.  Klimatpåverkan från transporter beräknas med generiska uppgifter för transportsätt och faktiska transportsträckor.	Klimatpåverkan vid <i>produktion</i> och <i>transport</i> av byggvaror, dvs A1, A2, A3 och A4.  Minst 70 % av klimatpåverkan för produktion av byggvarorna baseras på produktspecifika EPD:er.  Klimatpåverkan från transporter beräknas med generiska uppgifter för transportsätt och faktiska transportsträckor.  Klimatpåverkan från A1, A2, A3 och A4 i g CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> A <sub>temp</sub> ska vara 10 % lägre än SILVER.

Figur 5.19 - Kravnivåer inom indikator 15 för respektive betygsnivå.

### Bedömning av hustypen KUNO

Uppgifter om byggvarornas mängd har ej tagits fram och indikatorn kan därför ej bedömas.

Tabell 5.3 - Betyg för KUNO i samtliga indikatorer i Miljöbyggnad 3.0

	Indikator	Betyg
Energi	1. Värmeeffektbehov	BRONS
	2. Solvärmelast	UNDERSTIGER KRAV
	3. Energianvändning	BRONS
	4. Andel förnybar energi	GULD
Inomhusklimat	5. Ljud	EJ BEDÖMD
	6. Radon	EJ BEDÖMD
	7. Ventilation	SILVER
	8. Fuktsäkerhet	EJ BEDÖMD
	9. Termiskt klimat vinter	EJ BEDÖMD
	10. Termiskt klimat sommar	EJ BEDÖMD
	11. Dagsljus	SILVER
	12. Legionella	BRONS
Material	13. Loggbok med byggvaror	EJ BEDÖMD
	14. Utfasning av farliga ämnen	EJ BEDÖMD
	15. Stommens och grundens klimatpåverkan	EJ BEDÖMD

## 6. Analys av empirin

Efter att ha gått igenom samtliga indikatorer i Miljöbyggnad 3.0 och gjort jämförelser utifrån det underlag som tillhandahållits kan det konstateras att KUNO når höga betyg i somliga indikatorer medan inget betyg nås i andra. Den dominerande orsaken till att inget betyg nås är på grund av bristfällig dokumentation och redovisning. Trots att Henrysson & Thulin gjort medvetna val utifrån ett miljötänk gällande exempelvis material nås ändå inget betyg på grund av att detta inte har dokumenterats tillräckligt. I de indikatorer där mindre omfattande dokumentation och redovisning krävs nås, i de flesta fall, goda betyg, däribland Silver och Guld. Detta gäller generellt för områdena energi och inomhusklimat medan området material är svårare att bedöma då samtliga indikatorer kräver omfattande dokumentation. Nedan följer en analys av empirin, eventuella felkällor, samt förslag på åtgärder som kan resultera i högre betyg för de indikatorer som har kunnat bedömas eller undersökas i denna rapport. För övriga indikatorer gäller att mer omfattande underlag tas fram för att kunna jämföra indikatorn mot Miljöbyggnad 3.0.

### 6.1 Indikator 1 - Värmeeffektbehov

Resultatet i den här indikatorn baseras på den verifierade energiberäkningen enligt BEN, gjord av Harald Byggkonsult AB. Se bilaga 5 i appendix.

I kapitel 5.1, Indikator 1 listas de parametrar som beaktas vid beräkning av värmeeffektbehovet. Somliga av dessa är svåra att påverka; inomhustemperaturen i bostäder är oftast cirka 20 °C, byggnadens dimensionerande vinterutetemperatur (DVUT) är beroende av geografisk placering och vad för slags stomme byggnaden ska ha färdigställs ofta tidigt i planeringskedet i ett byggprojekt.

För KUNO:s del är det istället mer aktuellt att studera U-värden och köldbryggor som kommer att påverka transmissionsförlusterna, men även ventilationssystemet samt luftläckageförluster.

#### **Energibalans**

<b>Avgiven energi</b>	<b>kWh</b>	
(23) Transmission	13716	55,3 %
(24) Luftläckage	342	1,4 %
(21) Ventilation	7044	28,4 %
(28) Spillvatten	3105	12,5 %
(22) Passiv kyla	599	2,4 %

Figur 6.1 - Energibalans – Minusposter. (Se bilaga 5)

Transmissionsförlusterna är den absolut största minusposten när KUNO:s energibalans studeras, cirka 55 %, se figur 6.1. KUNO har en väggstomme som består av lättklinker med mellanliggande isolering. U-värdet för väggen är  $0,16 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  vilket vid en jämförelse med väggar i passiv- och lågenergihus bestående av träregel- och betongstomme är ett relativt högt värde. Saint-Gobain Isover, som är en av de ledande tillverkarna för isolermaterial, har på sin officiella hemsida flera exempel på konstruktionslösningar för passiv- och lågenergihus av olika stomtyper, och många av dessa har ett U-värde på  $0,10 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  (Saint-Gobain Isover, u.å.). I framtida anläggningsprojekt med KUNO som koncept hade det varit möjligt att fortsätta använda sig av en väggstomme av lättklinker men med en extra utvändigt isolering. En potentiell nackdel med detta är att husets estetiska utformning påverkas; en tjockare vägg gör att husets fönster måste placeras längre in i fasadlivet för bäst resultat ur energihushållningssynpunkt.

I kapitel 3.4.1 Energi nämndes det att fönster och dörrar står för cirka 20 procent av värmeförlusterna i småhus. För KUNO som har helglasade dörrar kombinerat med stora fönsterpartier är det möjligt att denna siffra är högre än så och eventuella åtgärder hade kunnat minska värmeeffektbehovet väsentligt. I energiberäkningen, se bilaga 5, har samtliga fönsters U-värden angetts vara  $1,1 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ . EQ Fönster, organisationen som förvaltar energimärkningen av fönster i Sverige, uppger att "bra energifönster bör ligga klart under  $1,0 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ " (EQ Fönster, u.å.). Inwido, som är tillverkare av de fönster som används i KUNO, erbjuder fönster med dubbla energiglas med U-värde  $0,8 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  vilket är så pass lågt att det används i passivhus (Elitfönster, u.å.). Att välja passivhusanpassade fönster hade kunnat minska transmissionförlusterna betydligt.

Det beräknade luftläckaget verifierades via en täthetsprovning enligt SS-EN 13829 och visar på att KUNO är ett mycket tätt hus; vid 50 Pa är luftläckaget uträknat till  $0,23 \text{ l/s m}^2$ , se bilaga 5. För passivhus är kravet  $0,3 \text{ l/s m}^2$ , vilket KUNO alltså understiger (Sveriges Centrum för Nollenergihus, 2012). Den goda prestationen syns även tydligt i energibalansen; luftläckaget är den minsta minusposten och står endast för 1,4 % av de totala energiförlusterna, se figur 6.1.

Ventilationen står för drygt 28 % av energiförlusterna, och är därmed den näst största minusposten, se figur 6.1. KUNO har en frånluftsvärmepump av modell NIBE F730 som återvinner värmen ur frånluften. Den återvunna värmen går till golvvärmen samt tappvattensystemet och verkningsgraden har ett värde på 65 %, vilket är ett vanligt värde för frånluftsvärmepumpar (Bårtås, 2015). Värmeåtervinning med frånluftsvärmepump är idag det vanligaste alternativet för småhustillverkare då det anses vara en bekväm pakettlösning för både ventilation och uppvärmning. De initiala kostnaderna är oftast lägre än vid installation av ett FTX-system och kanaldragningarna tar mindre plats.

För KUNO:s del hade ett FTX-system dock inneburit många fördelar; eftersom värmeförsörjningen sker genom den inkommande tilluften kan systemet utnyttjas till fullo vid extra täta hus, vilket KUNO är. Verkningsgraden är dessutom oftast väsentligt högre jämfört med ett FX-system, vanligtvis runt 80 %, och det finns tillverkare som utlovar en verkningsgrad på över 90 % (Regenair, u.å.) (Bårtås, 2015). Detta är några av anledningarna till att FTX-systemet idag är det vanligaste ventilationssystemet vid passivhus.

## 6.2 Indikator 2 - Solvärmelast

Det så kallade kritiska rum som har bedömts och jämförts med Miljöbyggnads kriterier består av en öppen planlösning med en golvarea som kan anses vara stort relativt till husets totala area. Detta har en god inverkan på den totala solvärmelasten då den instrålade solvärmens därmed kan fördelas på en större golvarea. Trots den stora golvarean uppnås inget av betygen då den totala fönsterarean för det bedömda rummet i sin tur är stor relativt till golvarean.

Indikatorn tar hänsyn till tre faktorer: golvarean samt fönsterarean för det rum som bedöms samt g-värdet på de aktuella fönsterna. Både golvarean och fönsterarean är ofta kostsamma och tidskrävande att förändra efter att byggnaden uppförts vilket gör att g-värdet är den faktor som återstår att eventuellt påverka. Utöver fönsterglasets g-värde går det att tillgodogöra sig ett lägre g-värde genom olika solskyddslösningar. Solskydd kan utgöras av utstickande partier som exempelvis takstolar och balkonger, men också av in- och utvändiga solskydd i form av till exempel persienner och markiser. I hustypen KUNO:s fall finns det inga större utstickande partier som är möjliga att åberopa som solskydd. Däremot hade installation av enklare solskydd såsom invändiga persienner eller gardiner varit en billig och enkel lösning för att kunna minska solvärmelasten för det aktuella rummet.

För vidareutveckling av KUNO som koncept inför framtida anläggningsprojekt finns det ett antal åtgärder som hade kunnat minska påverkan från solvärmelasten. Sådana åtgärder kan innebära att fönster som vetter mot söder väljs med större hänsyn till g-värdet, exempelvis fönster med passivhus-standard som beskrivet i indikatorn ovan. Öven fönsterglasarean i söderriktning bör tas i åtanke. I dagsläget består stora delar av den södra och sydöstra fasaden av fönster som har stor påverkan på det slutliga resultatet i solvärmelasten.

Som nämnt ovan kan även utstickande partier såsom takstolar och balkonger tillgodogöras vid solvärmelast vilket kan vara något att diskutera inför vidareutveckling av KUNO. Dock har sådana lösningar större påverkan på estetiken och är kanske inte alltid ett möjligt val.

## 6.3 Indikator 3 - Energianvändning

Betyget Brons nås för denna indikator, men värdet ligger närmare Silver (40 i kWh/m<sup>2</sup>) än gränsvärdet för Brons. KUNO:s specifika energianvändningen beror på följande parametrar:

- Energi som går till husets värmeförsörjning
- Tappvarmvattenenergi, energi som går till uppvärmning av tappvarmvatten
- Fastighetsenergi, består av el till värmepumpen samt till- och frånluftsfläktar
- Hushållsenergi, energi som används till hushållsändamål, t.ex. vitvaror och andra hushållsapparater



I KUNO:s fall är det fastighetsenergin som utgör den största energiposten, se bilaga 5 Energiberäkning, Energipost (34) ENERGIFÖRSÖRJNING. Fastighetsenergin består främst av den el som försörjer frånluftsvärmepumpen. Som nämns i kapitel 3.4.1 Energi så krävs det att ett FX-system alltid är igång vilket resulterar i relativt hög elanvändning. Ett sätt att minska energianvändningen hade varit att minska värmeeffektbehovet, se kapitel 6.1 Indikator värmeeffektbehov, detta hade kunnat leda till minskat effektbehov för frånluftsvärmepumpen och därmed dra ner posten för fastighetsenergi.

## 6.4 Indikator 4 - Andel förnybar energi

Genom utnyttjande av solceller på taket samt köpt förnybar energi från Öresundskraft nås betyget Guld i denna indikator. Solcellerna ämnar att försörja hela byggnadens elbehov under sommarhalvåret då solen lyser som starkast och är dessutom projekterade till att ligga på ett överskott som kan säljas. Under de månader då solcellerna inte räcker till köps el in från Öresundskraft som garanterar att all deras el kommer från förnybara källor (Öresundskraft u.å).

Eftersom att det högsta betyget nås i denna indikator kan det inte ges några konkreta förslag på förbättringar. En energianvändning bestående av 100% förnybar energi är dock ett stort steg i rätt riktning och framför allt en stor inspirationskälla till övriga aktörer inom byggbranschen som tillsammans jobbar mot Sveriges mål att vid år 2040 vara försörjt av el från 100% förnybara källor (Regeringen, 2016)

## 6.5 Indikator 5 - Ljud

Bullerutredningen av Tyréns gör det möjligt att säkerställa kraven om isolering mot ljud utifrån. Som tidigare nämnt har inga mätningar gällande de övriga tre ljudparametrarna utförts vilket inte gör det möjligt att bedöma indikatorn. Dock kan det konstateras att de putsade lättklinkerväggarna samt det moderna ventilationssystemet bör bidra till relativt låga ljudnivåer avges inomhus samt ett minimalt ljudläckage genom innerväggar. Veronica Jensen på Finja Betong menar att lättklinker är ett material med *mycket* bra ljudisolerande egenskaper (Alltombostad, 2010).

Generellt gäller också att FX-system är att föredra framför FTX-system gällande ljudnivåer i ventilationssystemet då susande ljud kan uppstå från tilluftsdonen i ett FTX-system (Bärtås, 2015). För bedömning krävs även att en ljudsakkunnig deltar i projektet och upprättar en ljudbeskrivning som bland annat ska innehålla ljudkrav och förutsättningar för varje akustisk parameter, ljudkritiska konstruktioner och arbetsmoment samt förslag eller krav på tekniska lösningar eller utförande.

## 6.6 Indikator 6 - Radon

Som beskrivet i fallstudien kan denna indikator inte bedömas på grund av att inga mätningar gjorts i området. En sammanställningsrapport från Länsstyrelsen Skåne, upprättad år 2001, visar dock att angränsande kommuner, där mätningar utförts, generellt sett har låga halter av markradon (Länsstyrelsen Skåne, 2001). Den största källan till radon är från marken och den främsta åtgärden för att säkerställa låg radonhalt är därför att projektera för radonsäkert grundutförande. Även om grunden projekteras för att vara lufttät kan ett bristande utförande medföra luftläckage från marken. Det är därför också viktigt att utföra kontroller efter att grunden är färdigställd.

Bland annat kan följande åtgärder göras för att garantera en radonsäker grund:

- *Ovansida kantbalk avjämnas och förses med syllremsa som ej medger lufttransport in i huset*
- *Lufttäta genomföringar i bottenbjälklaget*
- *Alla genomföringar i plattan utförs så att inte markluft läcker in i bostaden*

(Boverket. 2010)

I Miljöbyggnads manual finns anvisningar för hur grunden utförs radonsäkert. I dessa fall är redovisning av uppmätt radonhalt ej nödvändigt för ansökan. Dock krävs handlingar som visar att grunden är radonsäkert utförd. Fler exempel på åtgärder finns i "Radonboken – förebyggande åtgärder i nya byggnader" av Bertil Clavensjö och Gustav Åkerblom.

Radonhalten i markluften bestäms genom att den mäts i ett antal representativa punkter i till exempel samband med den geotekniska undersökningen. Mätningar som gjorts nära byggplatsen accepteras om det godkänns av en radonsakkunnig. Samtliga mätningar ska göras enligt Strålsäkerhetsmyndighetens metदानvisningar.

## 6.7 Indikator 7 - Ventilation

De dimensionerade frånluftsflödena når kraven för betyget Guld i denna indikator. Utöver frånluftsflöden ställs dock även krav på godkänt enkätresultat, alternativt en uppdaterad funktionskontroll med mätning (OVK) för betyget Guld. Enkäten finns att hämta på Miljöbyggnads hemsida och behandlar frågor om hur brukaren upplever inomhusmiljön gällande luftkvalitet, ljud och temperatur. Med godkänt menas att minst 80 % av svarande brukare är nöjda, det vill säga har i enkätsvar uppgett att resultatet är mycket bra, bra eller acceptabelt. I en- eller tvåbostadshus ska hushållets medlemmar gemensamt besvara enkäten. Enkätundersökningen är ett alternativ till mätning för GULD på indikatorerna 5 - Ljud, 7 - Ventilation, 9 - Termisk klimat vinter, 10 - Termiskt klimat sommar.

## 6.8 Indikator 8 - Fuktsäkerhet

Trots valet av att genomgående använda oorganiska material som i stort sett garanterar en fuktsäker konstruktion nås inget betyg i denna indikator. Detta beror främst på bristfällig dokumentation och redovisning. Genom att anlita en fuktsäkerhetsansvarig och upprätta en fuktsäkerhetsplan enligt ByggaF:s mallar nås de flesta kraven i denna indikator och det ges även goda förutsättningar att nå betyget Silver. På [www.fuktcentrum.lth.se](http://www.fuktcentrum.lth.se) finns ByggaF, beskrivningar, dokument med mera som kan vara till hjälp för fuktsäker byggprocess. Med fuktsäkerhetsdokumentation avses den uppdaterade fuktsäkerhetsbeskrivningen med bilagor. Den ska minst innehålla byggherrens fuktsäkerhetskrav, redovisning av fuktsäkerhetsprojekteringen, fuktsäkerhetsplan, fukttrondsprotokoll, mätprotokoll, avvikelser, kvalitetsdokument för branschregler, besiktningsprotokoll och utlåtande som rör fuktsäkerhet, instruktioner för drift- och underhåll som är relevanta för fuktsäkerheten.

Då fuktsäkerhetsarbetet är omfattande och fortgår under hela byggprocessen är även ett gott råd att noggrant läsa igenom indikatorn på Miljöbyggnads hemsida för att skapa en bättre grund till de dokumentations- och redovisningskrav som ställs och på så sätt kunna implementera dessa i projektets tidiga faser.

## 6.9 Indikator 9 - Termiskt klimat vinter

För att bedöma indikatorn krävs att en enkät, enligt figur 3.1, utformas och tillhandahålls brukarna. På så sätt kan PMV-indexet bestämmas och därefter även PPD-indexet. Alternativt kan den operativa temperaturen mätas med hjälp av datorprogram. Exempel på beräkningsprogram som är godkända i Miljöbyggnad är ParaSol, IDA ICE, EnergyPlus, DesignBuilder eller TeknoSim. Den indata som vanligen krävs för att kunna utföra en simulering av den operativa temperaturen är:

- Rummets invändiga höjd, bredd och längd
- U-värden för ytterväggar och för eventuell tak- och grundkonstruktion
- Konstruktionernas värmekapacitet om relevant
- Relevanta köldbryggor (oftast profiler i glasfasader)
- Fönsters placering, storlek, U-värde
- Rumsvärmarens storlek, placering och yttemperatur
- Rumslufttemperatur
- Tilluftsflöde och tilluftstemperatur. För varmluftssystem används dimensionerande tilluftstemperatur och tilluftsflöde

För att nå respektive betygsnivå krävs ett PPD-index på max 15% för Brons eller max 10% för Silver och Guld. Detta hade inneburit att ett PMV-index i intervallet -0,7 till +0,7 ger betyget Brons och intervallet -0,5 till +0,5 ger betyget Silver eller Guld. Om bedömningen istället görs utifrån en framräknad operativ temperatur skulle en temperatur i intervallet 19°C-25°C innebära betyget Brons. En temperatur i intervallet 20°C-22°C ger betyget Silver eller Guld. Utöver godkänd operativ temperatur eller PPD-index ska, för betyget Guld, ska även mätningar alternativt en enkät göras. Mätning av det termiska klimatet för Guld ska ske enligt SS EN ISO 7726. Enkäten det handlar om är samma enkät som för indikatorerna 5 - Ljud, 7 - Ventilation och 10 - Termisk klimat sommar där godkänt resultat ska uppnås för betyget Guld.

## 6.10 Indikator 10 - Termiskt klimat sommar

Eftersom att inget betyg nåddes i indikator 2 - Solvärmelast kan den här indikatorn inte bedömas genom det första alternativet, det vill säga att betyget i indikator 2 uppnås även i denna indikatorn om vädringsmöjligheter finns. Däremot kan det termiska klimatet under sommaren bedömas genom att simulera den operativa temperaturen eller bestämma PPD-indexet. Simuleringen av den operativa temperaturen ska då genomföras under den varmaste och soligaste dagen under ett normalår. För simuleringen godkänns samma program som för indikator 9 - Termiskt klimat vinter. De indata som vanligen krävs för denna simulering är:

- Rummets höjd, bredd och längd
- U-värden för ytterväggar och eventuellt tak- och grundkonstruktion (om relevant)
- Fönsters placering, storlek, g-värden och solskydd
- Eventuellt kylande effekt, kylvärmarens storlek, placering och yttemperatur
- Tilluftsflöde och tilluftstemperatur
- Internvärme, det vill säga elapparater, människor och belysning med varaktighet och effekt som överensstämmer med förväntad

PPD-indexet bestäms enligt samma metod som för indikator 9 - Termiskt klimat vinter. Liksom för indikator 9 - Termiskt klimat vinter krävs här att en mätning alternativt en enkät görs för att

uppnå betyget Guld. Båda alternativen görs på samma sätt som för indikator 9 och finns beskrivet i ovan.

## 6.11 Indikator 11 – Dagsljus

Valet av att använda stora fönster och helglasade fönsterdörrar medför att höga betyg nås i denna indikator. Även i det kritiska rummet nås minst betyget Silver där god potential finns till att uppnå det högsta betyget Guld genom att utföra en simulering av dagsljusfaktorn i det kritiska rummet. I allrummet och köket råder inga tvivel om att betyget Guld uppnås med tanke på den stora fönsterglasarean relativt golvarean. Dock innebär ofta ett högt betyg i denna indikator att ett lägre betyg nås i indikator 2 - Solvärmelast. Teoretiskt bör samtliga fönster placeras i nordlig, nordvästlig och nordöstlig riktning för att uppnå högt betyg i båda dessa, ofta motspelande indikatorer. Praktiskt sett hade dock en sådan lösning inneburit stora begränsningar i estetiken och den arkitektoniska utformningen.

På grund av avgränsningar kan en simulering av dagsljusfaktorn DF ej utföras och hurvida KUNO uppfyller kraven för Guld i denna indikator överläts därför till Henrysson & Thulin. Förslagsvis kan Velux Daylight Visualizer användas som simuleringsprogram. För simuleringen behövs uppgifter om fönstrets storlek och placering, glasets LT-värde, reflektionstal hos tak, väggar- och golvyta, rummets geometri och storlek. För beräkningen behövs också uppgifter om avstånd och höjd på omkringliggande byggnader, utvändiga skuggande byggnadsdelar, fasta skärmar och liknande. Även planerade grannhus enligt kommunens detaljplan ska inkluderas.

## 6.12 Indikator 12 – Legionella

Risken för legionellatillväxt är minimal med tanke på de temperaturer som hålls i tappvattenledningarna. Värmepumpen som används, NIBE F730, är dessutom anpassad efter BBRs krav och uppfyller således minst betyget Brons (NIBE, u.å).

Högre betyg nås genom ytterligare åtgärder så som riskvärdering och kontroller. Riskvärderingen innebär att vattentemperaturer och uppehållstider utreds samt att åtgärder för att minska risken av legionellabakteriens tillväxt och spridning vidtas. Dessa åtgärder kan vara, som nämnt ovan, exempelvis att kall- och varmvattenledningar placerade i samma schakt är väl isolerade så att inte kallvattnet värms och varmvattnet kyls till temperaturer inom det kritiska intervallet. Kontroll av legionella kan till exempel innefatta funktionskontroll av tappvattensystem och mätning av vattentemperaturer. I "Branschreglerna Säker Vatteninstallation" finns ytterligare exempel på utförande och kontrollmetoder.

## 6.13 Indikator 13 – Loggbok med byggvaror

För att bedöma denna indikator krävs minst att en loggbok med byggvaror enligt produktkategorierna E, F, G, H, I, J, K, L, M, N och Z upprättas. Betygen Silver och Guld innefattar även kategorierna P, Q samt R. En sådan loggbok kan förslagsvis utformas med hjälp av Microsoft Excel eller upprättade med BASTA, Byggvarubedömningen, SundaHus, Produktkollen eller motsvarande. Eftersom byggnadens konstruktion är relativt enkel i den bemärkelse att många av de ovanstående produktkategorierna ej används i byggnaden skulle en sådan loggbok ej vara alltför tidskrävande att upprätta. Ovanstående produktkategorier innebär följande, enligt BSAB96:

E - Platsgjutna konstruktioner

F - Murverk

G - Konstruktioner av monteringsfärdiga element

H - Konstruktioner av längdformvaror

I - Skikt av termoisolervaror mm i hus och i grundkonstruktioner till hus

J - Skikt av byggpapp, tätskiktsmatta, asfalt, duk, plastfilm, plan plåt och överläggsplattor

K - Skikt av skivor

L - Puts, målning, skyddsbeläggningar, skyddsimpregneringar mm

M - Skikt av beläggnings- och beklädnadsvaror i hus

N - Kompletteringar av sakvaror mm

Z - Diverse tätningar, kompletteringar och infästningar

P - Apparater, ledningar mm i rörsystem och rörledningsnät

Q - Apparater, kanaler, don mm i luftbehandlingssystem

R - Isolering av installationer

För Brons accepteras dokument som prestandadeklaration, produktfaktablad, säkerhetsdatablad för kemiska produkter gällande ämnen upptagna i kandidatförteckningen.

## 6.14 Indikator 14 – Utfasning av farliga ämnen

För att göra bedömningen krävs redovisning av byggvaror i produktkategorierna E, F, G, H, I, J, K, L, M, N och Z och dess eventuella innehåll av ämnen som förekommer på kandidatförteckningen och som klassas som utfasningsämnen samt prioriterade riskminskningsämnen. Information om innehåll av utfasningsämnen, hormonstörande ämnen och prioriterade riskminimeringsämnen finns att hitta i byggvarans byggvarudeklaration. Aktuell

kandidatförteckning finns att hitta på [www.kemi.se](http://www.kemi.se) och utgörs av en lista med knappt 200 särskilt farliga ämnen. Om information ej fås av någon leverantör gällande ämnen i kandidatförteckning bör inga material heller innehålla något sådant ämne eftersom leverantören enligt lag ska informera kunden om så är fallet. Bedömningen av innehållet sker enklast genom att utnyttja bedömningen som görs av till exempel BASTA, Byggvarubedömningen eller SundaHus.

## 6.15 Indikator 15 - Stommens och grundens klimatpåverkan

Bedömning av denna indikator kräver beräkning av stommens och grundens totala utsläpp i koldioxidkvivillenter fördelat på aktuell Atemp. För att nå betyget Brons kan hela beräkningen göras med generiska data om materialens utsläpp. Dessa uppgifter är dock baserade på medelvärden för en hel produktkategori och godkänns således inte för att nå betyget Silver eller Guld. Beräkning med generiska data kan göras med hjälp av beräkningsverktyg som finns på Miljöbyggnads eller IVL:s hemsida. Här krävs uppgifter om respektive byggvaras mängd. Även andra beräkningsverktyg accepteras om de följer SS EN 15804 och bakgrunden till generiska uppgifter redovisas.

För högre betyg än Brons ställs kravet att minst 50% respektive 70% av den beräknade klimatpåverkan baseras på EPD:er, även kallat miljövarudeklarationer. För dessa betyg ska även hänsyn tas till transport från fabrik till byggarbetsplats. EPD:er finns tillgängliga hos The International EPD® System, EPD Norge och IBU EPD. Som nämnt i kapitel 3.4.3 är EPD:er idag under utveckling och därför inte alltid tillgängliga i den utsträckning som kan vara nödvändig.

## 7 Diskussion och slutsats

Analysen av litteraturstudien resulterade i slutsatsen att det i nuläget endast finns två miljöcertifieringssystem, Svanen och Miljöbyggnad, som är aktuella för aktörer verksamma i den svenska småhusbranschen om en heltäckande bedömning önskas. Utifrån avgränsningar i examensarbetet och KUNO:s förutsättningar föll valet i slutändan på Miljöbyggnad 3.0. Samtidigt bör dock inte Svanen uteslutas vid framtida jämförelser eftersom även detta är ett system med god anknytning till den svenska byggbranschen och inte minst småhus. Dessutom ställer Svanen krav på att instruktioner för förvaltning av den färdiga byggnaden ska föras vidare till den slutliga brukaren för att på så sätt säkerställa att certifieringen upprätthålls. Miljöbyggnad ställer å andra sidan krav på förvaltningsrutiner i många av de 15 indikatorerna men eftersom att Henrysson & Thulin menar att sälja samtliga byggnader är förvaltningsrutiner något som de inte kan ha kontroll över. Ansvar för dessa läggs istället på fastighetsägaren vilket innebär att det är den som äger fastigheten som måste utföra samtliga förvaltningsrutiner för att bibehålla certifieringen. Dessa förvaltningsrutiner finns beskrivna i Miljöbyggnads manual men inte i lika stor omfattning som Svanens instruktioner vilket innebär att det ofta krävs större erfarenhet av byggt teknik för att utföra Miljöbyggnads förvaltningsrutiner gentemot Svanens. Slutsatsen som kan dras genom detta konstaterande är att Miljöbyggnad i slutändan kan tyckas vara mer anpassad för fastighetsbolag som även står för förvaltning av sina byggnader och som på så sätt har full kontroll över utförandet av förvaltningsrutiner. Samtidigt har det konstaterats i analysen av litteraturstudien att Miljöbyggnad är bäst lämpad för hustypen KUNO på grund av dess omfattning, utbredning samt koppling till den svenska byggbranschen.

Med hjälp av resultatet från fallstudien samt det faktum att endast 7 av totalt 15 indikatorer var möjliga att bedöma kan det konstateras att en certifiering enligt Miljöbyggnad, likaså övriga miljöcertifieringssystem kräver god planering och erfarenhet av klimatsmart byggande såväl som aktuellt certifieringssystem. Den dominerande orsaken till att mer än hälften av alla indikatorer ej kunde bedömas grundar sig i de omfattande dokumentations- och redovisningskrav som ställs av Miljöbyggnad.

Vidare ställs även krav på att speciella discipliner såsom fuktsakkunnig och ljudsakkunnig ska delta under projektet och på så sätt verka som en garanti på att aktuell indikator är utförd och verifierad på ett korrekt sätt. Med det faktum att Henrysson & Thulin inte har haft avsikten att producera KUNO-byggnaderna enligt något miljöcertifieringssystem, utan endast varit intresserade av att se hur den färdiga produkten mäter sig mot valt system skulle det vara kostsamt och tidskrävande om all denna dokumentation och anlitande av speciella aktörer hade gjorts. Detta gör det dock samtidigt problematiskt att jämföra KUNO mot de indikatorer som kräver omfattande dokumentation. Ett sådant exempel kan göras med indikator 8 - Fuktsäkerhet där inget betyg nås på grund av avsaknad av dokumentation. Samtidigt består KUNO av genomgående oorganiskt material och fuktsäkerheten avseende mögel, svamp och liknande är därför i princip garanterad.



De indikatorer som har varit möjliga att bedöma har för det mesta visat ett relativt gott resultat. Detta gäller särskilt indikator 4 - Andel förnybar energi där betyget Guld nås. För de övriga indikatorerna inom området energi nås betyget Brons, dock är det inte lång väg att gå för att nå betyget Silver. Samtidigt ska det inte glömmas att BBRs krav gällande energihushållning för nyproducerade bostäder idag är stränga och dessutom nyligen uppdaterade. Detta innebär att betyget Brons inte ska ses som undermåligt utan istället som ett gott tecken på att projektet uppnått de allt strängare kraven som idag råder i den svenska byggbranschen.

Sammantaget kan det således fastställas att det är främst de indikatorer som endast kräver beräkningar utifrån kvantitativa data som varit möjliga att bedöma medan de mer dokumentmässiga indikatorerna varit mer problematiska. Med koppling till problemformuleringen kan förslag på vidareutveckling av konceptet avseende jämförelse med miljöcertifieringssystem innebära att systemet bör granskas i tidigt skede för att, under projektets gång, vara medveten om vilka dokument och handlingar som ska tas fram samt om det ställs krav på att speciella kompetenser ska medverka i projektet.

Utifrån analysen av de indikatorer som har kunnat bedömas går det att konstatera att det finns utrymme för förbättringsåtgärder för framtida anläggningsprojekt med KUNO som koncept. Inom området Energi nåddes betyget Brons för två av områdets fyra indikatorer. För indikator 1 (värmeeffektbehov) rekommenderas att anlita en VVS-expert för att vidare utreda om ett byte från det nuvarande FVP-systemet till ett FTX-system kunnat vara ett sätt att väsentligt öka KUNO:s prestanda inom indikatorn. Indikator 1 är tätt sammankopplat med indikator 3 som bedömer byggnadens energianvändning. KUNO:s energianvändning beror till stor del på hur mycket energi som försörjer frånluftsvärmepumpen. Även här hade en djupare utredning om huruvida ett byte till ett FTX-system hade kunnat minska energianvändningen varit lämplig.

Indikator 2 (solvärmelast) är den enda indikatorn som varit möjlig att bedöma men som samtidigt understiger kraven. För framtida KUNO-projekt hade det varit möjligt att förbättra prestationen inom indikatorn genom att antingen göra medvetna produktval vid inköp av glaspartier och solskydd, eller att vid projektering beakta hur glaspartiernas placering och storlek eventuellt kan påverka solvärmelasten.

Övriga indikatorer (7 ventilation, 11 dagsljus, 12 legionella) som har kunnat bedömas har uppnått högsta betyg som varit möjligt att erhålla utifrån den dokumentation som varit tillgänglig.

Sammanfattningsvis går det att fastställa att samtliga miljö- och energicertifieringssystem som har undersökts i detta examensarbete har omfattande krav på att rätt dokumentation tas fram vid bedömningsprocessen. Det går därför i KUNO:s fall inte att dra någon allmängiltig slutsats när det kommer till hur väl byggnadstypen står sig gentemot det valda systemets bedömning. Utifrån KUNO:s prestation gentemot de indikatorer som faktiskt har kunnat bedömas går det att konstatera att konceptet, med större förberedelse och planering, har stor potential för att uppnå en certifiering, och därmed få ett kvitto på att konceptet lever upp till sina fyra nyckelord.



## 8 Terminologi

**Atemp:** Den invändiga golvarean för våningsplan, vindsplan och källarplan i byggnaden som värms upp till mer än 10 °C (Boverket, 2014)

**Aom:** Omslutande byggnadsdelars sammanlagda area som gränsar mot uppvärmd inneluft (Per Levin, 2017)

**BASTA:** Ett egendeklarationssystem där leverantörer och tillverkare av bygg- och anläggningsprodukter registrerar de produkter som klarar kraven gällande innehåll av ämnen med farliga egenskaper i BASTA- alternativt BETA-kriterierna. (BASTA, 2018)

**BSAB 96:** Ett system som är till för att alla inom byggsektorn ska kunna tala samma språk och på så sätt undvika missförstånd. (Svensk Byggtjänst, u.å)

**Byggvarubedömningen:** Byggvarubedömningen (BVB) är en icke vinstdrivande ekonomisk förening som bedömer och därefter tillhandahåller information om hållbarhetsbedömda varor samt främjar produktutvecklingen mot en giftfri och god bebyggd miljö. (Byggvarubedömningen, 2015)

**OVK:** Obligatorisk ventilationskontroll som görs av certifierad kontrollant för att verifiera att byggnaden har ett gott inomhusklimat och att ventilationssystemen fungerar som det ska (Boverket, 2017-1).

**SGBC:** Förkortning för Sweden Green Building Council, en ideell förening grundat 2009 som arbetar med hållbart samhällsbyggande. År 2017 hade SGBC över 300 medlemmar bestående av företag och organisationer som är verksamma i bygg- och fastighetssektorn (SGBC, u.å-4)

**Sveby:** Ett utvecklingsprogram drivet av bygg- och fastighetsbranschen som fastställer standardiserade brukarindata för energianvändning i byggnader. Finansieras främst av Energimyndigheten (Sveby, u.å.).

**SundaHus:** SundaHus erbjuder fastighetsägare trygghet genom ett brett utbud av tjänster för medvetna materialval. Med ett webbaserat system och kvalificerad rådgivning är SundaHus en helhetslösning för att systematisera arbetet med att fasa ut farliga ämnen i en byggnads hela livscykel. (SundaHus, u.å.)

**U-värde:** Ett annat ord för värmegenomgångskoefficient, som anger hur välisolerande en byggnadsdel är. Ju lägre U-värde desto bättre värmeisolerande förmåga (Saint-Gobain Isover, u.å.-1)

## 9 Källförteckning

- Alltombostad. 2010. *Villa EKO - Ett miljövänligt hus av lättklinker*. Alltombostad.  
<https://www.alltombostad.se/villa-eko-ett-miljovanligt-hus-av-lattklinker-22649/nyhet.html>  
(Hämtad 2018-05-23)
- Arbetsmiljöverket. 2018. *Luft och ventilation*. <https://www.av.se/inomhusmiljo/luft-och-ventilation/>  
(Hämtad 2018-03-23)
- BASTA. 2018. *Om BASTA. BASTA*. <http://www.bastaonline.se/om-basta/basta/> (Hämtad 2018-04-10)
- Berggren, Björn och Larsson, Tomas. 2015. Malmö: Skanska & SBUF. *Undvik fel och fällor med köldbryggor i nyproduktion*.  
<http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/38a1ff38-f7a9-46d3-a87f-b5cef3151b92/FinalReport/SBUF%2012801%20Slutrapport%20Undvik%20fel%20och%20f%C3%A4llor%20med%20k%C3%B6ldbryggor.pdf> (Hämtad 2018-05-21)
- Block, Maria och Bokalders, Varis. 2014. *Byggekologi*. 3:e uppl. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.
- Boverket. u.å. *Miljöindikatorer - aktuell status*. Boverket.  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/> (Hämtad 2018-05-10)
- Boverket. 2007. *Indata för energiberäkningar i kontor och småhus*. Boverket.  
[https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2007/indata\\_for\\_energiberakning\\_i\\_kontor\\_och\\_smahus.pdf](https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2007/indata_for_energiberakning_i_kontor_och_smahus.pdf) (Hämtad 2018-03-23)
- Boverket. 2010. *Radon i inomhusmiljön*. Rapport. Boverket.  
<https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2011/radon-i-inomhusmiljon.pdf>  
(Hämtad 2018-04-21)
- Boverket. 2011. *Boverkets byggregler (föreskrifter och allmänna råd), BBR*. Boverket.  
<https://www.boverket.se/sv/lag--ratt/forfattningssamling/gallande/bbr---bfs-20116/> (Hämtad 2018-04-05)
- Boverket. 2014. *Atemp*. Boverket <https://www.boverket.se/sv/byggande/bygg-och-renovera-energieffektivt/Atemp/> (Hämtad 2018-03-13)
- Boverket. 2016. *Luft och ventilation i bostäder*. <https://www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/ventilation/luft-och-ventilation-i-bostader/> (Hämtad 2018-04-02)

Boverket. 2017. *Luft och ventilation i bostäder*. Boverket.  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/ventilation/luft-och-ventilation-i-bostader/> (Hämtad 2018-03-23)

Boverket. 2017-1. *OVK-obligatorisk ventilationskontroll*. Boverket.  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/ventilation/ovk/> (Hämtad 2018-04-10)

Boverket. 2017-2. *Ljudklassning*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/bullerskydd/ljudklassning/> (Hämtad 2018-03-23)

Boverket. 2017-3. *Dagsljus, solljus och belysning i byggnader*.  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/ljussolljus/> (Hämtad 2018-04-02)

Boverket. 2018. *Om miljöindikatorerna*. Boverket. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/om-miljoindikatorerna/> (Hämtad 2018-03-10)

Byggvarubedömningen. 2015. *Om oss*. Byggvarubedömningen.  
<https://byggvarubedomningen.se/om-oss/> (Hämtad 2018-05-19)

Bårtås, Lars. 2015. *Jämförelse FX- och FTX-ventilation*. Byggahus.se.  
<https://www.byggahus.se/varme/jamforelse-fx-ftx-ventilation> (Hämtad 2018-03-21)

Condair. Diagram över faktorer som påverkas av relativ luftfuktighet.  
<https://www.condair.se/Indirekta-halsoeffekter-av-relativ-luftfuktighet-i-inomhusmiljoer> (Hämtad 2018-03-26)

Dahlblom, Mats och Warfvinge, Catarina. 2010. *Projektering av VVS-installationer*. 1:12 uppl. Lund: Studentlitteratur AB.

Ekobyggportalen. u.å. *Passiv solvärme*. Ekobyggportalen. <http://ekobyggportalen.se/ovrig-fakta/passiv-solvärme/> (Hämtad 2018-03-25)

Ekologiska byggvaruhuset. u.å. *Avloppsvärmeväxlare - värmeåtervinning ur duschvatten*.  
Ekologiska byggvaruhuset. <https://www.ekologiskabyggvaruhuset.se/avloppsvärmeväxlare-varmeåtervinning-ur-duschvatten> (Hämtad 2018-03-23)

Elitfönster. u.å. *Elit Passiv*. Elitfönster.  
<http://web2.elitfönster.se/Archive/Documents/Produktblad/Produktblad%20Passiv.pdf> (Hämtad 2018-05-22)

Energi- och klimatrådgivningen. 2017. *Hushållsel faktablad*. Energi- och klimatrådgivningen  
<http://energiradgivningen.se/smahus/el-i-hemmet> (Hämtad 2018-03-25)

Energi- och klimatrådgivningen. 2017-1. *Fönster faktablad*. Energi- och klimatrådgivningen <https://energiradgivningen.se/smahus/fonster> (Hämtad 2018-03-25)

Energimyndigheten (2018). *Energiläget i siffror 2018*. Energimyndigheten. [http://www.energimyndigheten.se/globalassets/statistik/energilaget/energilaget-i-siffror-2018\\_20180419.xlsx](http://www.energimyndigheten.se/globalassets/statistik/energilaget/energilaget-i-siffror-2018_20180419.xlsx) (Hämtad 2018-04-21)

EQ Fönster. u.å. *Ju lägre U-värde desto bättre fönster*. EQ Fönster. <https://www.energifonster.nu/sv/tips-rad/vad-ar-u-varde.aspx> (Hämtad 2018-05-21)

Eriksson, Bengt J. 2016. *Reviderad prognos över behovet av nya bostäder till 2025 (Rapport 2016:18)*. Karlskrona: Boverket. <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2016/reviderad-prognos-over-behovet-av-nya-bostader-till-2025.pdf> (Hämtad 2018-05-12)

European Commission. 2016. *Reach*. European Commission. [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_en.htm) (Hämtad 2018-04-15)  
Gar-Bo. 2016. *TÅTA HUS – en rapport om varför och hur vi ska bygga lufttätt*. Gar-Bo: Stockholm. <https://www.gar-bo.se/sites/default/files/uploads/rapport-tata-hus.pdf> (Hämtad 2018-03-23)

Folkhälsomyndigheten. 2017. *Temperatur inomhus*. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/inomhusmiljo-allmanna-lokaler-och-platser/temperatur/> (Hämtad 2018-04-02)

Heincke, Catrin och Olsson, Daniel. 2012. *Grönt helt enkelt*. Kvänum: Swegon Air Academy.

Henrysson, Bertil och Thulin, Marika. u.å. *KUNO*. Henrysson & Thulin. <https://henryssonthulin.se/kuno.php> (Hämtad 2018-03-15)

Holme, Idar Magne och Solvang, Bernt Krohn. 1997. *Forskningsmetodik*. 3. uppl. Lund: Studentlitteratur.

Isover. *Isoverboken*. 2007. Isover. <https://www.isover.se/sites/isover.se/files/assets/documents/isoverbokenpdf.pdf> (Hämtad 2018-05-22)

Karlsson Hjort. Hans-Olof, 2000. *Lågfrekvent buller i boendemiljön*. Rapport. Boverket. [https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2000/lagfrekvent\\_buller\\_i\\_boende\\_miljon.pdf](https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2000/lagfrekvent_buller_i_boende_miljon.pdf) (Hämtad 2018-03-23)

Kemikalieinspektionen. 2017. *Översiktstabell*. Kemikalieinspektionen. <https://www.kemi.se/prio-start/kriterier/oversiktstabell/> (Hämtad 2017-04-15)

Leca. u.å. *Tungt byggande är bättre för miljön*. Leca. <https://www.leca.se/lanad-fran-naturen/konstruktion/tungt-byggande-ar-battre-miljon/> (Hämtad 2018-04-16)

Levin, Per. 2017. *Sveby PM – Förtydligande av areadefinitioner för tempererad golvarea, köldbryggor och lufttäthetsmätningar*. Sveby. <http://www.sveby.org/wp-content/uploads/2017/04/Sveby-PM-areor-170428.pdf> (Hämtad 2018-03-13)

Lågan - för energieffektiva byggnader. 2013. *Energi- och miljöklassning av byggnader i Sverige*. Lågan - för energieffektiva byggnader. [http://www.laganbygg.se/UserFiles/Projekt/LAGAN\\_Energi\\_o\\_miljoklassning.pdf](http://www.laganbygg.se/UserFiles/Projekt/LAGAN_Energi_o_miljoklassning.pdf) (Hämtad 2018-03-15)

Arpad Lööv. 2002. *Radonsammanställning*. Rapport. Länsstyrelsen Skåne. <http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/sv/publikationer/2002/200229.pdf> (Hämtad 2018-04-21)

Naturvårdsverket. 2013. *FNs klimatpanel 2013 - Den naturvetenskapliga grunden*. Stockholm: Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6592-8.pdf?pid=10117>

Naturvårdsverket. 2017-1. *Fakta om klimat*. Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/> (Hämtad 2018-05-10)

Naturvårdsverket. 2017-2. *Sveriges miljömål*. Naturvårdsverket. <https://www.miljomal.se/Miljomalen/> (Hämtad 2018-05-10)

Miljömärkning Sverige AB. u.å. *Varför miljömärkt?*. Miljömärkning Sverige AB. <http://www.svanen.se/Om-oss/Varfor-miljomarkt/> (Hämtad 2018-03-14)

NCC. 2018. *Miljöcertifiering vinner alla på*. <https://www.ncc.se/vart-erbjudande/bygg/bygga-kontor/miljocertifiering-vinner-alla-pa/> (Hämtad 2018-03-12)

NIBE. u.å. *NIBE F730 - Översikt*. NIBE. <https://proffs.nibe.se/produkter/franluftsvarmepumpar/nibe-f730/> (Hämtad 2018-05-21)

Nordisk Miljömärkning. 2016. *Svanenmärkning av Småhus, flerbostadshus och byggnader för skola och förskola*. Nordisk Miljömärkning. <http://www.svanen.se/Vara-krav/Svanens-kriterier/kriterie/?productGroupID=52> (Hämtad 2018-03-16)

Nordisk Miljömärkning. 2018. *Om Svanenmärkta småhus, flerbostadshus och byggnader för skola och förskola*. Nordisk Miljömärkning. <http://www.svanen.se/Vara-krav/Svanens-kriterier/kriterie/?productGroupID=52> (Hämtad 2018-04-09)

Regeringen. 2016. *Överenskommelse om den svenska energipolitiken*. Regeringen. <https://www.regeringen.se/artiklar/2016/06/overenskommelse-om-den-svenska-energiolitiken/> (Hämtad 2018-05-20)

Regenair Scandinavia. u.å. *RGS-serien*. Regenair Scandinavia. <http://regenair-scandinavia.se/produkter/rgs/> (Hämtad 2018-05-15)

Saint-Gobain Isover. u.å. *Ytterväggar*. Saint-Gobain Isover. <https://www.isover.se/applications/yttervaggar> (Hämtad 2018-05-22)

Saint-Gobain Isover. u.å-1. *Vad är U-värde?*. Saint-Gobain Isover. <https://www.isover.se/vad-ar-u-varde> (Hämtad 2018-05-22)

Sandin, Kenneth. 2010. *Praktisk byggnadsfysik*. 1:6 uppl. Lund: Studentlitteratur AB.

SGBC. u.å. *BREEAM-SE*. SGBC. <https://www.sgbc.se/om-breeam-se-meny> (Hämtad 2018-03-11).

SGBC. u.å-1. *GreenBuilding*. SGBC. <https://www.sgbc.se/om-greenbuilding> (Hämtad 2018-03-11).

SGBC. u.å-2. *LEED*. SGBC <https://www.sgbc.se/var-verksamhet/leed> (Hämtad 2018-03-11).

SGBC. u.å-3. *Miljöbyggnad*. SGBC. <https://www.sgbc.se/om-miljoebyggnad> (Hämtad 2018-03-12)

SGBC. u.å-4. *Om oss*. <https://www.sgbc.se/om-oss> (Hämtad 2018-03-12)

SGBC. u.å-5. *Dokument och manualer för Miljöbyggnad 3.0 171207*. <https://www.sgbc.se/miljoebyggnad-3-0-manualer-och-verktyg-m-m> (Hämtad 2018-03-21)

SGBC. 2015. *Nu lanserar vi GreenBuilding för bostäder, pressmeddelande 2015-12-01*. SGBC. <https://www.sgbc.se/nyheter/1023-nu-lanserar-vi-greenbuilding-for-bostader> (Hämtad 2018-03-11).

SGBC. 2016. *GreenBuilding bedömningsgrunder för nyproducerade byggnader*. SGBC. <https://www.sgbc.se/docman/greenbuilding-2016/634-ny-byggnad-gb-bedomningsgrunder-vers-3-160126/file> (Hämtad 2018-03-14)



SGBC. 2017. *Miljöbyggnad 3.0 Metodik Version 170510*. SGBC.  
<https://www.sgbc.se/docman/miljobyggnad-2017/950-3-0-mb-metodik-170510-vers-170915-1/file> (Hämtad 2018-03-11).

SGBC. 2017-1. BREEAM-SE Nybyggnad 2017 Teknisk Manual 1.0. SGBC  
<https://www.sgbc.se/docman/breeam-2017/1012-breeam-se-2017-1-0-swedish-version/file>  
(Hämtad 2018-03-16)

SGBC. 2017-2. *Miljöbyggnad 3.0 Bedömningskriterier för nyproducerade byggnader*. SGBC.  
<https://www.sgbc.se/docman/bgo-2014/947-3-0-mb-nyproduktion-170510-vers-170915/file>  
(Hämtad 2018-03-11).

SGBC. 2018. *Statistik*. SGBC. <https://www.sgbc.se/statistik> (Hämtad 2018-03-12)

SMHI. 2015. *Klimatförändringar orsakade av människan*. SMHI.  
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimatforandringar-orsakade-av-manniskan-1.3833>  
(Hämtad 2018-05-10)

SundaHus. u.å. *Om oss*. SundaHus. <https://www.sundahus.se/om-oss/> (Hämtad 2018-05-22)

Svanen. u.å. *Svanen*. <http://www.svanen.se/Om-oss/Vara-miljomarkningar/Svanen/> (Hämtad 2018-03-16)

Svanen u.å-1. *Vanliga frågor om Svanen*. <http://www.svanen.se/Om-oss/Fragor-och-svar/Svanen/> (Hämtad 2018-03-16)

Sveby. u.å. *Om Sveby*. Sveby.  
<http://www.sveby.org/om-sveby/> (Hämtad 2018-04-08)

Sveby 2016. *Sveby PM – hantering av tappvarmvattenenergianvändning i beräkning, mätning och verifiering* (Pressmeddelande från Sveby 2016).

Svensk byggtjänst. u.å. *BSAB - för bättre kommunikation*. Svensk byggtjänst.  
<https://bsab.byggtjanst.se/bsab/om> (Hämtad 2018-04-10)

Svenskt trä. u.å. *Trä är ett hållbart byggmaterial*. Svenskt trä. <https://www.svensktra.se/om-tra/att-valja-tra/tra-och-miljo/tra-ar-ett-hallbart-byggmaterial/> (Hämtad 2018-04-16)

Svenskt trä. 2003. *Miljö*. Svenskt trä. <https://www.traguiden.se/om-tra/miljo/> (Hämtad 2018-04-16)

Sveriges Centrum för Nollenergihus. 2012. *FEBY 12 - Kravspecifikation för nollenergihus, passivhus och minienergihus*. Sveriges Centrum för Nollenergihus.  
<https://www.feby.se/dokument/Kravspecifikation%20FEBY12%20-%20bostader%20sept.pdf>

(Hämtad 2018-05-20)

USGBC. 2013. *New Options in LEED Address Unique Challenges Posed by European Built Environment*. USGBC. <https://www.usgbc.org/articles/new-options-leed-address-unique-challenges-posed-european-built-environment> (Hämtad 2018-03-15)

USGBC. 2018-2. *Country Market Brief:Sweden*. USGBC. <https://www.usgbc.org/advocacy/country-market-brief> (Hämtad 2018-03-11).

USGBC, 2018-1. *Free Course:Introduction to LEED*. SGBC <https://www.usgbc.org/articles/free-course-introduction-leed-v4> (Hämtad 2018-03-13)

USGBC, 2018-3. *LEED V4*. USGBC <https://www.usgbc.org/guide/bdc> (Hämtad 2018-03-14)

USGBC, 2018-4. *Certification guides lead projects through the LEED process*. USGBC. <https://new.usgbc.org/cert-guide> (Hämtad 2018-03-15)

WBDG. 2016. *GREEN BUILDING STANDARDS AND CERTIFICATION SYSTEMS*. Stephanie Vierra, Assoc. AIA, LEED AP BD+C <https://www.wbdg.org/resources/green-building-standards-and-certification-systems>  
(Hämtad 2018-03-12)

WGBC. u.å-1. *Our Story*. <http://www.worldgbc.org/our-story> (Hämtad 2018-03-12)

WGBC. u.å. *About Green Building*. <http://www.worldgbc.org/what-green-building> (Hämtad 2018-03-12)

WGBC. 2018. *Our Green Building Councils*. WGBC <http://www.worldgbc.org/our-green-building-councils> (Hämtad 2018-03-12)

Öresundskraft. u.å. *Våra elpriser för privatpersoner*. Öresundskraft. <https://oresundskraft.se/privat/produkter-tjaenster/elhandel/elpriser/> (Hämtad 2018-05-23)

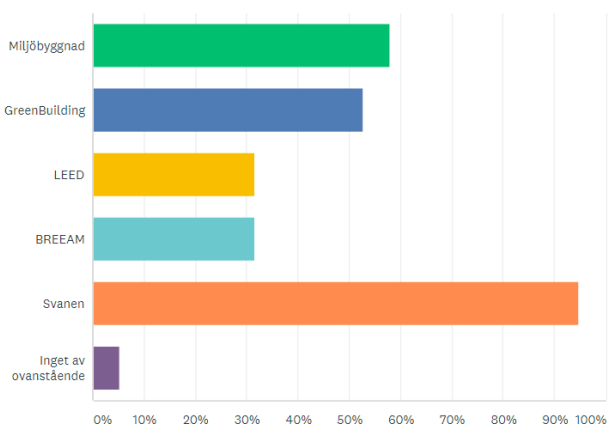
# 10 Appendix

## Bilaga 1 – Enkätresultat

F1

Vilket/vilka av följande miljöcertifieringssystem känner ni till?

Svarade: 19 Hoppade över: 0

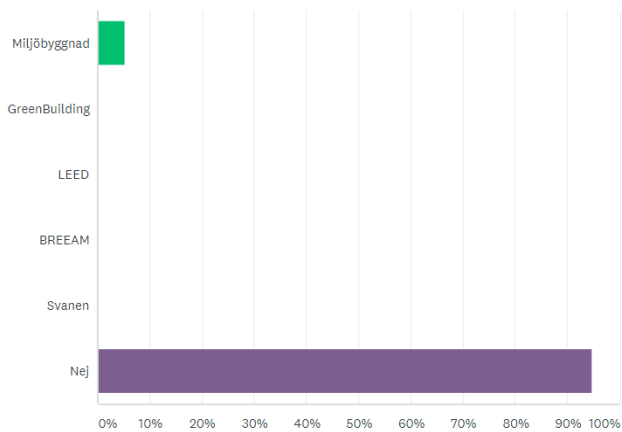


SVARSVAL	SVAR
▼ Miljöbyggnad	11
▼ GreenBuilding	10
▼ LEED	6
▼ BREEAM	6
▼ Svanen	18
▼ Inget av ovanstående	1
<b>Totalt antal svarande: 19</b>	

F2

Har ni som företag idag något/några småhus certifierade enligt något av följande miljöcertifieringssystem?

Svarade: 19 Hoppade över: 0

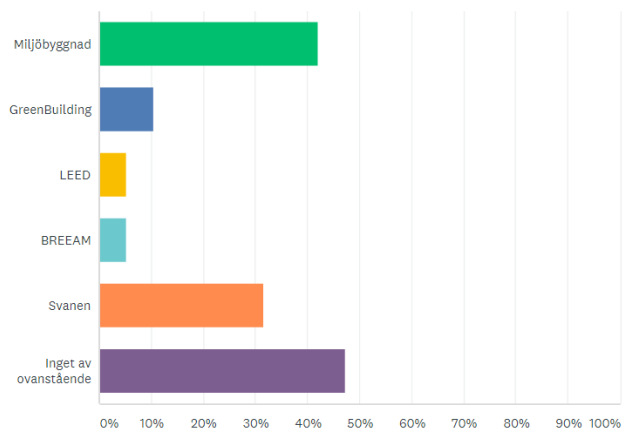


SVARSVAL	SVAR
▼ Miljöbyggnad	1
▼ GreenBuilding	0
▼ LEED	0
▼ BREEAM	0
▼ Svanen	0
▼ Nej	18
<b>Totalt antal svarande: 19</b>	

### F3

Om "Nej" på fråga 2, vilket system hade ni varit intresserade av vid en certifiering av småhus?

Svarade: 19 Hoppade över: 0

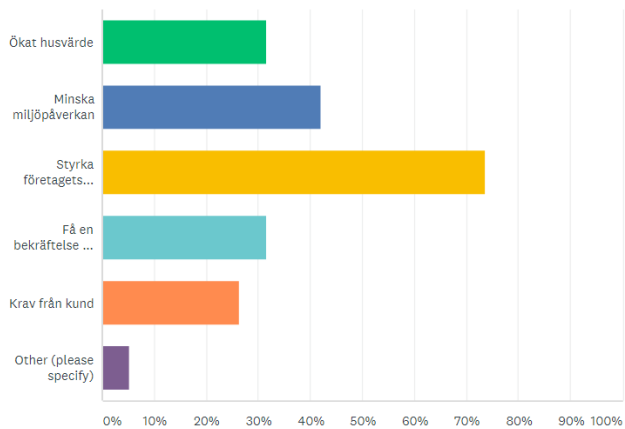


SVARSVAL	SVAR
▼ Miljöbyggnad	8
▼ GreenBuilding	2
▼ LEED	1
▼ BREEAM	1
▼ Svanen	6
▼ Inget av ovanstående	9
<b>Totalt antal svarande: 19</b>	

#### F4

Om "Nej" på fråga 2, vilka potentiella anledningar skulle ni ha för att miljöcertifiera?

Svarade: 19 Hoppade över: 0

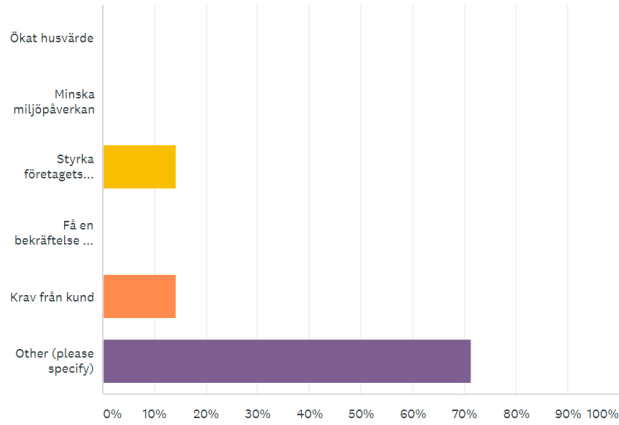


SVARSVAL	SVAR
▼ Ökat husvärde	6
▼ Minska miljöpåverkan	8
▼ Styrka företagets miljöprofil	14
▼ Få en bekräftelse på husets kvalitet	6
▼ Krav från kund	5
▼ Other (please specify)	1
<b>Totalt antal svarande: 19</b>	

**F5**

Om ja på fråga 2, vilka var anledningarna till ert val att miljöcertifiera?

Svarade: 7 Hoppade över: 12



SVARSVAL	SVAR
▼ Ökat husvärde	0
▼ Minska miljöpåverkan	0
▼ Styrka företagets miljöprofil	1
▼ Få en bekräftelse på husets kvalitet	0
▼ Krav från kund	1
▼ Other (please specify)	5
<b>Totalt antal svarande: 7</b>	

Visar 5 svar

Har ingen miljöcertifiering idag

2018-04-11 08:49

Ingen

2018-04-10 17:05

Svarat nej

2018-04-09 16:00

-

2018-04-09 10:53

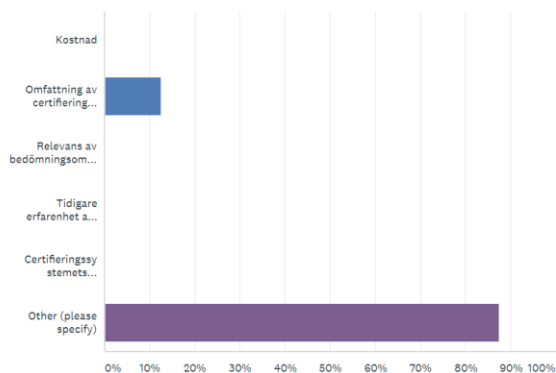
Ej aktuellt

2018-04-09 08:56

F6

Om ja på fråga 2, vilka faktorer avgjorde ert val av certifieringssystem?

Svarade: 8 Hoppade över: 11



SVARSVAL	SVAR
▼ Kostnad	0
▼ Omfattning av certifieringsprocessen	1
▼ Relevans av bedömningsområden	0
▼ Tidigare erfarenhet av certifieringssystemet	0
▼ Certifieringssystemets utberedning	0
▼ Other (please specify)	7
<b>Totalt antal svarande: 8</b>	

Visar 7 svar

Se svar pkt 5

2018-04-11 08:49

Inget

2018-04-10 17:05

nej på fråga 2

2018-04-10 14:51

Svarat nej

2018-04-09 16:00

kundkrav

2018-04-09 13:21

-

2018-04-09 10:53

Ej aktuellt

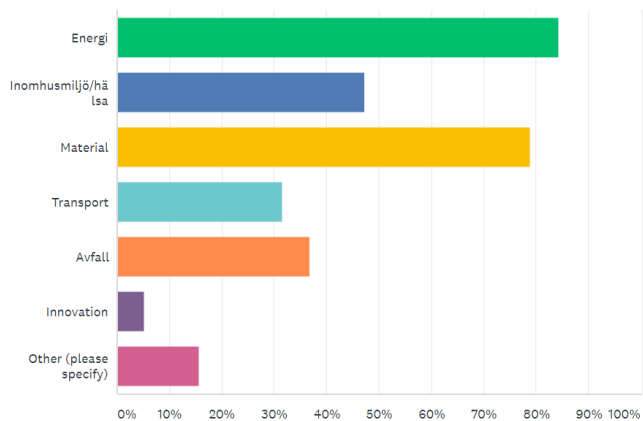
2018-04-09 08:56



## F7

Vilka av följande områden anser ni mest relevanta att bedöma vid en certifiering?

Svarade: 19 Hoppade över: 0



SVARSVAL	SVAR
▼ Energi	16
▼ Inomhusmiljö/hälsa	9
▼ Material	15
▼ Transport	6
▼ Avfall	7
▼ Innovation	1
▼ Other (please specify)	3

**Totalt antal svarande: 19**

Visar 3 svar

Framtida påverkan

2018-04-18 12:32

LCA

2018-04-10 16:04

livscykelanalysen

2018-04-08 19:36

## Bilaga 2 – Beräkning för indikator 1 – Värmeeffektbehov

### Indikator 1 Värmeeffektbehov i nyproducerad byggnad

Miljöbyggnad MB3 Version 180222

170919 Rättat felvisning av DVUT  
171117 Rättat hantering av kompressoreffekt. Och kompletterat med byggnadsdel mot t ex ej helt uppvärmt garage.  
180222 Ruta för att ange temperaturfall över FVP:s förångare

Byggnad	KUNO
Eventuell kommentar	Projekt Romben/Cylindern



Beräknat värmeeffektbehov $W/m^2 A_{om}$	20,6	BRONS
--	------	-------

Areor och klimat	
$A_{temp}$ , m <sup>2</sup>	129,4
Andel bostäder av $A_{temp}$ i %	100%
Andel lokaler av $A_{temp}$ i %	0%
$F_{geo}$ , se filik	0,9
Omslutningsarea, obs $A_{om}$ , m <sup>2</sup>	430
Inomhustemperatur, °C	21
Klimatort	Ängelholm
Tidskonstant, dygn	7
DVUT, °C	-9,6
Värmeeffektbehov $W/m^2 A_{temp}$	68,5

Gränser för den aktuella byggnaden. Beror på andel bostäder och lokaler och aktuell  $F_{geo}$ .

BRONS	SILVER	GULD
22,5	18,0	13,5

Enligt manual MB3 nyproduktion,  $W/m^2 A_{om}$

Indikator 1	BRONS	SILVER	GULD
Bostäder	$\leq 25 * F_{geo}$	$\leq 20 * F_{geo}$	$\leq 15 * F_{geo}$
Lokalbyggnader	$\leq 30 * F_{geo}$	$\leq 24 * F_{geo}$	$\leq 18 * F_{geo}$

Transmissionsförluster		
Byggnadsdel	Delarea m <sup>2</sup>	U-värde W/K,m <sup>2</sup>
Fönster 2-Gl Energi Ar red	54,82	1,1
Vägg Lecaskal	96,8	0,16
Tak TRP	129,4	0,109
Golv zon 1	50	0,103
Golv zon 2	99,1	0,082

Ventilationsförluster för FTX	
FTX aggregat typ 1	
Luftflöde, l/s	
Temperaturverkningsgrad	
FTX aggregat typ 2	
Luftflöde, l/s	0
Temperaturverkningsgrad	0%
FTX aggregat 4	
Luftflöde, l/s	0
Temperaturverkningsgrad	0%

Ventilationsförluster om F el FVP finns	
Frånluftens flöde, l/s	50
Frånluftens temperaturfall FVP	19,89
VP:s kompressoreffekt i W	4500

Luftläckage genom klimatskärmen	
Lufttäthet, l/s, m <sup>2</sup> A <sub>om</sub> vid 50 Pa	0,23
Luftläckageflöde, l/s	4,9

Köldbryggor		
Om köldbryggor anges i %:		0,0%
Om köldbryggor specificeras:	Längd, m	psi, W/m,K
Bjälklagskanter	0	0
Socket	0	0
Tak-yttervägg	0	0
Smyg Lecaskal	103,7	0,113
	0	0
	0	0

$U_{medel}$ för kontroll, $W/m^2 A_{om}/K$	0,267
--	-------

## Bilaga 3 – Beräkning för indikator 2 – Solvärmelast

Solvärmelasten beräknas enligt:

$$SVL = 560 \cdot g_{syst} \cdot \frac{A_{glas\ v}}{A_{rum}} + 560 \cdot g_{syst} \cdot \frac{A_{glas\ s}}{A_{rum}}$$

Där bedömda rummets area:

$$A_{rum} = 4,35 \cdot 4,35 + 6,60 \cdot 5,20 + 4,39 \cdot 3,08 + 6,38 \cdot 1,94 = 79\ m^2$$

G-värde för berörda fönster:

$$g_{syst} = 0,5 \text{ (enligt produktspecifikation för Elitfönster Original Alu)}$$

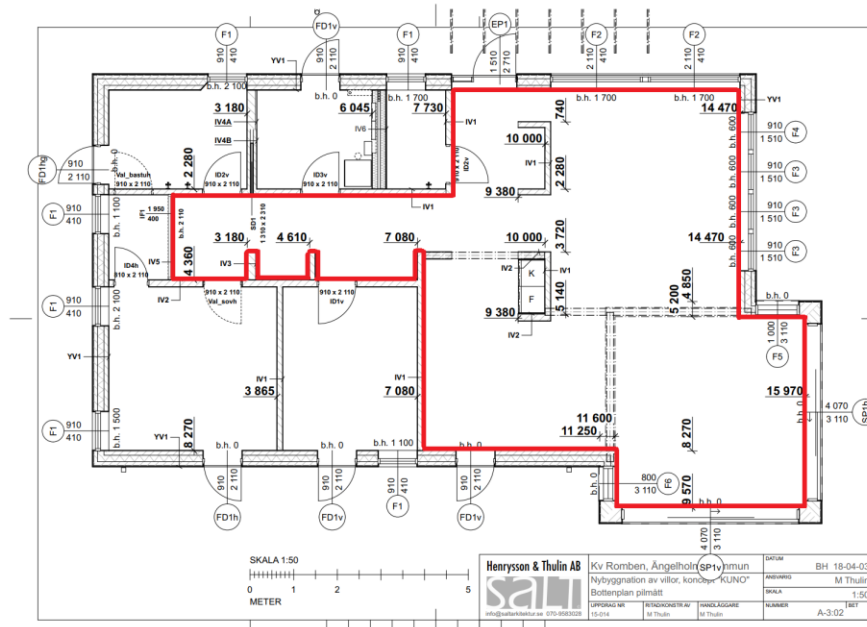
Area för glasdörr enl. planritning:

$$SP1: A_{glas\ v} = 4,07 \cdot 3,11 = 12,66\ m^2$$

Area för fönster enl. planritning:

$$F6: A_{glas\ s} = 0,80 \cdot 3,11 = 2,49\ m^2$$

$$\text{Solvärmelast: } SVL = 560 \cdot 0,50 \cdot \frac{12,66}{79} + 560 \cdot 0,50 \cdot \frac{2,49}{79} = 53,7\ W/m^2$$

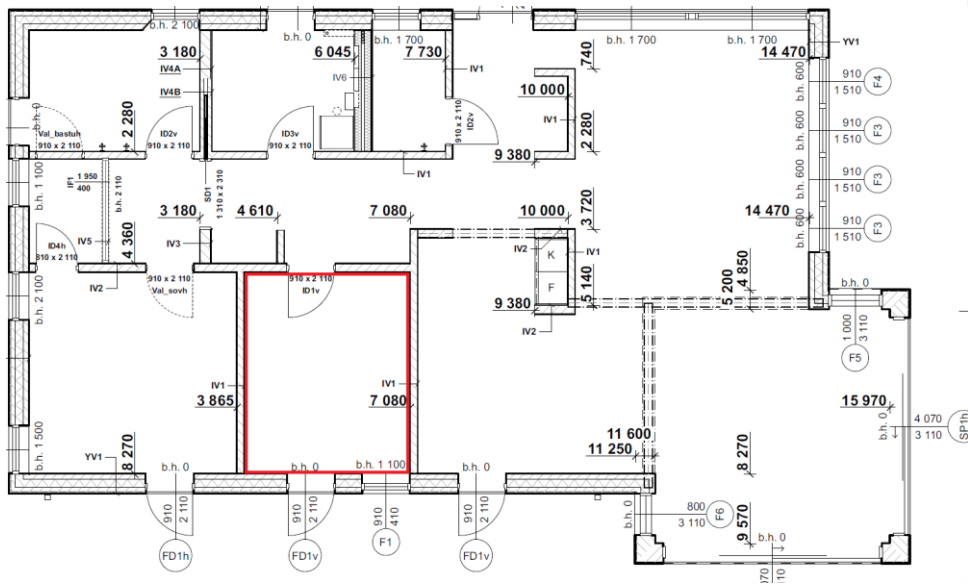


## Bilaga 4 – Beräkning för indikator 11 – Dagsljus

Fönsterglasandelen beräknas enligt följande ekvation, med en antagen avskärningsvinkel <math><45^\circ</math>:

$$AF = \frac{A_{glas}}{A_{gotv}}$$

Från planlösningen bedöms vilket som är det kritiska rummet, därefter beräknas  $AF$  för markerat rum. (Kritiska rummet)



$A_{golv}$  beräknas utifrån mått på ritning.

$$A_{golv} = 3,095 \cdot 3,765 = 11,653 \text{ m}^2$$

$A_{glas}$  beräknas utifrån mått på ritning.

$$A_{glas} = 0,91 \cdot 0,41 + 0,91 \cdot 2,11 = 2,29$$

$$AF = \frac{2,29}{11,653} = 19,6\%$$

## Bilaga 5 – Energiberäkning

### INDATA

#### Kommentarer

VERIFIERAD ENERGIBERÄKNING 2018-05-15

Beräkningsresultat : 36,3 kWh/kvm\*år

Påslag för förluster för vädring med 1,33 kWh/kvm\*år

Påslag för förluster för forcering av köksfläkt med 0.687 kWh/kvm\*år

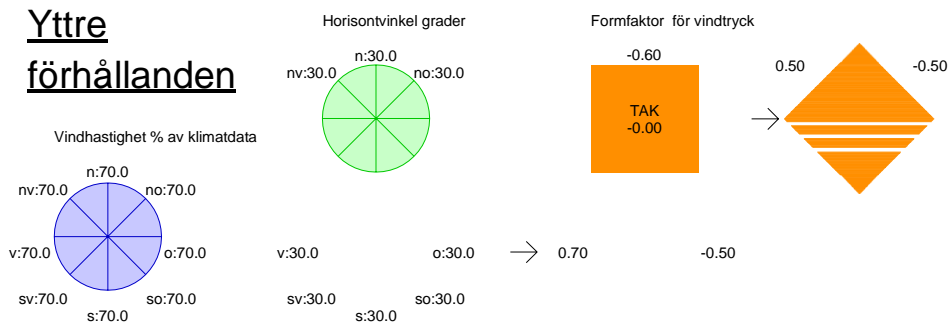
Påslag för förluster genom hushållsenergi med 4 kWh/kvm\*år

Totalt resultat: 42,32 kWh/kvm\*år (Krav 50 kWh/kvm\*år)

Värmepump är spärrad på 4,5 kW.

Täthetsprovning enligt SS-EN 13829 är utförd. Resultatet uppfyller kravet på täthet enligt beräkning.

### Yttre förhållanden



Solreflektion från mark: 30.00 [%]

Luftryck: 1013 [hPa]

Markegenskaper värmeledningstal: 1.4 [W/m\*K]

Lera, dränerad sand, dränerat grus.

### Klimatdata

Klimatfil: MALMÖ 1996-2005 Låtitud: 55.6 grader

	Högsta värde	Medelvärde	Minsta värde	
Utetemperatur	26.7	8.4	-9.6	°C
Vindhastighet	18.1	4.8	0.1	m/s
Solstrålning global	931.0	113.1	0.0	W/m²



VIP-Energy 4.1.3

Datum: 2018-05-15 Sign: KA

95

Projekt: Cylindern 11-17

Beskrivning: Nybyggnad enbostadshus

Projektfil: C:\Users\User\OneDrive - Haradal Byggkonsult AB\Haradal Byggkonsult AB\Projekt\2016\16025 Par alleltrapetsen\Energi\Verifiering Cylindern med solpaneler.VIP

Utfört av: Karin Amandusson

Företag: Haradal Byggkonsult AB

Relativ fuktighet utomhus	100.0	82.3	38.0	%
Dimensionerande utetemperatur för uppvärmning	-9.4	°C		
Dimensionerande utetemperatur för kylning	100.0	°C		

### Byggnad

Golvarea (ga) 129.4 [m<sup>2</sup>]

Antal lägenheter 1

Beskrivning	Bygghedelstyp	Orientering	Rotation [°]	Lutning [°]	Mängd Area m <sup>2</sup> Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp. °C	U- Psi- Chi- värde med mark och D-U
Golv zon 1	Golv Btg vattengolv	PPM 0-1 m	0.0	0.0	50.0 m <sup>2</sup>	0.0	0.0		0.103 W/m <sup>2</sup> K
Golv zon 2	Golv Btg vattengolv	PPM 1-6 m	0.0	0.0	99.1 m <sup>2</sup>	0.0	0.0		0.082 W/m <sup>2</sup> K
Tak	Tak TRP	TAK	0.0	0.0	129.4 m <sup>2</sup>	0.0	0.0		0.109 W/m <sup>2</sup> K
Yttervägg	Vägg Lecaskal	SYDVÄST	0.0	0.0	28.6 m <sup>2</sup>	0.0	3.0		0.160 W/m <sup>2</sup> K
Fönster	2-Gl Energi År red	SYDVÄST	0.0	0.0	18.9 m <sup>2</sup>	0.0	2.1		1.100 W/m <sup>2</sup> K
Smyg	Smyg Lecaskal	SYDVÄST	0.0	0.0	28.4 m	0.0	0.0		0.113 W/mK



VIP-Energy 4.1.3

Datum: 2018-05-15 Sign: KA

96

Projekt: Cylindern 11-17

Beskrivning: Nybyggnad enbostadshus

Projektfil: C:\Users\User\OneDrive - Haradal Byggkonsult AB\Haradal Byggkonsult AB\Projekt\2016\16025 Par alleltrapetsen\Energi\Verifiering Cylindern med solpaneler.VIP

Utfört av: Karin Amandusson

Företag: Haradal Byggkonsult AB

Beskrivning	Bygghelstyp	Orientering	Rotation [°]	Lutning [°]	Mängd Area m <sup>2</sup> Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angräns- ande temp. °C	U- Psi- Chi- värde med mark och D-U
Yttervägg	Vägg Lecaskal	NORDVÄST	0.0	0.0	12.8 m <sup>2</sup>	0.0	3.0		0.160 W/m <sup>2</sup> K
Yttervägg	Vägg Lecaskal	NORDOST	0.0	0.0	32.0 m <sup>2</sup>	0.0	3.0		0.160 W/m <sup>2</sup> K
Yttervägg	Vägg Lecaskal	SYDOST	0.0	0.0	23.4 m <sup>2</sup>	0.0	3.0		0.160 W/m <sup>2</sup> K
Fönster	2-Gl Energi Ar red	NORDVÄST	0.0	0.0	18.3 m <sup>2</sup>	0.0	2.1		1.100 W/m <sup>2</sup> K
Fönster	2-Gl Energi Ar red	NORDOST	0.0	0.0	12.1 m <sup>2</sup>	0.0	2.1		1.100 W/m <sup>2</sup> K
Fönster	2-Gl Energi Ar red	SYDOST	0.0	0.0	5.52 m <sup>2</sup>	0.0	2.1		1.100 W/m <sup>2</sup> K
Smyg	Smyg Lecaskal	NORDVÄST	0.0	0.0	20.6 m	0.0	0.0		0.113 W/mK
Smyg	Smyg Lecaskal	NORDOST	0.0	0.0	34.6 m	0.0	0.0		0.113 W/mK
Smyg	Smyg Lecaskal	SYDOST	0.0	0.0	20.1 m	0.0	0.0		0.113 W/mK
Innerväggar	90 leca	INNER 1	0.0	0.0	98.4 m <sup>2</sup>	0.0	0.0		1.614 W/m <sup>2</sup> K

### Drifftider

Driftfall	Veckodagar	Veckonr	Tid
Småhus inkl reglerf.	Måndagar, Tisdagar, Onsdagar, Torsdagar, Fredagar, Lördagar, Söndagar	1 - 53	0 - 24

### Ventilationsaggregat

Aggregatnamn	Tilluft Fläkttryck Pa	Verkningsgr. %	Frånluft Fläkttryck Pa	Verkningsgr. %	Reglerfall	Tidsschema
FX	500.00	65.00	500.00	65.00	FX	Småhus

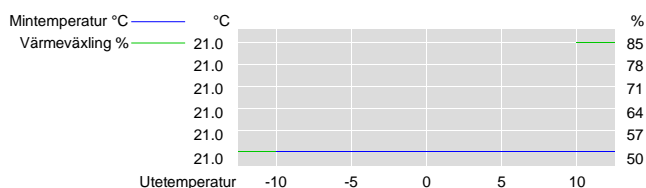
### Ventilationstider

Tidsschema	Veckodagar	Tilluft l/s,m <sup>2</sup>	Frånluft l/s,m <sup>2</sup>	Veckonr	Tid
Småhus	Måndagar, Tisdagar, Onsdagar, Torsdagar, Fredagar, Lördagar, Söndagar	0.350	0.350	1 - 53	0 - 24

### Reglerfall

#### FX

Frånluft kopplad till FVP  
Värmeåtervinning vid värmebehov i rum  
Ansluten till vattenvärmsystem  
Låst verkningsgrad för värmeväxling



## Värmepumpar vattenburen värme

Namn Andel av totalt vattenflöde %

NIBE F730 100.0 %  
Ackumulatortank 0.0 m<sup>3</sup> Seriekopplad





VIP-Energy 4.1.3

Datum: 2018-05-15 Sign: KA

97

Projekt: Cylindern 11-17

Beskrivning: Nybyggnad enbostadshus

Projektfil: C:\Users\User\OneDrive - Haradal Byggkonsult AB\Haradal Byggkonsult AB\Projekt\2016\16025 Par  
alleltrappetsen\Energi\Verifiering Cylindern med solpaneler.VIP

Utfört av: Karin Amandusson

Företag: Haradal Byggkonsult AB

## Namn: NIBE F730

Värmekälla: Frånluftsvärme

Köldmedietyp: R407C

Temperatur förångning: -30.0°C - +40.0°C kondensering: +10.0°C - +84.0°C

Lägsta temperatur kalla sidan: -15.0°C

Högsta temperatur varma sidan: 58.0°C

Värme till värmesystem(Prioriterat) och tappvarmvatten

Varvvalsreglering Lägsta varvtal: 20% Högsta varvtal: 121% Relativt provningsdata

Provningsstandard EN14511

Avgiven värmeeffekt: 4680.0W

Värmefaktor: 2.5

Frånluftsföde: 50.0l/s

Temperatur värmebärare: 45.0°C

## Tappvarmvatten

Temperatur kallvatten: 8.0 °C

Temperatur tappvarmvatten: 55.0 °C

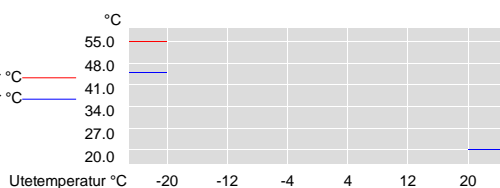
## Vattenvärmesystem

Reglering av framledningstemperatur mot utomhustemperatur

Framledningstemperatur °C

Returtemperatur °C

Andel rumsvärmare anslutna till vattenburen värme: 100.0 %



## Kylförsörjning

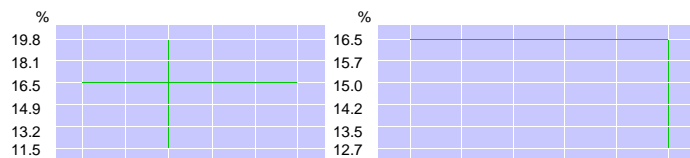
Passiv kylförsörjning

Max relativ fuktighet i rumsluft: 100.0 %

## Solceller

Verkningsgrad utrustning: 90.0 %

Export av sole till elnätet



## Solcellstyper

Solcellstyp:

Polykristallin

Verkningsgrad: 16.5 %

Intensitetskoefficient: 0.38 %/W

Temperaturkoefficient 1: -0.40 %/K

Soleffekt min: 0 W/m<sup>2</sup>

Högsta temperatur: 200 °C

Lägsta temperatur: -25 °C

Värmeabsorptionsfaktor: 80.00 %

Värmekapacitet: 0.00 J/K

Värmeförlustfaktor: 100.00 %



VIP-Energy 4.1.3

Datum: 2018-05-15 Sign: KA

98

Projekt: Cylindern 11-17

Beskrivning: Nybyggnad enbostadshus

Projektfil: C:\Users\User\OneDrive - Haradal Byggkonsult AB\Haradal Byggkonsult AB\Projekt\2016\16025 Par alleltrapetsen\Energi\Verifiering Cylindern med solpaneler.VIP

Utfört av: Karin Amandusson

Företag: Haradal Byggkonsult AB

## Solceller

## Exponering

-25 0 25 50 75 100 0 200 400 600 800 1000  
Temperatur Soleffekt

Beskrivning	Paneltyp	Orientering [°]	Rotation [°]	Lutning [°]	Area [m <sup>2</sup> ]	Lägsta nivå[m]	Högsta nivå[m]	Skuggningstyp
Solceller	Polykristallin	VÄSTER	0.0	5.0	19.7	0.0	0.0	
Solceller	Polykristallin	ÖSTER	0.0	5.0	19.7	0.0	0.0	



VIP-Energy 4.1.3

Datum: 2018-05-15 Sign: KA

99

Projekt: Cylindern 11-17

Beskrivning: Nybyggnad enbostadshus

Projektfil: C:\Users\User\OneDrive - Haradal Byggekonsult AB\Haradal Byggekonsult AB\Projekt\2016\16025 Par alleltrapetsen\Energi\Verifiering Cylindern med solpaneler.VIP

Utfört av: Karin Amandusson

Företag: Haradal Byggekonsult AB

## RESULTAT

Beräkningsperiod Dagar: 1 - 365

Beräkningsdatum: 2018-05-15 17:10:19

## Energibalans per månad

Period	Avgiven energi [kWh]					Tillförd energi [kWh]							
	(23) Trans- mission	(24) Luft- läckage	(21) Ventila- tion	(28) Spill- vatten	Kyla	(27) Sol- energi fönster	(20) Åter- vinning vent	(19) Åter- vinning VP	(56+57) Sol- cell	(25) Person- värme	(45) Process- energi intern	(33) Värme- försörj- ning	(34) El- försörj- ning
Mån 1	1714	51	846	264	0	42	554	866	50	119	197	581	465
Mån 2	1525	45	753	238	0	80	496	772	99	108	167	472	367
Mån 3	1552	43	775	264	0	241	530	786	166	119	157	302	336
Mån 4	1165	29	614	255	0	544	452	459	173	116	120	36	163
Mån 5	935	21	512	264	8	697	402	216	189	119	92	14	58
Mån 6	842	18	466	255	146	742	372	185	184	116	86	0	43
Mån 7	719	14	401	264	277	737	319	194	184	119	92	-0	45
Mån 8	657	11	360	264	164	535	284	194	162	119	105	0	53
Mån 9	732	12	381	255	4	362	301	226	123	116	126	4	75
Mån 10	976	19	492	264	0	110	379	631	109	119	162	10	223
Mån 11	1291	32	644	255	0	46	467	823	64	116	186	125	393
Mån 12	1609	46	801	264	0	32	539	865	35	119	198	461	470
Summa	13716	342	7044	3105	599	4168	5093	6218	1537	1405	1687	2005	2692

### Energibalans

Avgiven energi	kWh	kWh/m <sup>2</sup> (ga)	Tillförd energi	kWh	kWh/m <sup>2</sup> (ga)
(23) Transmission	13716	106.014	(27) Solenergi genom fönster	4168	32.214
(24) Luftläckage	342	2.644	(20) Återvinning ventilation	5093	39.368
(21) Ventilation	7044	54.447	(19) Återvinning värmepump	6218	48.057
(28) Spillvatten	3105	24.002	(56+57) Solel	1537	11.876
(22) Passiv kyla	599	4.627	(25) Personvärme	1405	10.862
			(45) Processenergi rumsluft	1687	13.036
			(33) Värmeförsörjning	2005	15.498
			(34) Elförsörjning	2692	20.808

### Specifikation av energitillförsel

Energipost	kWh	kWh/m <sup>2</sup> (ga)
(33) VÄRMEFÖRSÖRJNING	2005	15.498
(1) Ventilationsaggregat	689	5.324
(2) Värmesystem	496	3.830
(3) Tappvarmvatten	821	6.344
(47+48) KYLFÖRSÖRJNING	599	4.627
(48) Kylning i rumsluft	599	4.627
(48S) Sensibel kylning i rumsluft	599	4.627



VIP-Energy 4.1.3

Datum: 2018-05-15 Sign: KA

100

Projekt: Cylindern 11-17

Beskrivning: Nybyggnad enbostadshus

Projektfil: C:\Users\User\OneDrive - Haradal Byggkonsult AB\Haradal Byggkonsult AB\Projekt\2016\16025 Par  
alleltrapetsen\Energi\Verifiering Cylindern med solpaneler.VIP

Utfört av: Karin Amandusson

Företag: Haradal Byggkonsult AB

---

(48L) Latent kylning i rumsluft	0	0.000
(34) ELFÖRSÖRJNING	3581	27.675
(35) Värmepump	2970	22.958
(14) El tilluftsfläktar	305	2.358
(13) El Frånluftsfläkt	305	2.358



VIP-Energy 4.1.3

Datum: 2018-05-15 Sign: KA

101

Projekt: Cylindern 11-17

Beskrivning: Nybyggnad enbostadshus

Projektfil: C:\Users\User\OneDrive - Haradal Byggkonsult AB\Haradal Byggkonsult AB\Projekt\2016\16025 Par allelltrapetsen\Energi\Verifiering Cylindern med solpaneler.VIP

Utfört av: Karin Amandusson

Företag: Haradal Byggkonsult AB

Energipost	kWh	kWh/m <sup>2</sup> (ga)
(37) KONDENSORVÄRME	9188	71.015
(4) Kondensovärme ventilation	484	3.744
(5) Kondensovärme värmesystem	6419	49.612
(6) Kondensovärme tappvarmvatten	2285	17.659
(55) SOLEL	4085	31.574
(56) Solel till elförsörjning	888	6.867
(57) Solel till processenergi rum	648	5.010
(58) Solel till export	2548	19.698
(20) Återvinning ventilation	5093	39.368
(51) Värmeväxling	5093	39.368
(51) Återvinning av värme	5093	39.368
(26) PROCESSENERGI	2335	18.046
(40) Verksamhetsenergi rumsluft	2335	18.046
(42) VENTILATIONSAGGREGAT	6572	50.793
(43) VÄRMESYSTEM	6914	53.443
(44) TAPPVARMVATTEN	3105	24.002

#### Solel per månad

Period	Producerad Solel	till Elförsörjning	till Fastighetsenergi	till Verksamhetsenergi	till Export	Resterande Elförsörjning	Fastighetsenergi	Verksamhetsenergi
Mån 1	50	49	0	1	0	465	0	197
Mån 2	108	87	0	13	8	367	0	167
Mån 3	268	125	0	41	102	336	0	157
Mån 4	495	101	0	72	322	163	0	120
Mån 5	687	83	0	106	498	58	0	92
Mån 6	667	78	0	106	484	43	0	86
Mån 7	676	77	0	107	493	45	0	92
Mån 8	541	68	0	94	380	53	0	105
Mån 9	326	57	0	66	203	75	0	126
Mån 10	166	73	0	37	57	223	0	162
Mån 11	65	58	0	6	1	393	0	186
Mån 12	35	35	0	0	0	470	0	198
Summa	4085	888	0	648	2548	2692	0	1687

#### Nyckeltal

Inre värmekapacitet	73.50	[Wh/m <sup>2</sup> C]
Yttre värmekapacitet	39.01	[Wh/m <sup>2</sup> C]
Medeltemperatur uppvärmning	21.00	[°C]
Medelvärde ventilation	0.35	l/s,m <sup>2</sup>
Medelvärde Processenergi	2.06	[W/m <sup>2</sup> ]
Medelvärde Personvärme	1.24	[W/m <sup>2</sup> ]
Omslutningsarea	450.81	[m <sup>2</sup> ]
U-värde	0.255	[W/m <sup>2</sup> K]
U-värde * Omslutningsarea	114.85	[W/K]
Luftläckage vid 50 Pa	101.48	[l/s]
Luftläckage vid 50 Pa	0.23	[l/s,m <sup>2</sup> ]
Medel invändigt tryck	-0.43	[Pa]
Specifik fläkteffekt	1.54	[kW/(m <sup>3</sup> /s)]
Rel. area Omslutning/Golv	3.48	
Rel. area (Fönster+Dörrar)/Golv	0.42	



VIP-Energy 4.1.3

Datum: 2018-05-15 Sign: KA

1(6)

Projekt: Cylindern 11-17

Beskrivning: Nvboanad enbostadshus

Projektfil: C:\Users\User\OneDrive - Haradal Byggkonsult AB\Haradal Byggkonsult AB\Projekt2016\16025 Par alleltrapetsen\EnergiVerifiering Cylindern med solpaneler.VIP

Utfört av: Karin Amandusson

Företag: Haradal Byggkonsult AB

### Jämförelse mot krav

#### Jämförelse mot BBR22-BBR24

Atemp: Småhus 129.4 m<sup>2</sup>  
Klimatzon: IV

Energipost	Beräknat värde	Tillåtet värde	
U-värde	0.255	0.400	W/(m <sup>2</sup> K)
Energianvändning	36.3	50.0	kWh/(m <sup>2</sup> Atemp år)
Värmeförsörjning totalt	15.5		kWh/(m <sup>2</sup> Atemp år)
Värmeförsörjning tappvarmvatten	6.34		kWh/(m <sup>2</sup> Atemp år)
Värmeförsörjning värmesystem	3.83		kWh/(m <sup>2</sup> Atemp år)
Värmeförsörjning tilluft	5.32		kWh/(m <sup>2</sup> Atemp år)
El till fläktar och pumpar	4.72		kWh/(m <sup>2</sup> Atemp år)
El till värmepump	16.1		kWh/(m <sup>2</sup> Atemp år)
El till värmepump värmesystem	14.9		kWh/(m <sup>2</sup> Atemp år)
El till värmepump tilluft	1.18		kWh/(m <sup>2</sup> Atemp år)
Effektkrav			
Projekterad El-effekt	4.5	4.5	kW