

Betongens inverkan inom miljöcertifieringar

- En jämförelse mellan Miljöbyggnad, LEED och BREEAM



LUNDS UNIVERSITET
Campus Helsingborg

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för byggvetenskap

Examensarbete:
Anton Bengtsson
Pontus Gustavsson

© Copyright Anton Bengtsson, Pontus Gustavsson

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
Lunds universitet
Lund 2015

Sammanfattning

Byggbranschen står för 40 % av världens totala antropogena utsläpp av klimatpåverkande gaser, bland andra CO₂. Som en del av arbetet mot detta finns miljöcertifieringar vilka har blivit allt fler till antalet och mer vanligt förekommande. Detta bland annat på grund av att konsumenter har blivit mer miljömedvetna och motiverade att betala mer för produkter och tjänster med låg miljöpåverkan. Byggbranschen följer därför nu samma spår och strävar ständigt efter att hitta mer effektiva och klimatsmarta lösningar.

Syftet med detta examensarbete är att analysera betongens betydelse för att kunna uppnå en miljöcertifiering samt granska de tre certifieringssystemen Miljöbyggnad, LEED och BREEAM. Dessutom kommer samtliga bedömningskriterier ur respektive system som påverkas av betong att identifieras.

Rapporten är avgränsad till de tre miljöcertifieringssystemen som tidigare nämndes; Miljöbyggnad, LEED och BREEAM. Miljöbyggnad är begränsat till att endast bedöma en byggnads direkta miljöpåverkan, till skillnad från LEED och BREEAM vilka dessutom ser till inverkan på omgivningen i närområdet under ett längre tidsperspektiv. I denna studie undersöks vilken påverkan betong har inom respektive miljöcertifieringssystem, skillnader och likheter systemen sinsemellan och hur en byggnad av betongstomme påverkar möjligheten till en miljöcertifiering enligt Miljöbyggnad.

Efter granskningar och analyser av de tre systemen kunde syntesen dras att av de bedömningsområden som behandlas i Miljöbyggnad påverkas ca 67 % av betong. Motsvarande grad för LEED och BREEAM blev 42 % respektive 35 %, på grund av att dessa täcker fler områden än Miljöbyggnad där betong inte har någon inverkan. De bedömningsområden i certifieringssystemen som betong påverkade mest var aspekterna gällande energianvändning, inomhusmiljö och ingående material.

Certifieringen av en byggnad med betongstomme gjordes enligt föreskrifterna i Miljöbyggnad och resultatet blev att byggnaden uppfyller BBRs krav och riktlinjer. Detta betyder att byggnaden åtminstone skulle klara av att certifieras enligt nivån Brons i Miljöbyggnad, vilket också blev dess slutbetyg.

Resultatet av rapporten visade tydligt att betong har en stor inverkan på Miljöbyggnad, LEED och BREEAM. Genom att leverera betong av hög

kvalitet kan en betydande del av aspekterna i ett miljöcertifieringssystem redan vara uppfyllda.

Nyckelord: Miljöcertifiering, betong, Miljöbyggnad, LEED, BREEAM.

Abstract

The construction industry accounts for a large proportion of the world's total anthropogenic emissions of greenhouse gases, CO₂ among others. As parts of the effort to combat this are environmental certifications, which have become increasingly more numerous and more frequent in use. This is partly because consumers have become more environmentally aware and motivated to pay more for products and services with low environmental impact, which has had effects on the construction industry where they take after and strive more climate-smart solutions.

The aim of this study is to analyze the meaning of concrete in order to achieve an environmental certification, and review the three certification systems, Miljöbyggnad, LEED and BREEAM. In addition, all the assessment criteria of respective systems affected by the concrete will be identified.

The report is limited to three environmental certification; Miljöbyggnad, LEED and BREEAM. Miljöbyggnad is limited to only take into account a building's direct environmental impact, unlike both the LEED and BREEAM which additionally ensures the impact on the immediate environment in the longer term. This study examines the impact of the concrete has within the respective environmental certification, the differences and similarities between the systems and how a building of concrete frame affects the possibility of an environmental certification according to the Green Building.

After review and analysis of the three systems could be drawn to the synthesis of the assessment areas discussed in Miljöbyggnad affected about 67% of the concrete. The corresponding ratio for the LEED and BREEAM were 42% and 35% respectively, because these cover more areas than Miljöbyggnad. The assessment areas of certification systems that concrete affected the most were the aspects that deal with energy, indoor environment and materials.

The certification of a building with concrete frame was made according to the requirements present in Miljöbyggnad. Results showed that the building complies with BBR's requirements and guidelines. This result in that the building would at the very least be able to be certified according to the level of Bronze in Miljöbyggnad, which was also the final grade.

The results of the report clearly showed that the concrete has a major impact on Miljöbyggnad, LEED and BREEAM. Providing high quality concrete can be a significant part of the aspects of environmental certification already be met.

Keywords: Environmental certification, concrete, Miljöbyggnad, LEED, BREEAM.

Förord

Detta examensarbete behandlar hur betong påverkar olika miljöcertifieringssystem.

Arbetet omfattar 22.5 högskolepoäng och är avslutningen på en treårig utbildning, 180 hp, Byggteknik med Arkitektur på LTH Campus Helsingborg. Arbetet har fortskridit från februari till och med Maj år 2015.

Ett stort tack vill uppmärksammas till projektets företagshandledare: Stefan Paulsson, Lena Almestrand och Peter Svenmar från Finja Betong AB. Dessa har väglett, gett råd och stöd under arbetets gång och delat med sig av sina praktiska arbetslivserfarenheter. Ett tack skulle även vilja riktas till Anders Burman, från Finja, för tillhandahållning av ritningar av Albinsro. Samt ett stort tack till projektets handledare Charlotte Retzner, på Miljö- och Energisystem vid Lunds Tekniska Högskola, för råd om innehåll, vägledning och strukturering av rapportens utformning.

Till sist tackas även personer, bl.a. från SKANSKA och MTA, vilka ställt upp på intervjuer, studiebesök och besvarat frågor som varit till hjälp för att få fram underlag vilket i ett senare skede har underlättat att dra slutsatser i rapporten.

Innehållsförteckning

Förklaring av begrepp	1
1 Inledning	3
1.1 Syfte.....	4
1.2 Frågeställningar	4
1.3 Metod.....	4
1.4 Avgränsningar	5
2 Bakgrund	7
2.1 Sveriges miljömål	7
3 Betong	11
3.1 Betongens historia	11
3.2 Betong idag.....	11
3.3 Betongens uppbyggnad och egenskaper	12
3.3.1 Fördelar med betong.....	13
3.3.1.1 Livslängd	13
3.3.1.2 Värmetröghet.....	15
3.3.1.3 Bärförmåga.....	16
3.3.1.4 Förlängd livslängd.....	16
3.3.2 Nackdelar med betong	16
3.3.2.1 Energikrävande.....	16
3.3.2.2 Kostsamt.....	17
3.3.2.3 Draghållfasthet.....	17
4 Allmänt om miljöcertifieringar.....	19
4.1 Olika certifikat.....	20
4.2 Sweden Green Building Council.....	21
4.3 Välja system.....	23
4.4 Antal certifierade byggnader i Sverige.....	23
4.5 Fördelar med miljöcertifiering:	24
4.6 Nackdelar med miljöcertifiering:	26
4.7 Kostnader för certifiering.....	28
4.7.1 Certifieringskostnader i Miljöbyggnad.....	28
4.7.2 Certifieringskostnader i LEED	29
4.7.3 Certifieringskostnader i BREEAM.....	29
4.8 Jämförelse av kostnader:.....	29
4.8.1 Beräkningsexempel 1:.....	30
4.8.2 Beräkningsexempel 2:.....	30
4.8.3 Beräkningsexempel 3:.....	31
4.8.4 Beräkningsexempel 4:.....	31

5 Miljöbyggnad	33
5.1 Betygssystem	33
5.2 Certifieringsprocess	36
5.3 Indikatorer i Miljöbyggnad	38
5.3.1 Indikatorer som påverkas av betong	39
6 LEED	51
6.1 Betygssystem	52
6.2 Certifieringsprocess	54
6.3 Bedömningskriterier i LEED	54
6.3.1 Bedömningskriterier som påverkas av betong.....	57
7 BREEAM	79
7.1 Betygssystem	79
7.2 Certifieringsprocess	85
7.3 Bedömningskriterier i BREEAM	86
7.3.1 Bedömningskriterier som påverkas av betong.....	86
8 Fallstudie: Certifiering av Albinsro enligt Miljöbyggnad	109
9 Resultat & Diskussion	117
9.1 Jämförelse mellan miljöcertifieringssystemen	117
9.1.1 Resultat av jämförelse.....	121
9.1.1.1 <i>Betongens totala poäng inom Miljöbyggnad</i>	124
9.1.1.2 <i>Betongens totala poäng inom LEED</i>	124
9.1.1.3 <i>Betongens totala poäng inom BREEAM</i>	125
9.2 Diskussion	125
9.2.1 Varför miljöcertifiera byggnader?	126
9.2.2 Varför borde företag miljöcertifiera?	126
9.2.3 För- och nackdelar med miljöcertifieringar	127
9.2.4 Jämförelse mellan systemen.....	128
9.2.5 Exempelcertifiering	130
9.3 Reflektion	130
9.4 Slutsats	131
10 Källförteckning	133
Bilaga 1 – PPD	138
Bilaga 2 – ASHRAE	140
Bilaga 3 – Energiberäkning ISOVER	141
Bilaga 4 – Värmeeffektbehov	146
Bilaga 5 – Certifieringskostnader i Miljöbyggnad	147
Bilaga 6 – Certifieringskostnader i LEED	148

Bilaga 7 – Certifieringskostnader i BREEAM	149
Bilaga 8 – Exempel av certifiering enligt BREEAM.....	150
Bilaga 9 – Titandioxid	151

Förklaring av begrepp

Urban värmeö

En urban värmeö är ett storstadsområde som är betydligt varmare än sin omgivning. Temperaturskillnaden kan vara mer än 10°C och främsta orsaken till detta är att städer har avsevärt mindre växtlighet än sin omgivning. Träd och växter tar upp vatten och avger vattenånga, vilket ger en kylande effekt. Dessutom har städer flera mörka värmeabsorberande ytor, t.ex. asfalt, som förstärker uppvärmningen ytterligare. I takt som grönområden får ge vika för förtätning och utbyggnad av städerna ökar förekomsten av urbana värmeöar.

Alkalisk miljö

En alkalisk miljö är där pH värdet är förhöjt till ett värde över pH 7.

SRI

SRI – Solar Reflectance Index;

Ett mått på hur ytan värms upp genom att reflektera och emittera solens strålar. Ju högre värde, desto mindre uppvärmning. En svart standardyta (reflektans 0,05 och emittans 0,9) har SRI 0. En vit standardyta (reflektans 0,8 och emittans 0,9) har SRI 100.

Albedo

En ytas reflektionsförmåga (den andel strålning som återkastas av en belyst yta) mäts i enheten ”albedo”. En betong med vanligt grått standardcement har enligt uppgifter från *Lawrence Berkeley National Laboratory* ett albedo mellan 0,35 och 0,45.

Ett albedo på 1,0 betyder att allt ljus reflekteras medan ett på 0,0 betyder att inget ljus reflekteras. Jordens genomsnittliga albedo är 0,3, vilket innebär att 30 % av solenergin reflekteras tillbaka till atmosfären och 70 % absorberas och höjer ytans temperatur.

G-värde

G-värden är en koefficient för ett fönsters totala genomtränglighet av solenergi angivet i %.

DVUT

DVUT står för dimensionerade vinterutetemperatur och är den lägsta utetemperatur som normalt inträffar under ett år.

LCA

Livscykelanalys.

LCC

Livscykelkostnad.

ASHRAE

Amerikanskt standardsystem vilka erhåller referensbyggnader jämfört med svenska byggnormer.

Värmetröghet

Beskriver materialets förmåga att lagra värme.

VOC

Volatile Organic Compounds = lättflyktiga organiska föreningar.

SCAQMD

South Coast Air Quality Management District.

BBR

Boverkets Byggregler = myndighet för samhällsplanering, byggande och boende.

1 Inledning

Mycket tyder på att jordens resurser idag förbrukas i ett högre tempo jämfört med motsvarande tid planeten kräver för att återhämta sig – det är inte hållbart i det långa loppet. Vi ser bland annat hur isarna smälter, hur havsnivån stiger och att extrema väder blir allt mer vanligt förekommande. De flesta klimatforskare är eniga om att de accelererande klimatförändringar vi idag ser till stor del beror och påverkas av människans sätt att leva. Jordbruk, förbränning av fossila bränslen och skogsskövling m.m. har lett till ökade växthusgaser i atmosfären vilket bidrar till ökad växthuseffekt (Världsnaturfonden, 2013).

Betong är idag världens vanligaste och mest använda byggnadsmaterial. Tillverkningen av betong är mycket energikrävande. Mest energi går åt i samband med cementtillverkning. Vid tillverkning av cement bildas det koldioxid. Denna kommer dels från förbränning och dels från den kemiska omvandlingen av kalksten till cementklinker. Cementtillverkning är en storskalig och krävande process. Råmjöl (blandning av olika råmaterial till cement) bränns i roterande ugnar där temperaturen är ca 1400° C. Under bränningen omvandlas råmjölet till s.k. klinker, och klinkern mals därefter i sin tur tillsammans med gips till ett grått pulver – cement (Cementa, 2015).

För varje producerad kubikmeter (m³) betong produceras ca 0,29 – 0,32 ton koldioxid och genom detta har betongen ett stort inslag på de globala koldioxidutsläppen. Denna koldioxid bidrar direkt till den globala uppvärmningen och till den försurning som sker i vattendrag och i marken. Större delen av förbränningen som sker vid cementtillverkning och brytningen av ballast utnyttjar fossila bränslen, t.ex. diesel, som primär energikälla. (Flower & Sanjayan, 2007), (Van den Heede & De Belie, 2012).

Genom användning av alternativa bränslen, t.ex. biomassa, och minskad mängd klinker i cementen har koldioxidutsläppen per ton cement i Sverige minskat med 10 procent (2010) jämfört med 2004 (Finja, 2015).

Som ett direkt resultat av allmänhetens ändrade uppfattning om klimatförändringar och miljöförstöring som fenomen, har intresset för hållbart byggande ökat avsevärt inom bygg- och fastighetssektorn. Att tänka och bygga grönt (hållbart byggande) förebygger på ett mycket effektivt sätt de negativa klimatförändringar vi idag skådar. Att bygga

hållbart och kunna verifiera detta med en certifieringsstämpel är idag en betydande aspekt i utvecklingen av nya byggnader. Det är här miljöcertifieringar av olika konstruktioner och anläggningar av dess like kommer in i bilden.

1.1 Syfte

Att analysera betongens betydelse för att kunna uppnå en miljöcertifiering samt granska de tre certifieringssystemen Miljöbyggnad, LEED och BREEAM. Dessutom kommer samtliga bedömningskriterier ur respektive system som påverkas av betong att identifieras.

1.2 Frågeställningar

Huvudfrågorna i denna rapport som ska besvaras är:

- Vilka är skillnaderna mellan de tre miljöcertifieringssystemen LEED, BREEAM och Miljöbyggnad?
- Vilka bedömningskriterier i respektive certifieringssystem påverkas av betong?
- Hur ett flerfamiljshus med betongstomme kan certifieras enligt Miljöbyggnad?

1.3 Metod

Examensarbetet har gjorts i samarbete med företaget Finja betong AB som grundades 1957 och tillverkar betong, prefabricerade betongelement och cellplast. Finja var intresserade av att veta hur betong och därför deras produkter påverkar möjligheterna vid olika miljöcertifieringar.

I arbetet har en litteraturstudie utförts som till större del fokuserats på internetkällor då utbudet av skriftlig litteratur är begränsat pga. att ämnet miljöcertifieringar är relativt nytt. Därtill har även sakkunniga personer intervjuats per telefon och studiebesök genomförts. Omfattande studier över hur de olika certifieringssystemen fungerar och är uppbyggda har utförts. En betydande del av informationen om betongens miljöpåverkan är hämtad från enskilda betongtillverkares hemsidor och informationsblad.

Under arbetets gång har regelbundna möten med handledare samt företagshandledare ägt rum. Tre studiebesök har dessutom genomförts på Finja betongs produktionsanläggning, Väla Gård (huvudkontor för SKANSKA i Helsingborg) och Albinsro (studerat flerfamiljshus). Detta öppnade dörren för ytterligare information, dokument och kunskap om de olika miljöcertifieringssystemen och materialet betong. Med hjälp av

material tillhandahållet vid besöket på Albinsro tillsammans med A- och K-handlingar från ansvarig medarbetare för dessa fanns underlag för att göra ett test av certifiering av flerfamiljshuset. Med hjälp av denna information skulle ett flerfamiljshus med betongstomme, beläget i Halmstad, granskas utefter Miljöbyggnad.

1.4 Avgränsningar

Examensarbetet behandlar de kriterier som påverkas av betong för de tre miljöcertifieringssystemen Miljöbyggnad, LEED och BREEAM. Certifieringen av ett flerfamiljshus begränsas till att endast utföras enligt Miljöbyggnad, pga. detta certifieringssystem var det mest aktuella för Finja betong.

2 Bakgrund

En av dagens absolut största och mest angelägna utmaningar för människan att lösa är de klimatförändringar som sker på jordklotet. Samhället ställer därför idag stora krav på miljövänliga produkter och tjänster samt klimatvänliga byggnadsverk – och pga. detta har flertalet miljöcertifieringssystem för byggnader utvecklats. Bygg och fastighetsbranschen står idag för ungefär 40 % av Sveriges totala energiåtgång (Energimyndigheten, 2012b). Skall vi lyckas skapa en hållbar utveckling, där inte framtidens generationers behov äventyras, måste byggbranschen både på en nationell och på en internationell nivå bidra till effektivisering av sänkta energibehov.

LEED och BREEAM är namnen på de två mest kända och spridda internationella miljöcertifieringssystemen samtidigt som svenska Miljöbyggnad är det största i Sverige (SGBC, 2015c). Efterfrågan på miljöcertifierade byggnader har vuxit under 2000-talet och flera av dagens större byggprojekt siktar på någon form av miljöcertifiering. Dessutom har det lett till att ett flertal äldre byggnader också certifieras för att kunna konkurrera med nybyggnationer.

Betong är dagens mest använda byggmaterial och diskussionen om huruvida det är ett miljövänligt material eller inte pågår för fullt (SKANSKA, 2015a). Framställningen av cement, som är en av de huvudsakliga beståndsdelarna i betong, står för ca 4-5 % av de globala antropogena koldioxidutsläppen vilket ger flera en negativ uppfattning om materialet betong (Svenskbetong, 2015g). Samtidigt är betong beständigt, robust, har en lång livslängd och är billigt avseende underhåll vilket gör det ekonomiskt fördelaktigt sett utifrån ett långsiktigt investeringsperspektiv. Flera byggnader som uppförts med betongstomme har blivit miljöcertifierade enligt något miljöcertifieringssystem. Exempel på det är Väla gård, SKANSKAs huvudkontor i Helsingborg, som uppnådde högsta betyg (Platinum) från LEED (SKANSKA, 2015c).

2.1 Sveriges miljömål

Sveriges riksdag har sedan 1999 antagit 15 nationella miljömål och från 2005 har det utökats till att vara 16 st. Dessa är; *Begränsad klimatpåverkan, Frisk luft, Bara naturlig försurning, Giftfri miljö, Skyddande ozonskikt, Säker strålmiljö, Ingen övergödning, Levande sjöar och vattendrag,*

Grundvatten av god kvalitet, Hav i balans samt levande kust och skärgård, Myllrande våtmarker, Levande skogar, Ett rikt odlingslandskap, Storslagen fjällmiljö, God bebyggd miljö och Ett rikt växt- och djurliv (Naturvårdsverket, 2014). Flera av dessa miljömål påverkas av byggsektorn, dock anses byggsektorn ha sin största påverkan i just miljömålen: *Begränsad klimatpåverkan, Giftfri miljö, Säker strålmiljö* samt *God bebyggd miljö*.

Enligt *Begränsad klimatpåverkan* ska halten av växthusgaser i atmosfären stabiliseras i enlighet med FN:s ramkonvention till en nivå som inte innebär att människans påverkan på klimatet blir farligt. Målen skall också uppnås på ett sådant sätt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelproduktionen säkerställs och övriga mål för hållbar utveckling säkerställs (Miljömål, 2015a). Då bebyggelsen i Sverige står för nära 40 % av den totala energianvändningen enligt energimyndigheten är det därför extra viktigt att arbeta för minskad energianvändning från byggnader. Detta genom att t.ex. använda rätta material och tekniska lösningar (Energimyndigheten, 2012).

Efter *Giftfri miljö* skall ämnen som skapats eller utvunnits av människan inte hota den biologiska mångfalden eller människors hälsa. Samt skall halter av naturligt förekommande ämnen hållas nära bakgrundsnivåer medan naturfrämmande ämnen skall hållas nära noll (Miljömål, 2015b). Då allt fler kemikalier används i våra byggnader idag för att uppnå de eftertraktade egenskaperna är det viktigt att dessa kemikalier inte försämrar hälsan för brukarna eller förstör miljön. Ett exempel är PCB som nu är förbjudet att använda, men kontroller av framtida ämnen måste göras som t.ex. olika lösningar baserade på nanoteknik.

Enligt *Säker strålmiljö* ska människors hälsa och den biologiska mångfalden skyddas mot skadliga effekter från strålning. Den vanligaste förekomsten av strålning i Sverige är radon i marken. Detta strålläckage i byggnader leder till ca 500 lungcancerfall per år och därför är det högst viktigt att byggnader byggs för att säkerställa en strålsäker miljö (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2015).

Enligt målet *God bebyggd miljö* ska den byggda miljön bidra till en hållbar utveckling, erbjuda bra livsmiljöer och uppfylla människors samt samhällets behov. Hur vi lever och bor påverkar miljön i flera olika

avseenden, t.ex. resor till fritidsaktiviteter, arbete etc. (Miljömål, 2015c). Bland de preciseringar som finns ska resurser så som energi, mark, vatten m.m. användas på ett effektivt och varsamt sätt och detta är något som byggsektorn måste arbeta mer för att uppnå.

3 Betong

3.1 Betongens historia

Betongens historia kan göras lång, redan 500 år f. Kr. användes materialet av etrusker i Italien. Från ett par århundrade f. Kr till ett par århundrade e. Kr hade betongen en av sina största tider och användes till alla olika typer av byggen, t.ex. amfiteatrar, broar, hamnar, hus etc. Några av dessa gamla byggnadsverk står kvar än idag. Två av de kanske mest kända, där betong utgör stommaterialet, är Colosseum i Rom (byggt mellan år 70 och 80 e.Kr.) respektive Pantheon som öppnades 125 år e.Kr. Båda byggnadsverken står helt eller delvis kvar än idag, vilket bevisar betongens väldiga beständighet och dess potentiella livslängd (iloverome, 2010), (Romulus, 2015).

Efter romarrikets fall (ca 500 e.Kr.) minskades kraftigt användningen av betong och det var inte först förrän på 1700-talet som materialet kom att användas flitigt igen. Det var under denna tidsepok som det börjades experimenteras med olika blandningar av betong och studier av varje blandnings unika egenskaper. Detta lade senare grunden till den moderna utveckling som fortsätter än idag, d.v.s. att kunna framställa flera olika sorters betong för olika ändamål.

Nästa stora framsteg för betong kom på 1860-talet då betongen förstärktes med järn. Primärbalkar av järn gjöts och placerades i dragzonen, där påfrestningarna är som störst, för olika konstruktionsdelar. Ett par decennium senare, strax före sekelskiftet, vidareutvecklade den tyske ingenjören Paul Neumann denna princip men ersatte järnet mot armeringsjärn istället. Detta lade vidare grunden till det idag mycket starka och flitigt använda materialet armerad betong (Svenskbetong, 2015e), (Byggnadsvårdsföreningen, 2015).

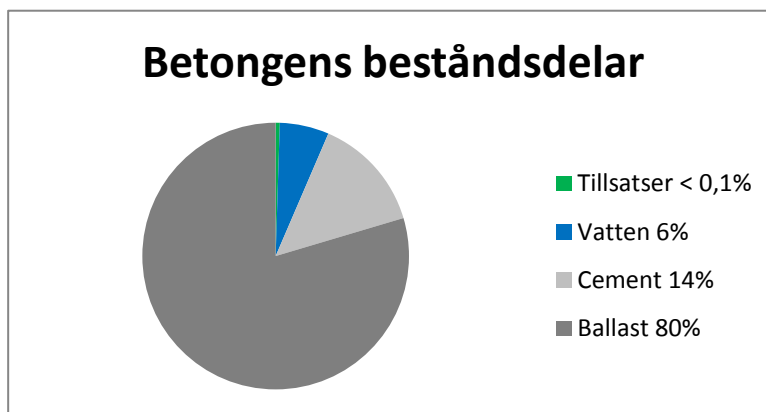
3.2 Betong idag

Betong är vår tidsepok mest mångsidiga och använda byggnadsmaterial och därmed kanske också det absolut viktigaste. Det kan nästintill betraktas som ett rent naturmaterial och kan dessutom återvinnas till hundra procent. Dagens betongkonstruktioner är betydligt mer avancerade än de som användes under antiken. Både materialet, konstruktions- och produktionstekniken har utvecklats vilket gör dagens skyskrapor, kilometerlånga broar och milslånga tunnlar möjliga. Men betong används inte enbart till stora byggen utan även till mindre föremål såsom möbler,

fontäner och krukor. Med andra ord är det mer eller mindre bara fantasin som sätter gränserna för betongens användningsområden (Svenskbetong, 2013), (Betongföreningen, 2015c)!

3.3 Betongens uppbyggnad och egenskaper

Betong består till över 99,9 % av naturmaterial; ballast (berg, sten, grus och sand), cement och vatten. Resterande del (mindre än 0,1 %) består av olika typer av tillsatsmedel. Det är ett mångsidigt material med flera unika egenskaper såsom t.ex. värmetröghet, fukttåligt och ljudisolerande (Svenskbetong, 2015c). Dess egenskaper beror främst på betongens vattencementtal (s.k. vct, förhållandet mellan mängden vatten och cement). Cement är ett hydrauliskt bindemedel vilket kännetecknas av att det hårdnar vid reaktion med vatten till en produkt som i sin tur inte är vattenlöslig. Vanligaste förekommande typen av cement i dagens industri, som i vardagligt tal brukar kallas för endast cement, är s.k. ”Portlandcement”. Namnet härstammar från halvön Portland i England, där den urtida och välkända kalkstenen ”Portlandsten” har sitt ursprung. På grund av att den vanligast förekommande cementsorten och portlandstenen har snarlika färger kom den cementsorten till att döpas till portlandcement (Portland Cement Association, 2015).



Figur 1. Betongens beståndsdelar (Svenskbetong, 2013).

Betongens egenskaper påminner mycket om naturstenens. Dess sammansättning går på ett relativt enkelt sätt att styra för att kunna få de egenskaper (t.ex. brandsäkert och slitstarkt) som önskas i förhållande till de krav som ställs i den miljö där konstruktionen ska stå. Materialet är kompakt med en densitet på 2300 – 2500 kg/m³ (Håltagningsentreprenörerna, 2015). En av dess viktigaste egenskaper är hållfasthet som till stor del beror på vattencementtalet och partikelfördelningen i ballasten. En väsentlig skillnad råder mellan dess

tryckhållfasthet (ca 25 - 50 MPa) och draghållfasthet (ca 1 – 10 MPa) (Burström, 2007). En tumregel är att betong har minst 10 ggr så hög tryckhållfasthet som draghållfasthet. Det är just på grund av denna anledning som armerad betong blivit så vanligt förekommande, eftersom stål har en betydligt högre draghållfasthet än betong. Tillsammans kompletterar de båda materialen varandra och bildar ett material med god styrka. Betongens tryckhållfasthet mäts och anges normalt efter 28 dagar då huvuddelen av dess hållfasthet uppnåtts. Hållfastheten kan emellertid fortsätta att succesivt öka i ända upp till fem år (Burström, 2007).

3.3.1 Fördelar med betong

Vår planets kalkstensreserver är i praktiken (globalt sett) obegränsade och likaså finns det heller inga tecken på brister av gråberg. Sett från dessa perspektiv orsakar betong inga påfrestande belastningar på jordens naturtillgångar. Betong kan betraktas som ett rent naturmaterial och är dessutom helt återvinningsbart. Dess livslängd är normalt sett mycket lång samtidigt som det kräver minimalt med underhåll. Efter uttjänad funktion och att dess livslängd är slut återgår betongen i allmänhet till olika s.k. utvinningsprocesser, där de ingående komponenterna separeras och återanvänds till lämpliga ändamål (t.ex. vägbanker). Ett betonghus livslängd begränsas snarare av brukarens behov och skötsel än sin egen livslängd (Svenskbetong, 2015i).

Betong i en husstomme innehåller varken farliga ämnen eller utfasningsämnen (ämnen med särskilt farliga egenskaper och effekter på hälsa och miljö). Materialet är energitrogt och möjliggör byggnader med ett lägre energibehov. Ett stabilt och mer behagligt inomhusklimat går därför att uppnå på ett enklare sätt med betong som stommaterial (Svenskbetong, 2015i).

3.3.1.1 Livslängd

Betongens beständighetsegenskaper, d.v.s. dess förmåga att under lång tid motstå miljöpåfrestningar, är avgörande för livstidskostnader, renoverings- och demoleringsbehov (rivning) – och därmed för den totala resursanvändningen över lång tid. Den beständiga egenskapen innebär att materialet åldras i mycket långsam takt och att dess mekaniska egenskaper förblir ytterst oförändrade för varje år som går. Jämfört med andra byggnadsmaterial, t.ex. trä, har betong en lång livslängd, minst 100 år, parallellt med att det kräver minimalt underhåll. All betong är dock inte beständig i alla olika typer av miljöer,

varför det är viktigt att välja betongkvalité utifrån den miljö där konstruktionen ska stå. En betongstomme (förutsatt att konstruktionen inte befinner sig i vatten, t.ex. en bro) utsätts normalt inte för aggressiva angrepp, såsom t.ex. salt, fukt eller upprepad frysning och upptining, vilket innebär att stommen i normala fall varken förlorar sina egenskaper eller sin funktion. Därutöver medför betongens beständighet fler fördelar, varav några av de främsta är:

- Betong tål fukt och kan omöjligt mögla pga. av dess höga alkalitet (högt pH värde), även om det är en konstruktion som permanent befinner sig i vatten. Däremot kan mögelpåväxt inträffa på en smutsig betongyta, men det är då näringen i smutsen som möjliggör mögeltillväxten (Fuktinfo, 2015). Problem kan även uppstå då fuktkänsliga material kommer i kontakt med fuktig betong som inte hunnit torka ut tillräckligt, t.ex. behöver betong ha 60 % RF vid applicering av trägolv direkt på betongytan.
- Eftersom betong inte innehåller några antändningsbara material är det obrännbart, samtidigt som det inte avger rök eller några giftiga gaser vid eventuell brand. Betong förhindrar att bränder sprider sig och dess egenskaper blir oförändrade ända tills mycket höga temperaturer uppstår. En normalbrand i ett lägenhetsrum når ca 500 – 700 °C (Bengtsson, 2001). Det är först vid 450 °C som hållfastheten hos betong börjar försämrats, vilket betyder att tiden för evakuering ofta är ganska god. Betong är därför en utmärkt brandcellsindelare och ett högst lämpligt stommaterial i högre byggnader (≥ 6 våningar) (Svenskbetong, 2014a).
- Betong tål och står emot både värme och kyla effektivt. Under särskilda omständigheter, cykliska växlingar kring 0-punkten i kombination med fukt och salt, kan betongen få s.k. frostsador i form av avskalningar från ytan. Problemet kan enkelt undvikas genom användning av rätt sammansättning i betongen, d.v.s. rätt betongkvalitet enligt gällande betongstandard, för att göra den frostbeständig.

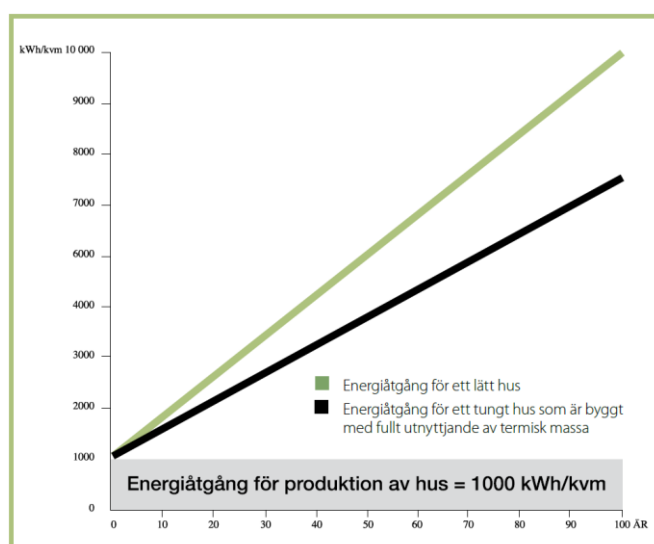
Tack vare betongens beständighet kan materialet återvinnas helt utan att behöva gå till deponi, i hur stor utsträckning detta görs är i högsta grad upp till varje enskild byggherre och entreprenör. Om en stomme tas tillvara på rätt sätt och återanvänds minskar miljöbelastningen radikalt eftersom mer besparingar av naturtillgångar sker och extra kostnader från att riva och producera nytt går att undvika. I samband med till- eller ombyggnationer kan en betongstomme eller betongfasad normalt sett återanvändas utan

behov av större förändrings- eller reparationsåtgärder. En annan vanligt förekommande åtgärd för uttjänt betong är att krossa den och därefter återanvända materialet som ballast i ny betong eller som fyllnadsmaterial i vägbyggnationer (Svenskbetong, 2015f).

3.3.1.2 Värmetröghet

Byggnader står för ungefär 40 % av energianvändningen i Sverige. Den tunga betongsstommens värmetröghet innebär att materialet har en inbyggd kapacitet att lagra överskottsvärme (gratisenergi), vilken sedan kan frigöras vid underskott. Betong fungerar enkelt uttryckt som ett värmeförråd och genom att utnyttja denna egenskap (betongens termiska massa) kan energibehovet för uppvärmning och kylning av en byggnad reduceras. Värmelagringseffekten kan vida överträffa energiförbrukningen för produktionsskedet. Den totala energianvändningen vid nybyggnation är i stort sett lika stor oberoende av val av byggmaterial.

Värmetrögheten minskar en byggnads effektoppar och möjliggör förflyttning av effektuttagen i tiden vilket är både miljömässigt och ekonomiskt positivt. Dessutom bidrar det till minskat antal övergradstimmar vilket innebär ett mer stabilt och behagligt inomhusklimat. Flera av de positiva egenskaperna kan förstärkas ytterligare vid användning av s.k. aktiv värmelagring och/eller optimerad värmedynamisk styrstrategi (Svenskbetong, 2015b), (Svenskbetong, 2015d).



Figur 2. Jämförelse av energiåtgång för olika byggmaterial under deras livslängd (Betongforum Finja, 2015).

3.3.1.3 Bärförmåga

Konstruktioner av betong har god bärförmåga och normalt sett en outnyttjad kapacitet att kunna hantera tillkommande laster, t.ex. flytt av tunga föremål inuti en byggnad. Den s.k. inbyggda reserven möjliggör att tungt varierande laster i normala fall kan hanteras utan att särskilda åtgärder behöver vidtas. Det innebär också en mindre löpningsrisk för allvarliga konsekvenser som kan uppstå i samband med oförutsedda laster (Betongföreningen, 2015d).

Dagens armeringsteknik i betong möjliggör stora spännvidder för betongplattor och betongbalkar. Detta ökar flexibiliteten i en byggnads planlösning, vilket i sin tur i ett senare skede ger goda förutsättningar att anpassa planlösningen till andra typer av aktiviteter utan att behöva göra omfattande ingrepp i den bärande stommen (Betongföreningen, 2015d).

3.3.1.4 Förlängd livslängd

Dagens moderna teknik medför utvecklade metoder för att göra tillståndsbedömningar av äldre betongkonstruktioner, d.v.s. bedöma dess återstående livslängd och besluta om åtgärder om så skulle behövas. Framförallt är detta aktuellt för utsatta utomhuskonstruktioner, där livslängden ofta kan förlängas genom enkla åtgärder. Ett exempel är ytbehandling, som sänker fukthalten och därmed hindrar eller fördröjer fortsatt angrepp av bl.a. saltvatten (Betongföreningen, 2015d).

3.3.2 Nackdelar med betong

Fördelarna med betong är fler än dess nackdelar vilket gör att materialet är hållbart i ett längre tidsperspektiv och går att tillämpa i de flesta typer av konstruktioner. Några nackdelar dock som hänsyn måste tas till vid dimensionering och beräkningar är dess låga draghållfasthet, tidsberoende deformationer orsakat av krympning och krypning samt att betong är relativt dyrt att bygga med jämfört med andra vanligt förekommande material, t.ex. trä. Dessutom orsakar betong en större miljöpåverkan än just trä bl.a. i form av koldioxidutsläpp (Svenskbetong, 2015g).

3.3.2.1 Energikrävande

Av de problemen som orsakas under en betongkonstruktions livscykel är det framförallt ett skede som är betydligt mer energikrävande än de andra – cementtillverkning. Framställningen av cement är betongens främsta akilleshäla och går knappast att undvika. Den globala cementtillverkningen

står i dagsläget för ca 4 – 5 % av världens totala antropogena koldioxidutsläpp (CO₂). Energiåtgången vid cementtillverkning varierar dock något beroende på tillverkningsprocess, ingående råvaror och tillsatsmaterial (Svenskbetong, 2015g).

Betong binder dock upp koldioxid genom s.k. karbonatisering under hela sin livslängd. Ungefär hälften av den koldioxidmängd som avgavs vid tillverkningen binds upp igen av betongen i ett senare skede (Svenskbetong, 2015g). Alltså ju längre en betongkonstruktion får stå orörd, desto mindre CO₂-påverkan orsakar betongen.

Intensiva och omfattande utvecklingsarbeten i betongbranschen pågår för fullt i förhoppning om att hitta nya metoder som leder till minskade utsläpp. T.ex. har tester gjorts där en del av cementen ersätts med olika restmaterial (t.ex. slagg, flygaska och silikastoft) från andra industrier, och där de fossila bränslena som används vid cementtillverkningen har ersatts med andra bränslen, exempelvis biomassa. Utveckling om ny framtida teknik att omhänderta koldioxiden i tillverkningsprocessen pågår också (Betongforum Finja, 2015).

3.3.2.2 Kostsamt

Betonghus är i regel dyrare att bygga jämfört med ett likvärdigt trähus, ca 1 – 8 %. Detta kombinerat med att Sverige är väldigt skogsrikt är anledningen till varför trä dominerar som stommaterial i enfamiljshus. Tiden det tar att uppföra ett betonghus är normalt längre än för traditionella trähus och de kräver dessutom ofta mer kompetens från byggherren och dess medarbetare. Hus byggda med betongstomme är väldigt stabila bostäder, men å andra sidan är de ganska komplicerade att omforma. Om t.ex. en ändring i situationsplanen skall göras eller fler fönster skall installeras i en vägg blir ansträngningarna och kostnaderna direkt betydande, då en stor massa kompakt betong först måste rivs och därefter föras bort från byggarbetsplatsen (Ninhai, 2013).

3.3.2.3 Draghållfasthet

Betong har en låg draghållfasthet och dålig töjningskapacitet. Materialet spricker vid en förlängning av 0,1 mm/m, vilket är en av orsakerna till att de flesta konstruktionselement måste armeras. Kostnaden för stålet (armering) är jämförelsevis hög vilket bidrar till att elementen blir dyrare. Armeringsjärnen kan dessutom komma att korrodera och måste därför

rostskyddsålar för att ge själva armeringen men också hela betongelementet en mer hållbar och längre livslängd (Betong, 2011).

4 Allmänt om miljöcertifieringar

I likhet med miljömärkning av mat, produkter eller tjänster finns det idag flertalet sätt att miljömärka en byggnad på. Den senaste tidens miljö- och klimatdebatt har inneburit ett ökat intresse för miljöcertifiering av byggnader. Precis som att viljan att konsumenter ska handla miljömärkta matprodukter i matbutiken finns en förhoppning över att fler företag och organisationer ska få upp ögonen för miljöcertifierade och därför miljövänliga byggnader. För att locka hyresgäster eller köpare att investera i ett miljöcertifierat hus vill de erbjuda något mer – ett hus med lägre driftskostnader, mindre risk för framtida miljöskuld och ett högre attraktionsvärde (WSP, 2014d).

Ett miljöcertifieringssystem är ett verktyg för att bedöma och kvalitetssäkra vilken miljömessigt hållbar status en byggnad har, antingen under förvaltning eller vid nyproduktion. Vid själva certifieringen bedöms och beräknas miljöaspekter inom bl.a. energi, inomhusmiljö och material för den specifika byggnaden. Utifrån ett miljöcertifieringssystem erhåller en byggnad sedan ett certifikat som visar dess miljöprestanda.

Miljöcertifieringar är ett underlättande sätt att översätta hållbarhetsarbeten i konkreta mål, vilket gör det enklare att ställa krav och prioritera miljöåtgärder. Genom att miljöcertifiera byggnader kan påverkan på både energianvändning, driftkostnader m.m. ske vilket även reducerar dess miljöpåverkan. Samtidigt som miljöcertifierade byggnader bidrar till en mer hållbar utveckling ökar dess fastighetsvärde och attraktionskraft på grund av en allt större efterfrågan på marknaden (SGBC, 2014a) (Sweco, 2015).

Ett certifieringssystem anger ett mått på hur bra en byggnad eller ett företags arbetsprocess följer satta miljökrav. Olika betygsnivåer på certifieringarna gör det möjligt att sikta högre och därmed få ännu bättre klassning av sin byggnad. Att använda sig av miljöcertifikat är ett sätt för företag att visa framfötterna i sitt miljöarbete och att upprätthålla sina byggnader i toppskick gällande grönt byggande. I dagsläget finns det flera olika sorters miljöcertifieringssystem som alla strävar efter att få byggföretag och investerare att bli mer miljömedvetna. Alla certifieringssystem bedömer olika miljöaspekter på sitt eget sätt utifrån vad de anser påverka miljön även om de alla arbetar mot ett och samma mål – hållbarhet (SGBC, 2014a).

4.1 Olika certifikat

Antalet miljöcertifieringssystem runtom i världen är flera. Exempel på några olika certifikat och miljöcertifieringssystem är:

- Svanen.
- Passivhus.
- CEEQUAL – Civil Engineering Environmental Quality Assessment and Award Scheme.
- BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method.
- LEED – Leadership in Energy and Environmental Design.
- GreenBuilding.
- Miljöbyggnad.

(SKANSKA, 2015b)

BREEAM, utvecklat i Storbritannien, är det äldsta (1990) och mest avancerade systemet av de alla. Det bedömer en byggnads miljöpåverkan under hela dess livscykel. Det kan även användas i större sammanhang såsom på ett kvarter eller på en hel stad. BREEAM är det internationella system med stort spridning inom Europa. BREEAM[®] SE är en, av Sweden Green Building Council, svenskanpassad version av BREEAM till svenska förhållanden. Sedan 2013 är BREEAM-SE den version av BREEAM som används på den svenska marknaden. Med BREEAM-SE är det möjligt att certifiera byggnader på svenska, enligt svenska regler och standarder, och samtidigt arbeta efter en internationellt erkänd metod (SGBC, 2015f).

Den amerikanska uppföljaren till BREEAM kom att heta LEED och släpptes 1999. LEED är idag det mest spridda systemet sett över hela världen. Certifieringssystemet behandlar något färre parametrar jämfört med det brittiska systemet, men kan ändå likt som BREEAM användas till att miljöcertifiera hela kvarter eller stadsdelar. LEED har specialiserats utefter amerikanskt regelverk och klimat, vilket betyder att ett hus byggt i Sverige och som skall certifieras enligt LEED behöver gå via USGBC – US Green Building Council (amerikansk motsvarighet till Sweden Green Building Council). Byggnaden bedöms således efter amerikanska normer och standard (SGBC, 2015i).

Miljöbyggnad är ett svenskutvecklat system som bygger på svenska normer och byggregler. Systemet bedömer en byggnads energianvändning,

ingående material och hur dess inomhusmiljö blir, utifrån dess kvalitet och atmosfär. Miljöbyggnad skiljer sig från de andra certifieringssystemen genom att vara enklare och mer kostnadseffektivt då det är färre kriterier att uppfylla jämfört med BREEAM och LEED. Det kan användas på både uppproducerade och befintliga byggnader (Starka, 2015).

De kriterier som de tre studerade certifieringssystemen täcker framgår i tabell 1.

Tabell 1. Redogörelse över vilka indikatorer respektive system berör och bedömer (Weber, 2015).

KRITERIER	Miljöbyggnad	BREEAM	LEED
Markanvändning		X	X
Kommunikationer/Infrastruktur		X	X
Ekologi		X	X
Förorening		X	X
Energi	X	X	X
Vatten		X	X
Material	X	X	X
Avfall		X	X
Inomhusmiljö	X	X	X
Byggskede		X	X
Styrning/Uppföljning		X	X
LCA (Livscykelanalys)		X	
LCC (Livscykelkostnader)		X	
Ekonomi/Sociala faktorer		Stadsdelar	Stadsdelar

4.2 Sweden Green Building Council

Sweden Green Building Council (förkortat SGBC) är en ideell förening som grundades 2009 av 13 svenska företag och organisationer (SGBC, 2014b):

- *Akademiska hus* – fastighetsbolag
- *DTZ* – fastighetsrådgivare
- *Fastighetsägarna Sverige* – fastighetsbolag
- *Husvärden* – fastighetsbolag
- *IVL* – miljöforskningsinstitut
- *NCC* – bygg- och fastighetsutvecklingsföretag
- *Malmö stad* – kommun
- *SEB* – bank och finansinstitut
- *Skanska* – byggbolag
- *Stockholms stad* – kommun
- *Sweco* – teknikkonsultföretag
- *Vasakronan* – fastighetsbolag
- *White* – arkitektkontor

SGBC har vidareutvecklats mycket och ägs och drivs idag (dec, 2014) av 254 medlemmar. Dessa arbetar ständigt för att tillsammans uppnå ett mer miljövänligt byggande i Sverige samt för att utveckla och påverka miljöhållbarhetsarbetet i byggbranschen. SGBC arbetar utefter de fyra miljöcertifieringssystemen Miljöbyggnad, EU GreenBuilding, BREEAM-SE och LEED (SGBC, 2014b).

SGBC är tillgängligt för alla organisationer och företag i den svenska bygg- och fastighetssektorn och blev den 5 oktober 2011 fullvärdiga medlemmar i World Green Building Council (WGBC). WGBC är ett internationellt nätverk för flera olika nationella Green Building Councils. T.ex. är USGBC också medlem i WGBC. Medlemskapet möjliggör bl.a. en hel del utbyten av kunskaper från andra WGBC-medlemmar (SGBC, 2014b).

Sweden Green Building Council har som mål att kunna bemöta och samtidigt redogöra för allmänhetens behov angående tydlig och kvalitetssäkrad information kring byggnaders miljöprestanda. Att parallellt medverka till ökad konkurrenskraft för svensk teknik och svenskt kunnande är högsta prioritering. SGBC verkar i enlighet utefter de regler och intentioner som ges ut av WGBC:

- *”Tillhandahålla, utveckla och marknadsföra certifieringssystem som möjliggör benchmarking ur nationellt såväl som internationellt perspektiv.”*
- *”Tillhandahålla certifieringar, kurser och seminarier/kongresser för att sprida, implementera och utveckla kunskap för ett hållbart byggande.”*
- *”Vara en tung opinionsbildare och som sådan bidra till att lagstiftningen främjar grönt byggande.”*
- *”Nå ett tillstånd där samtliga berörda parter premierar hållbara byggnader.”*

(SGBC, 2014b)

4.3 Välja system

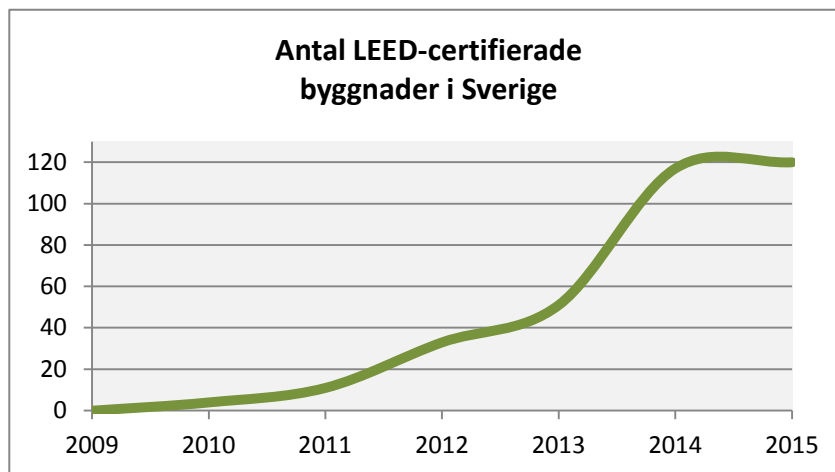
Vilket miljöcertifieringssystem som lämpar sig bäst för en viss typ av byggnad beror på flera faktorer. Bl.a. beroende på i vilket land ett företag är verksamt och inom vilket användningsområde den nya byggnaden är tilltänkt att tillämpas för. Om ett företag arbetar på en internationell marknad finns anledning att tycka att GreenBuilding eller BREEAM och LEED är mer lämpliga då de arbetar inom EU respektive globalt. Är det ett svensknationellt företag finns det anledningar att föredra användning av Miljöbyggnad då det är anpassat efter svenska normer och byggpraxis. En annan infallsvinkel för att underlätta val av miljöcertifieringssystem är att förtydliga vad fastighetsägaren har för praktisk nytta av en miljöcertifiering och vilken energi- och miljöambition som ska genomsyra byggnaden och projektet. Beroende dels på hur stort kapital fastighetsägaren är beredd att satsa extra på miljöåtgärder och beroende på inom vilka olika områden de tror sig kunna skrapa ihop poäng för dessa är det relevant att granska de olika certifieringssystemen sinsemellan. Vidtas främst åtgärder för att sänka byggnadens energibehov vore eventuellt en certifiering av GreenBuilding mest angelägen då det endast ställer krav på en byggnads energianvändning. Efterhand som fler åtgärder vidtas och större kapital satsas kommer i turordning Miljöbyggnad vad det gäller antal parametrar som bedöms (tre st.) och därefter LEED och BREEAM med betydligt fler (se tabell 1).

4.4 Antal certifierade byggnader i Sverige

Trenden för antalet certifierade byggnader i Sverige, precis som för andra stora delar av världen, går tydligt uppåt. Antalet registrerade och certifierade byggnader i Sverige ökar för samtliga fyra miljöcertifieringssystem som SGBC använder sig utav. Flest certifieringar innehar Miljöbyggnad som 2015-05-07 nådde 500 certifieringar i Sverige. Därefter följer BREEAM med 184 st certifieringar och LEED med 120 st (SGBC, 2015c), (SGBC, 2015c), (USGBC, 2015a).

Intresset för miljöcertifieringar ökar, som tidigare bekräftats. För amerikanska LEED har utvecklingen i Sverige skett så som redovisas i diagram 3. Skanska är en av de större svenska aktörerna att använda sig utav LEED-certifieringar och har byggt den i särklass bästa nybyggnationen, *Väla Gård*, med högst uppnådda betyg i Sverige. *Väla Gård* – ”ett miljömedvetet kontor!” – är idag Skanskas södra huvudkontor och fick 95 poäng av 110 möjliga (varav 10 p utgörs av bonuspoäng för

bl.a. designinnovationer) och erhöll därför LEED Platinum (SKANSKA, Andersson , 2013).



Figur 3. Antal LEED-certifierade byggnader per år t.o.m. 2015 (USGBC, 2015a)

4.5 Fördelar med miljöcertifiering:

Ett miljöcertifierat byggnadsverk innebär högre kvalitet och standard i jämförelse med en genomsnittlig byggnad. En certifiering leder till ökad kunskap om byggnaden och dess olika prestanda. Den blivande fastighetsägaren får en god insikt om byggnadens skick och förutsättningar. En certifiering medför bättre inomhusmiljö (bättre hälsa) och ökad komfort (ökad trivsel) för brukarna (Waara, 2012).

Miljöcertifierade byggnader är bevisligen mer hållbara i långa loppet och medför lägre driftskostnader. Då byggnaden blir energieffektivare sker ofta en kostnadsbesparing framöver. I samband med användning av miljöcertifieringssystem förekommer vanligtvis en bättre miljöstyrning, vilket indirekt minimerar risken för att fel ska uppstå och att byggnaden ska tappa i standard (SAINT-GOBAIN, 2015).

Genom att följa och i bästa fall även uppfylla kraven för ett miljöcertifieringssystem visar en byggherre att denna tar ansvar och värnar om miljön. För ett företag är det högst fördelaktigt att kunna marknadsföra sin fastighet som miljöcertifierad. Det bara inte stärker dess varumärke utan underlättar även kommunikationen mellan olika aktörer på grund av en gemensam nämnare (Johansson & Hedin, 2011).

En miljöcertifierad byggnad bör vara attraktiv för potentiella hyresgäster och investerare. Inte sällan är det enklare att få finansiering och bättre försäkringsvillkor för miljöcertifierade byggnader pga. att dessa motverkar de globala och negativa klimatpåverkningsarna. Fastighetsvärdet ökar då byggnaden innehåller en certifiering och detta medför även ofta ökad försäljnings- och uthyrningsgrad. Miljöcertifieringar underlättar förmedling av en byggnads egenskaper till tredje part, detta eftersom kunder har blivit mer måna om att undvika farliga ämnen i takt med att kunskapen om hur vår påverkan på miljön ökar (WSP, 2014d).

Ett annat och väldigt betydelsefullt incitament, sett ur en hyresvärders perspektiv, är ett högre driftsnetto då kostnaderna för drift blir lägre pga. de energibesparingar som en miljöklassificerad byggnad medför. Då hyresformen är kallhyra (hyresgästen betalar själv för uppvärmningen) blir kostnaderna för uppvärmning lägre vilket också ger hyresvärden en möjlighet att ta ut en högre bashyra. Statistik visar att flera kunder är beredda att betala ett högre pris för miljöcertifierade byggnader. Andra ekonomiska aspekter att ta hänsyn till vid miljöcertifiering som kan innebära förbättrade försäkringsvillkor och lånevillkor som bankerna styrker är följande;

- 1) Att husen är resurssnåla och kvalitetssäkrade gör dem till lönsamma investeringar – låg risk.*
- 2) Attraktivare byggnader ger större efterfrågan – högre hyresintäkter – låg risk.*
- 3) Attraktivare byggnader ger bättre pris – fördel vid fastighetstransaktioner.*

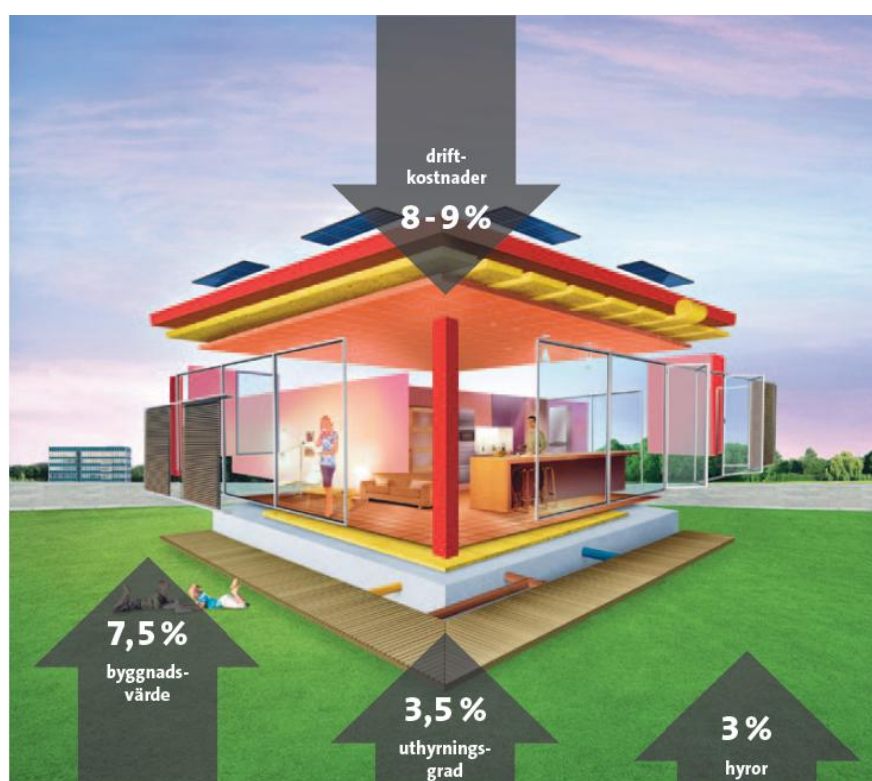
(Johansson & Hedin, 2011).

Listan med fördelar kan göras lång och flera källor anger att miljöcertifieringar leder till fördelar som; lägre underhållsbehov, lägre energianvändning, ökad trivsel för hyresgäster och att det gör byggnaden mer attraktiv på marknaden (både på första- och andrahandsmarknaden) (Sweco, 2015), (WSP, 2014d), (SAINT-GOBAIN, 2015).

Utöver detta uppger både SAINT-GOBAIN och SWECO att miljöcertifieringar ger upphov till att; risken för fel och skador minimeras,

god struktur i projektets genomförande uppnås och att högre kvalitet och standard på byggnaden uppnås (Sweco, 2015), (SAINT-GOBAIN, 2015).

SAINT-GOBAIN tar dessutom upp att kommunikationen mellan olika aktörer förbättras och att det ger fördel till företag som vill kunna marknadsföra dess fastighet som miljövänlig. Det bidrar även till högre produktivitet och närvaro bland anställda – både under byggprocessen och i den färdiga byggnaden (SAINT-GOBAIN, 2015).



Figur 4. Illustration över uppskattade vinster och fördelar en byggnad som certifierats enligt BREEAM medför (SAINT-GOBAIN, 2015).

4.6 Nackdelar med miljöcertifiering:

Processen att genomföra en miljöcertifiering innebär en kostnad för företag. Alla företag har heller inte något vidare intresse för detta område. Orsaken eller orsakerna till detta kan variera väldigt mellan olika bolag. Sannolikt är den mest bidragande faktorn kopplat till den direkta kostnaden en certifiering faktiskt medför. Extrakostnader uppkommer bl.a. i form utav projektering, anlitanade av specialister, utökade materialkostnader och mer omfattande dokumentering. Inte sällan krävs dessutom en större och mer

tidskrävande administration i ett miljöcertifieringsprojekt. Kostnaden för en certifiering beror delvis på ansökningsavgift, valt system och projektets omfattningsgrad (Waara, 2012).

SGBC med flera försöker uppmana företag att se miljöcertifieringar som en långvarig investering (vilket resulterar i positiva siffror framöver) istället för att enbart ta hänsyn till de direkta kostnaderna som uppstår.

Konsekvensen av dyrare material, krav på högre behörig personal m.m. kan tära hårt på mindre företag som i värsta fall inte har råd att stå för de extra kostnaderna som en miljöcertifiering innebär. Därmed är det i stor utsträckning endast de större företagen som har råd och tid att miljöcertifiera. Detta skapar problem och en viss orättvishet för de mindre företagen som eventuellt inte har råd eller möjlighet att miljöcertifiera sina varor eller tjänster (Waara, 2012).

Miljöcertifieringar kan, förutom att bidra till extra kostnader, fördyra och förlänga byggprocessen samt vara svåra att uppnå och upprätta både ur kompetens- och ekonomisynpunkt. Fortfarande är det en del tillverkare som inte är beredda att lägga ut extrakostnader för att få deras material miljöcertifierade, vilket begränsar utbudet av just miljöcertifierade material. Samtidigt argumenterar somliga företag att det går att bygga likvärdiga eller till och med bättre byggnader utan att behöva lägga kostnaden för en miljöcertifiering (Johansson & Hedin, 2011).

Studier som gjorts tyder på att det fortfarande är lokaliseringen av en byggnad som är den dominerande och avgörande faktorn hos potentiella hyresgäster. Med andra ord inte om byggnaden är miljöcertifierad eller inte. Intervjuade hyresgäster, som svarat skeptiskt till miljöcertifierade hus, motargumenterar dessutom med att det högst troligt medför högre hyror. Detsamma gäller boende, hyresgäster så väl som bostadsköpare, som dessutom inte kan utnyttja certifikatet i marknadsföringssyfte. I och med detta borde mycket mer resurser läggas på att sprida denna information och uppmana både företag och konsumenter att vara mycket mer påtagliga (Waara, 2012)!

4.7 Kostnader för certifiering

I ett byggprojekt där huset skall certifieras tillkommer normalt inte bara kostnader för granskning resp. certifiering, utan även för extra arbetstid, högre krav på behörighet, dyrare material etc. En certifiering av antingen BREEAM eller Miljöbyggnad utförs av utbildad personal hos Sweden Green Building Council, medan en certifiering enligt LEED måste gå via U.S. Green Building Council (SGBC, 2014h), (SGBC, 2015f), (SGBC, 2015l).

SGBC tar ut avgifter i alla delar av certifieringsprocessen för att täcka sina kostnader och omfattningen på kostnaderna beror på projektets storlek och typ. Det tillkommer dessutom extra avgifter för att täcka kostnader för merarbete för granskare och certifieringsavdelningen för t.ex. ytterligare kontroller eller granskningar. Är ett företag dock medlem i SGBC får de varierande rabatt bl.a. beroende på vilket certifieringssystem som tänkt användas samt projektets omfattning. Medlemsavgiften i SGBC baseras på ett företags omsättning. Totalt finns det fyra olika nivåer (för omsättning) och i denna avgift ingår inte någon typ av certifiering.

- Omsättning < 10 000 000 kr/år är avgiften 10 000 kr.
- Omsättning 10 000 000 – 49 999 999 kr/år är avgiften 20 000 kr.
- Omsättning 50 000 000 – 499 999 999 kr/år är avgiften 50 000 kr.
- Omsättning > 500 000 000 kr/år är avgiften 70 000 kr.

(SGBC, 2015k)

4.7.1 Certifieringskostnader i Miljöbyggnad

Bilaga 5 redogör för kostnaderna vid certifiering av nybyggnation, ombyggnation och befintlig byggnad enligt Miljöbyggnad, med avseende på byggnadens storlek (m²) och typ. Kostnaden för en certifiering varierar normalt mellan SEK 14.000 – 92.000. Tabellernas priskonstruktion gäller både för fastighetsägare som är medlem i SGBC och för de som inte är det. Som icke-medlem är avgiften 43 % högre vilket också framgår i resp. tabell samt differensen mellan medlemmars och icke-medlemmars pris.

Tabellernas priser är baserade på registrering, granskning, certifiering och ev. kompletterande uppgifter. Därutöver tillkommer också moms på samtliga avgifter (SGBC, 2015j).

4.7.2 Certifieringskostnader i LEED

Kostnaden för en certifiering enligt LEED beror på ett antal faktorer, bl.a. på byggnadens storlek (m²) och om ett företag är en kommersiell eller ideell aktör. Kostnaden varierar mellan SEK 52.000 – 430.000. Vid byggande i överensstämmelse med LEED är den ökade byggkostnaden beräknad till ca 0 – 7,5 %. Överlag gäller att ju högre betyg/klasse byggnaden ska uppnå, desto högre blir byggkostnaderna. Dessutom tillkommer kostnader för medlemskap, registrering och certifiering. Om LEED implementeras och projekteras i ett tidigt skede i byggprocessen kan kostnaderna hållas nere (Broström & Weinz, 2010). Kompletta certifieringskostnader i LEED framgår i bilaga 6.

4.7.3 Certifieringskostnader i BREEAM

För registrering, certifiering samt preliminärt och slutgiltigt betyg i BREEAM ligger kostnaden beroende på byggnadens storlek (m²) på ca SEK 70.000 – 272.000. Om endast ett slutgiltigt betyg har begärts är kostnaden ca SEK 20.000. Den sammanlagda kostnaden för registrering, certifiering, dokumentation och samordning av en BRE assessor (person som genomför och realiserar bedömningen) uppskattas vara 0,02 – 0,28 % av den totala byggkostnaden (Broström & Weinz, 2010). Kompletta certifieringskostnader framgår av tabell i bilaga 7.

4.8 Jämförelse av kostnader:

Miljöbyggnad är mindre omfattande än både LEED och BREEAM och en certifiering kostar därför också mindre. För LEED och BREEAM, framförallt LEED, kan kostnaderna öka kraftigt vid t.ex. val av snabbare bedömning, överklaganden, tilläggsfrågor m.m. LEED och BREEAM är följaktligen dyrare system att handskas med, där LEED är definitivt dyrast. Kompletta tabeller över certifieringskostnader för respektive system framgår i bilaga 5, 6 och 7.

4.8.1 Beräkningsexempel 1:

Jämförelse av certifieringskostnad för ett lägenhetskomples, 2000 m², mellan samtliga certifieringssystem. Kostnaderna är baserade på bilagorna 5, 6 och 7.

Förutsättningar: *Icke-medlem*
Nybyggnation

Miljöbyggnad: SEK 65.995

LEED: 9.876 + 34.978 + 22.633 = SEK 67.487

BREEAM: 18.000 + 50.400 + 14.400 = SEK 82.800

4.8.2 Beräkningsexempel 2:

Jämförelse av certifieringskostnad för ett lägenhetskomples på, 2000 m², mellan samtliga certifieringssystem. Kostnaderna är baserade på bilagorna 5, 6 och 7.

Förutsättningar: *Medlem*
Nybyggnation

Miljöbyggnad: SEK 46.150

LEED: 7.407 + 26.748 + 18.518 = SEK 52.673

BREEAM: 14.400 + 42.000 + 13.200 = SEK 69.600

4.8.3 Beräkningsexempel 3:

Jämförelse av certifieringskostnad för ett köpcentrum, 93.000 m², mellan samtliga certifieringssystem. Kostnaderna är baserade på bilagorna 5, 6 och 7.

Förutsättningar: *Icke-medlem*
Nybyggnation

Miljöbyggnad: SEK 91. 692

LEED: 9.876 + 34.978 + 226.325 = SEK 271. 179

BREEAM: 27.600 + 108.000 + 28.800 = SEK 164. 400

4.8.4 Beräkningsexempel 4:

Jämförelse av certifieringskostnad för ett köpcentrum, 93.000 m², mellan samtliga certifieringssystem. Kostnaderna är baserade på bilagorna 5, 6 och 7.

Förutsättningar: *Medlem*
Nybyggnation

Miljöbyggnad: SEK 64. 120

LEED: 7.407 + 26.748 + 185.175 = SEK 219. 330

BREEAM: 22.800 + 90.000 + 24.000 = SEK 136. 800

5 Miljöbyggnad

Miljöbyggnad är ett svenskt utvecklat certifieringssystem som bygger på svenska byggregler, byggpraxis och svenska myndighetsregler. Systemet började utvecklas 2005 av forskare vid bl.a. KTH och Chalmers i samarbete med ett stort antal andra företag. Från start hette det Miljöklassad byggnad, för att sedan döpas om till Miljöbyggnad när SGBC tog över förvaltningen och utvecklingen av certifieringssystemet år 2011 (SGBC, 2015m).



Figur 5. Miljöbyggnads logotyp (SGBC, 2014h).

Miljöbyggnad omfattar tre huvudområden; energi, inomhusmiljö samt byggnadsmaterial vilka sammanlagt innehåller 14 (för befintlig byggnad) resp. 15 (för nybyggnationer) olika bedömningskriterier. Dessa bedömningskriterier kallas för indikatorer. Systemet är anpassat för både bostäder och lokaler, stora som små, och är brukbart för både nyproducerade och befintliga byggnader. Miljöbyggnad skiljer sig från de två andra systemen (LEED och BREEAM) genom att vara mer enkelt och kostnadseffektivt (WSP, 2014a).

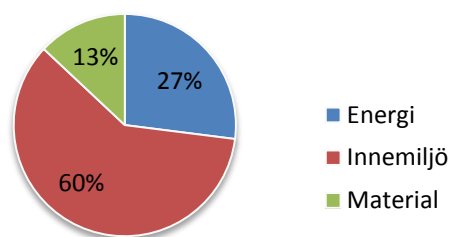
5.1 Betygsystem

Betygen som tilldelas en byggnad enligt Miljöbyggnad är antingen *Klassad*, *Brons*, *Silver* eller *Guld*. Samtliga 14 indikatorer för en befintlig byggnad och för ombyggnationer bedöms och får ett individuellt betyg enligt samma skala. Likaså gäller för nybyggnationer, 15 indikatorer, vilka även de bedöms efter samma skala. Indikatorerna vägs sedan ihop och ger byggnaden ett slutligt betyg. Byggnadens betyg kan som högst bli en nivå högre än det lägsta betyg någon utav de olika indikatorerna får. T.ex. om någon/några av indikatorerna erhåller *Brons* kan betyget som högst bli *Silver*, eller om någon indikator får betyget *Klassad* kan byggnaden högst

erhålla *Brons* osv. Att en byggnad erhåller *Brons* innebär att den klarar de grundläggande kraven som ställs av BBR (Boverkets byggregler) i Sverige. Betygen *Silver* och *Guld* betyder således att byggnadens miljöprestanda är högre än vad lagstiftningen kräver. För betyget *Guld* krävs dessutom att en enkätundersökning genomförs där minst 80 % av hyresgästerna är nöjda med innemiljön/byggnaden (SGBC, 2014n) (SGBC, 2014h).

Ingen indikator kan ignoreras vid certifiering till skillnad från i de internationella systemen LEED och BREEAM, då samtliga indikatorer vägs samman till ett slutgiltigt betyg. Det innebär att en byggnad även måste förbättra sina sämre egenskaper för att kunna nå ett högre slutbetyg. Sammanfallande kan det komma att betyda att en byggnad tvunget får nöja sig med ett lägre slutbetyg om den erhåller ett sämre betyg i en kategori som den inte kan påverka. Miljöbyggnad är främst anpassat för kontorsbyggnader och bostadshus. Andra byggnadstyper kan följaktligen med andra ord få sämre betyg på flera indikatorer där resultatet påverkas av verksamheten och de krav den ställer på byggnaden (SGBC, 2014n).

Miljöbyggnads tre miljöaspektsområden



Figur 6. Fördelning av miljöaspektsområden (Betongföreningen, 2013a).

Följande fyra indikatorer bedöms för energi:

1. Energianvändning.
2. Värmeeffektbehov.
3. Solvärmelast.
4. Energislag.

Följande nio indikatorer bedöms för innemiljö:

5. Ljudmiljö.
6. Radonhalt.
7. Ventilationsstandard.
8. Kvävedioxid i inneluften.

9. Termiskt klimat vinter.
10. Termiskt klimat sommar.
11. Dagsljus.
12. Fuktsäkerhet.
13. Legionella.

Följande två indikatorer bedöms för material:

14. Dokumentation av byggvaror och kemiska ämnen vid nyproduktion.
15. Utfasning av särskilt farliga ämnen vid nyproduktion.
16. Sanering av farliga ämnen.

OBS! Vid ombyggnad och befintlig byggnad ersätts punkt nr 14 (dokumentation av byggvaror och kemiska ämnen vid produktion) och punkt nr 15 (utfasning av särskilt farliga ämnen vid nyproduktion) av punkt nr 16, Sanering av farliga ämnen.

På SGBCs hemsida finns tillgängliga Excel-filer att ladda ner som en organisation eller ett företag sedan kan fylla i, likt den i tabell 2, och på så sätt få reda på vilket betyg en byggnad kan uppnå. Varje "indikator" får först ett betyg, vilket ensamt eller tillsammans med andra indikatorer ger en "aspekt" ett betyg. Aspekterna vägs därefter samman och gemensamt resulterar de i ett betyg för varje enskilt "område" som hädanefter med de andra områdena ger byggnaden ett totalt och slutgiltigt betyg (Starka, 2015), (SGBC, 2014n).

Tabell 2. Illustration över betygsbedömning för Miljöbyggnads indikatorer (SGBC, 2015p).

Indikatorer i 2.1 och 2.2		Aspekter		Områden		Byggnad
1 Energianvändning	GULD	Energianvändning	GULD	Energi	SILVER	SILVER
2 Värmeeffektbehov	SILVER	Effektbehov	SILVER			
3 Solvärmelast	SILVER		SILVER			
4 Andel av energislag	BRONS	Energislag	BRONS	Innemiljö	SILVER	
5 Ljudklass	GULD	Ljudkvalitet	GULD			
6 Radonhalt	GULD	Luftkvalitet	SILVER			
7 Ventilationsstandard	SILVER					
8 Kvävedioxid	SILVER					
9 Fuktsäkerhet	GULD	Fukt	GULD			
10 Termiskt klimat vinter	GULD	Termiskt klimat	SILVER			
11 Termiskt klimat sommar	SILVER					
12 Dagsljus	BRONS	Dagsljus	BRONS	Material	GULD	
13 Legionella	SILVER	Legionella	SILVER			
14 Dokumentation av byggvaror	SILVER	Dokumentation	SILVER			
15 Ufasning av farliga ämnen	GULD	Utfasning	GULD			

5.2 Certifieringsprocess

Att registrera en byggnad enligt miljöbyggnad följer en strikt ordning (SGBC, 2015d):

- Byggnaden registreras**
 Det första steget mot ett certifikat är att byggnaden skall registreras. Vid samma tillfälle bestäms vilka regler som ska gälla för byggnaden när den sedan jämförs vid granskning och certifiering. För registrerade byggnader erhålls rättighet att ställa frågor samt att få kostnadsfria svar på tre projektfrågor, därefter besvaras ytterligare frågor mot en avgift.
- Förhandsbesked**
 Det finns numera möjlighet till att av en granskare få förhandsbesked för om en hel eller en del av indikatorerna är godkända undertiden arbetat med ansökan fortskrider. Förhandsgodkännandet följer med ansökan och är så länge förutsättningarna inte ändrats giltigt.
- Ansökan skickas in**
 Ansökan skall ha skickats in till SGBC inom 3 år från det att byggnaden registrerats. Ansökan fylls i online och dokument laddas

upp som beskriver byggnaden och hur den uppfyller målen för betygskriterierna.

- **Kontroll av formalia**

Ansökan kontrolleras sedan att den är korrekt ifylld, att rätt manual och förtydligande har använts och att alla handlingar är med så att den kan granskas i sak. Kontrollen är klar inom tre veckor, beroende på ansökningstrycket kan tiden gå olika fort eller långsamt. Om några formalia saknas har den sökande en vecka på sig att komplettera dessa annars placeras ansökan sist i hanteringskön.

- **Ansökan granskas och revideras**

En opartisk granskare går igenom och bedömer om betygskriterierna är uppfyllda eller inte genom att kontrollera eventuella beräkningar, resultat, ritningar m.m. Om ansökan behöver kompletteras, korrigeras eller förtydligas skickas den tillbaka till den sökande, samma tidsgränser (en vecka) gäller även för detta.

Tiderna för granskning och revidering varierar beroende på när de sker. Det är viktigt att alla delaktiga håller sina respektive tider för att certifieringarna ska bli så effektiva som möjligt och inte behöva avbrytas. I avgiften ingår två kontroller av kompletteringar eller revideringar, vid behov av fler tillkommer en avgift. Om en granskning avbrutits tas en ny granskningsavgift ut.

- **Byggnaden certifieras**

När ansökan är klar och godkänd utfärdas ett certifikat till befintliga byggnader och ett preliminärt certifikat för ny- eller ombyggnationer. Certifikat och plakett skickas till fastighetsägaren.

- **Byggnaden verifieras**

Byggnader som erhållit en preliminär certifiering, nyproduktion eller ombyggnationer, ska verifieras inom två år efter att den blivit certifierad för att certifikatet ska fastställas.

Certifieringsbestlutet får lov att överklagas till Miljöbyggnads Tekniska råd högst en månad efter att certifieringen ägt rum, detta skall ske skriftligt. Betyget på en byggnad kan höjas om man, inom ett år från certifierings datum, skickar in underlag till det. Högst fem indikatorer får dock

medräknas i uppgraderingen av betyget på byggnaden, och de måste bedömas efter samma kriterium som tidigare. Certifikatet är giltigt i högst 10 år från det att certifieringen tillgavs, eller tills byggnaden genomgår en större ombyggnad eller när en genomgripande ändring av dess verksamhet sker (SGBC, 2015d).

5.3 Indikatorer i Miljöbyggnad

Tabell 3 redogör för Miljöbyggnads samtliga 16 indikatorer. Ett urval för vilka indikatorer som påverkas av betong har gjorts och dessa redogörs för i högerkolumnen. Betong är ett brett och mångsidigt material med inverkan i flera avseenden för en byggnad (Betongföreningen, 2015c). En noggrannare detaljbeskrivning av de indikatorer som påverkas av betong redovisas senare i detta kapitel.

Tabell 3. Illustration av indikatorer som påverkas av betong i Miljöbyggnad (Betongföreningen, 2013a).

Område	Aspekt	Indikator	Påverkas av betong
Energi	Energianvändning	Energianvändning	X
	Effektbehov	Värmeeffektbehov	X
		Solvärmelast	Se kommentar nedan*
	Energislag	Energislag	-
Innemiljö	Ljudmiljö	Ljudmiljö	X
	Luftkvalitet	Radonhalt	X
		Ventilationsstandard	-
		Kvävedioxid	X
	Fukt	Fuktsäkerhet	X
	Termiskt klimat	Termiskt klimat vinter	X
		Termiskt klimat sommar	X
	Dagsljus	Dagsljus	-
Legionella	Legionella	-	
Material	Dokumentation av byggvaror	Dokumentation av byggvaror	X
	Utfasning av farliga ämnen	Utfasning av farliga ämnen	X
		Sanering av farliga ämnen	X

**Solvärmelast beräknas med en förenklad metod som enbart tar i hänsyn byggnadens fönsters förmåga att begränsa soltillskottet i ett rum. En tung byggnads förmåga att ta hand om den överskottsvärme som infallande sol ger upphov till, utnyttjas alltså inte. (Betongföreningen, 2013a).*

5.3.1 Indikatorer som påverkas av betong

Nedan redogörs ingående för de kriterier i Miljöbyggnad där betong har en betydelsefull påverkan. Kraven gäller för nyproduktion enligt *Miljöbyggnad version 2.2, 141001* om inget annat anges. Informationen är hämtad från SGBCs manualer för Miljöbyggnad och Betongföreningens ”Vägledning för miljöcertifiering enligt Miljöbyggnad”, om ingen annan källa anges (Betongföreningen, 2013a) (SGBC, 2014n).

Följande indikatorer redovisas: *Energianvändning, Värmeeffektbehov, Ljudmiljö, Radonhalt, Kvävedioxid, Fuktsäkerhet, Termiskt klimat vinter, Termiskt klimat sommar, Dokumentation av byggvaror, Utfasning av farliga ämnen och Sanering av farliga ämnen.*

För varje indikator redovisas:

- *Syfte* – beskriver kriteriets/indikatorns syfte.
- *Krav* – redogör respektive krav för de olika betygen (Brons, Silver eller Guld).
- *Betongens påverkan* – hur betongen påverkar kriteriet/indikatorn.
- *Förslag på åtgärder* – beskriver förslag på olika åtgärder som kan vidtas för att uppfylla kriteriet/indikatorn eller för att åstadkomma/ge ökad effekt.

Energi – Energianvändning

Syfte: *Att premiera byggnader som projekteras, utformas och byggs för låg energianvändning.*

Krav: Byggnadens energiprestanda mäts eller beräknas enligt BBR. Indikatorn värderas i förhållande till BBRs energikrav:

- Brons: \leq BBR-kravet för energiprestanda, gäller för både eluppvärmda och övriga byggnader.
- Silver: \leq 75 % av BBR-kravet för energiprestanda, gäller för både eluppvärmda och övriga byggnader.
- Guld: \leq 65 % av BBR-kravet för energiprestanda, gäller för både eluppvärmda och övriga byggnader.

Betongens påverkan: Betong har en hög förmåga att lagra värme och kyla. Betongkonstruktioner är överlag ofta väldigt täta vilket möjliggör täta klimatskal med mindre luftläckage.

Eftersom betong samtidigt har en hög värmeledningsförmåga ökar risken för att det skall uppstå köldbryggor.

Förslag på åtgärder: Genom utnyttjning av betongens förmåga att lagra värme, alternativt kyla, för att sedan dra nytta av denna vid över- eller underskott i byggnaden – kan bidra till ett stabilare klimat i byggnaden. Viktigt är det att klimatskalet utförs noggrant så det blir tätt, extra viktigt runt dörrar och fönster, för minska risken för luftläckage. Vid planering användning av betongens värmetröghet är det lämpligt att tillåta små temperaturvariationer i huset för att undvika att uppvärmnings- och kylningssystemen automatiskt går igång.

Riskerna för köldbryggor kan minskas genom att noggrant planera utformningen av detaljlösningar och att entreprenörerna utför sitt arbete korrekt. De största köldbryggorna uppstår vanligtvis i grundkonstruktionen och i anslutningar mellan väggar och fönster/dörrar.

Energi – Värmeeffektbehov

Syfte: Att premiera byggnader som projekteras, utformas och byggs så att behovet av tillförd effekt för uppvärmning begränsas.

Krav: Värmeeffektbehovet i W/m^2 (A_{temp}) vid dimensionerande utomhustemperatur, för klimatzon III.

- Brons: $\leq 40 W/m^2$ (A_{temp}) för eluppvärmda byggnader.
 $\leq 60 W/m^2$ (A_{temp}) för **ej** eluppvärmda byggnader.
- Silver: $\leq 30 W/m^2$ (A_{temp}) för eluppvärmda byggnader.
 $\leq 40 W/m^2$ (A_{temp}) för **ej** eluppvärmda byggnader.
- Guld: $\leq 20 W/m^2$ (A_{temp}) för eluppvärmda byggnader.
 $\leq 25 W/m^2$ (A_{temp}) för **ej** eluppvärmda byggnader.

Betongens påverkan: Betongens värmetröghet ger den en hög lagringsförmåga för både värme och kyla, vilket sedan kan utnyttjas vid underskott. Detta kan göra inomhusklimatet stabilare och även utnyttjas för att undvika effekttoppar eller jämna ut dessa.

Förslag på åtgärder: För att fullt kunna utnyttja betongens värmetröghet kan det vara lämpligt att undvika användningen av s.k. schablonsvärden för tidskonstanter då de oftast är i underkant i jämförelse med nyproducerade byggnaders tröghet. Tidskonstanten τ , är kvoten mellan en byggnads värmekapacitet och specifika effektförlust och beskriver hur snabbt en byggnad reagerar på väderleksförändringar. För att få fram tidskonstanten är simuleringsprogram att föredra då det ger ett mer överensstämmande värde med byggnadens faktiska värmetröghet. Tidskonstanten används därefter för att räkna ut värmeeffektbehovet. Ju högre tidskonstant, desto lägre värmeeffektbehov krävs.

Innemiljö – Ljudmiljö

Syfte: Att premiera byggnader som utformas, projekteras och byggs för god ljudmiljö.

Krav: Betyget beror på vilken ljudklass byggnaden får enligt svensk standard där standarderna SS 25267 eller SS 25268 används för bostäder respektive lokaler.

- Brons: Ljudklass C på de fyra bedömda ljudparametrarna enligt för SS 25267 eller SS 25268.
- Silver: Minst två av de fyra bedömda ljudparametrarna i SS 25267 eller SS 25268 ska uppfylla ljudklass B eller högre. Övriga bedömda till minst ljudklass C.
- Guld: Minst ljudklass B på alla de bedömda ljudparametrarna enligt SS 25267 eller SS 25268. Godkänt enkätresultat eller egendeklaration.

Betongens påverkan: Betong är ett tungt och styvt material vilket är en bra kombination för att minska mängden lågfrekvent buller, både i horisontell och i vertikal riktning. Betongens ljudabsorptionsförmåga är dock låg vilket kan orsaka att ljud stutsar inom rummet.

Förslag på åtgärder: I betongbjälklag kan extra golvbeläggningar behövas för att minska stegljudet orsakat av vibrationer – t.ex. kan en bit isolering placeras ovanpå betongen innan ytskiktet i sin tur placeras ut (flytspackel, parkett etc.). Isoleringen förhindrar vibrationer att gå ner i bjälklaget.

På grund av betongens oförmåga att absorbera ljud kan ljudabsorbenter i form av tilläggsisolering placeras på betongväggar för att förbygga mot eko i ett rum. Detta kan dock begränsa betongens förmåga till värmetröghet, men å andra behövs inte alla väggar tilläggsisoleras. Alternativt kan ljudabsorberande inredning, t.ex. gardiner, placeras ut.

Innemiljö – Radonhalt

Syfte: Att premiera byggnader som utformas, projekteras och byggs för låg radonhalt i inomhusluften.

Krav: Betyget beror radonhalten i inomhusluften:

- Brons: Radonhalt $\leq 200 \text{ Bq/m}^3$.
- Silver: Radonhalt $\leq 100 \text{ Bq/m}^3$.
- Guld: Radonhalt $\leq 50 \text{ Bq/m}^3$.

Betongens påverkan: Betong är ett tätt material vilket radon inte kan tränga igenom och lämpar sig därför som material för grundplattor eller till källargolv och väggar. Dock måste alltid hänsyn till sprickor tas. Eventuellt kan små halter av radon läcka från betongen självt i äldre hus, vilket härrör från dess ballast och cement som innehåller små halter av radium.

Förslag på åtgärder: Tätheten på betongen beror på dess vattencementtal (vct). Ju lägre vct desto tätare betong och stomme.

Läckage från äldre betongbyggnader kan enkelt reduceras genom att applicera sprickfria ytbehandlingar, t.ex. målning.

Innemiljö – Kvävedioxid

Syfte: Att premiera byggnader med låg halt av kvävedioxid inomhus orsakad av uteluft som är förorenad av fordonstrafik.

Krav: Betyget utgår från halterna av kväveoxider i inomhusluften.

- Brons: > 40 µg/m³.
- Silver: ≤ 40 µg/m³.
- Guld: ≤ 20 µg/m³, alternativt om byggnaden är belägen utanför tätbebyggt område
placerad > 250 m från väg med > 10 000 fordon/dygn.

Betongens påverkan: Betong har ingen direkt påverkan på mängderna kvävedioxid i en byggnads inomhusluft.

Förslag på åtgärder: Det är fullt möjligt att tillverka betong med lufttregörande egenskaper genom att i betongens ytskikt tillsätta ett pigment bestående av speciell fotokatalytisk titanoxid. Pigmentet reagerar i kontakt med ultraviolettt ljus från dagsljus eller från vanliga UV-lampor. Resultatet leder till att kväveoxider och andra organiska partiklar ombildas till koldioxid och salter som senare kan sköljas bort av regnvatten. Mängderna av salt som bildas i denna process är så pass små att de inte utgör ett problem för mark, vatten eller växlighet i närområdet. Den fotokatalytiska reaktionen kan upprepas under hela betongens livslängd då titandioxiden inte förbrukas och under förutsättning att betongytan hålls ren (SBUF, 2009). För att se titandioxids kemiska reaktion se bilaga 9.

Innemiljö – Fuktsäkerhet

Syfte: Att premiera byggnader som utformas, projekteras, byggs och förvaltas på ett sätt så att risken för framtida fukt- och vattenskador minskar.

Krav: Betyget utgår från byggnadens projektering i hänsyn till fuktsäkerhet.

- Brons: Byggnaden är fuktsäkerhetsprojekterad och uppfyller fuktsäkerhetskraven i BBR. Fuktkritiska konstruktioner ska vara identifierade och dokumenterade, kontrollplaner finns tillgängliga och utförandet dokumenteras.
- Silver: Brons + Följning av aktuella branschregler för utförande av våtrummen.
Fuktsäkerhetsprojektering utförs enligt Bygga F eller motsvarande.

Fuktmätningar i betong utförs enligt RBK (Rådet för Bygg Kompetens).

- **Guld: Silver + En diplomerad fuktsakkunnig** (beställarens expert) och en fuktsäkerhetsansvarig (entreprenörens expert) ska vara utsedda.

I småhus krävs att en fuktsäkerhetsansvarig är utsedd.

Godkänt enkätresultat eller egendeclaration.

Betongens påverkan: Problem kan uppstå om fuktkänsliga material kommer i kontakt med fuktig betong före det att den hunnit torka ut. Betong är, efter att den stelnat och torkat, ett tätt och vattentåligt material som begränsar vatten att fortlöpa mellan olika rum/utrymmen vid eventuella läckage.

Förslag på åtgärder: Applicering av organiska eller fuktkänsliga material på betong bör inte ske förrän dess att fukthalten är kontrollerad.

Betong kan tillverkas i en kvalitet som gör den absolut vattentät för att förhindra vatten att flöda mellan olika rum/utrymmen.

Innemiljö – Termiskt klimat vinter

Syfte: Att premiera byggnader som utformats, projekterats och byggts för ett bra termiskt inneklimat vintertid.

Krav: Två metoder används för att ta fram betyg för en byggnad. Alternativ ett är en redovisning av transmissionsfaktorn (TF), detta rekommenderas dock endast för småhus. Alternativ två är att utgå från PPD-index (för förklaring se bilaga 1).

- **Brons: *Småhus:*** $TF < 0,4$ samt värmekälla under fönster eller redovisning av annat skydd mot kallras, d.v.s. lufthastighet $< 0,15\text{m/s}$.
Bostäder och lokalbyggnader: Termiskt klimat motsvarande $PPD \leq 20\%$ samt öppningsbara fönster i bostäder och i skolor som saknar komfortkyla.

- Silver: *Småhus*: $TF < 0,3$ samt Värmekälla under fönster eller redovisning av annat skydd mot kallras, d.v.s. lufthastighet $< 0,15\text{m/s}$.
Bostäder och lokalbyggnader: Termiskt klimat motsvarande $PPD \leq 15\%$ samt öppningsbara fönster i skolor som saknar komfortkyla och bostäder.
- Guld: *Småhus*: TF ej accepterad, termiskt klimat motsvarande $PPD \leq 10\%$ samt godkänd egendeclaration.
Bostäder och lokalbyggnader: Termiskt klimat motsvarande $PPD \leq 10\%$, öppningsbara fönster i skolor som saknar komfortkyla och bostäder. Samt godkänt enkätresultat eller egendeclaration.

Betongens påverkan: Betongens värmetröghet medverkar till att hålla byggnadens inomhustemperatur mer jämn under vintertid.

Förslag på åtgärder: Utnyttja betongens värmetröghet genom användning av exponerad betongyta inomhus eller också genom att t.ex. dra nytta av hålbjälklagets lagrade värme för tilluft. Om tilluften passerar igenom hålbjälklaget på vägen in värms den samtidigt upp och bidrar till en mer behaglig tilluftsinstälning. Bl.a. genom dessa tillvägagångssätt kan energi sparas för att mindre konstant värme krävs för att värma byggnaden.

Observera att svårigheter av utnyttjning av betongens värmetröghet kan uppstå om väggar och golv täcks över med isolering etc. Detta görs dels både för att minska mängden eko i ett rum men också av estetiska skäl, dock blir den värmelagrande kapaciteten hos betongen mindre som direkt följd.

Innemiljö – Termiskt klimat sommar

Syfte: Att premiera byggnader som utformats, projekterats och byggts för ett bra termiskt inneklimat sommartid.

Krav: Två metoder används för att ta fram betyg för en byggnad. Alternativ ett är en redovisning av solvärmefaktorn (SVF), detta rekommenderas dock endast för småhus. Alternativ två är att utgå från PPD-index (för förklaring se bilaga 2).

- Brons: *Småhus*: SVF < 0,048 samt öppningsbara fönster.
Skolor: SVF < 0,06 samt öppningsbara fönster.
Bostäder och lokalbyggnader: Termiskt klimat motsvarande PPD ≤ 20 % samt öppningsbara fönster i skolor som saknar komfortkyla och bostäder.
- Silver: *Småhus*: SVF < 0,036 samt öppningsbara fönster.
Skolor: SVF < 0,054 samt öppningsbara fönster.
Bostäder och lokalbyggnader: Termiskt klimat motsvarande PPD ≤ 15 % samt öppningsbara fönster i skolor som saknar komfortkyla och bostäder.
- Guld: *Småhus & skolor*: SVF < 0,025, öppningsbara fönster samt godkänd egendeclaration.
Bostäder och lokalbyggnader: Termiskt klimat motsvarande PPD ≤ 10 %, öppningsbara fönster i skolor som saknar komfortkyla och bostäder. Samt godkänt enkätresultat eller egendeclaration.

Betongens påverkan: Betongens förmåga att lagra både värme som kyla medverkar till att hålla byggnadens inomhustemperatur mer jämn under sommartid. Kylbehovet minskar således vilket innebär energibesparingar.

Förslag på åtgärder: Genom att, förutom utnyttja betongens lagringsförmåga, dessutom använda sig utav s.k. aktiv kylning under nattetid kan kylbehovet minskas ytterligare. Sval uteluft flödar igenom hålbjälklaget där kyla kan lagras. När sedan ventilationsluften på dagtid går igenom samma kanaler i hålbjälklaget flödar redan nedkyld luft in i inomhusluften och bidrar till lägre inomhustemperaturer (Karlsson, Rönneblad, Kurkinen, & Wadsö, 2010).

Material – Dokumentation av byggvaror

Syfte: Att premiera byggnader där byggvaror och byggnadsmaterial dokumenteras.

Krav: Bedömning görs av dokumentationen av inbyggda byggvaror.

- Brons: Att en byggnadsrelaterad loggbok upprättas med information om byggvaror i produktkategorier E, F, G, H, I, J, K, L, M, N och Z enligt BSAB 96. Loggboken ska minst innehålla uppgifter om typ av byggvara, varumärke, tillverkare, innehållsdeklaration och årtal för dess upprättande.
- Silver: Brons + Loggboken är digital och administreras på företagsnivå hos fastighetsägaren.
- Guld: Silver + Loggboken innehåller byggvarors ungefärliga placering och mängden i byggnaden.

Betongens påverkan: Betong är ett stommaterial som måste registreras när det används som övriga material.

Förslag på åtgärder: Upprätta en loggbok med information om byggvarorna i rätt kategori enligt BSAB 96 där all relevant information finns tillgänglig, t.ex. typ av byggvara, varumärke och tillverkare m.m. Betong infaller i normala fall kategorierna E och G i BSAB 96.

Material – Utfasning av farliga ämnen

Syfte: Att premiera byggnader med material och byggvaror som inte innehåller ämnen med farliga egenskaper.

Krav:

- Brons: Ingen dokumentation krävs.
- Silver: Utfasningsämnen enligt KEMIs kriterier förekommer i mindre omfattning hos loggbokens byggvaror och är dokumenterade i en avvikelislista.
- Guld: Utfasningsämnen enligt KEMIs kriterier förekommer inte i de dokumenterade byggvarorna i loggboken.

Betongens påverkan: Betong kan innehålla mineraliska tillsatsmaterial och fillers vilka kan ingå i vissa cementtyper eller ersätta en del av cementen vid tillverkning av betongen. Genom dessa tillsatser anpassas betongens egenskaper för specifika användningsområden.

Det kan ske emissioner från betongens tillsatsmedel ut i naturen när betongen är färsk. I hårdnad betong som är tät finns det nästan ingen risk för emissioner (SACA, Tillsatsmedel för betong).

Förslag på åtgärder: För att undvika att använda särskilt farliga ämnen i byggnader bör kontroller med BASTA och KEMI utföras för att se till att inte förekommer hälsovådliga ämnen. Betong är i för sig själv inte hälsovådligt när det har stelnat men under torkningstiden kan det vara irriterade.

Material – Sanering av farliga ämnen

Syfte: Att premiera att farliga ämnen i byggnaden inventeras och saneras.

(Enligt Miljöbyggnad 2.2 för befintliga byggnader (SGBC, 2014o)).

Krav: Betyg baseras på hur noggrann inventering och sanering som utförs.

- Brons: Uppfylla nuvarande lagstiftning gällande förekomst av ämnen med miljö- och hälsorisk. Asbestinventering ska vara genomförd och eventuell asbest är antingen inkapslad eller förekommer som fiber i fast bundna material.
- Silver: Brons + Ozonedbrytande ämnen (freoner), asbest och PCB (även småhus) har inventerats och inte påträffats, eller har sanerats.
- Guld: Silver + Kadmium, bly, radioaktiva isotoper, kvicksilver samt impregnerat virke har inventerats och inte påträffats eller har sanerats.

Betongens påverkan: I hus byggda (eller renoverade) mellan 1956-1973 kan PCB förekomma i exempelvis fogmassor i betongfasader. Användningen av PCB förbjöds 1973.

Förslag på åtgärder: I äldre byggnader kan det förekomma skadliga ämnen som kan behöva saneras, t.ex. PCB i fogmassor. Börja med att först

inventera byggnaderna för att se vilka ämnen som faktiskt finns i dem och sedan byta ut dessa så gått det går.

6 LEED

Leadership in Energy and Environmental Design, LEED, är världens idag mest kända och spridda miljöcertifieringssystem. Räknat till antalet certifierade byggnader är dock brittiska BREEAM störst LEED introducerades först i USA 1998 av den icke-vinstdrivande föreningen U.S. Green Building Council (USGBC) och är ett certifieringssystem som skapar möjligheten att jämföra byggnaders miljöprestanda internationellt. Visionen bakom LEED är att främja ”gröna byggnader” och att dessa positivt skall påverka hälsan och miljön för allt levande. Till hjälp för ökad medvetenhet bland människor som skall bo och vistas i en LEED-certifierad byggnad huset är hushållsinformation betydelsefullt, exempelvis att informera brukare om anpassad ventilation, dimmers, m.m. (USGBC, 2009), (Betongföreningen, 2015d).



Figur 7. LEEDs logotyper för respektive certifieringsnivå – Certifierad, Silver, Guld och Platinum (PMC, 2013).

Sedan första versionen släpptes 1999 har flertalet nya versioner lanserats, vilka tillsammans gör LEED praktiskt användbart för alla olika typer av byggnader, nya som befintliga. Systemet är dessutom flexibelt och brett anpassat då det kan nyttjas i både projekterings- och driftsstadiet. Utöver certifiering av all dagliga bostadshus kan LEED även användas för tillämpning av större komplex, t.ex. sjukhus, konserthus och till och med hela stadsdelar (SGBC, 2015q)!

LEED följer amerikansk standard och finns inte att ta del av i nationella anpassningar. Internationella samarbeten mellan EU och USGBC (U.S. Green Building Council) har därför tagit fram Alternative Compliance Paths (ACP) för europeiska LEED-projekt, vilka möjliggör ytterligare alternativ och förhållningssätt till LEED-poäng som tillgodoser unika projektbehov. Dessa nya Europa-anpassade ACP skapar nya sätt för projekt

att påvisa överensstämmelse med kraven i LEED (WSP, 2014c), (SGBC, 2015), (USGBC, 2013).

6.1 Betygssystem

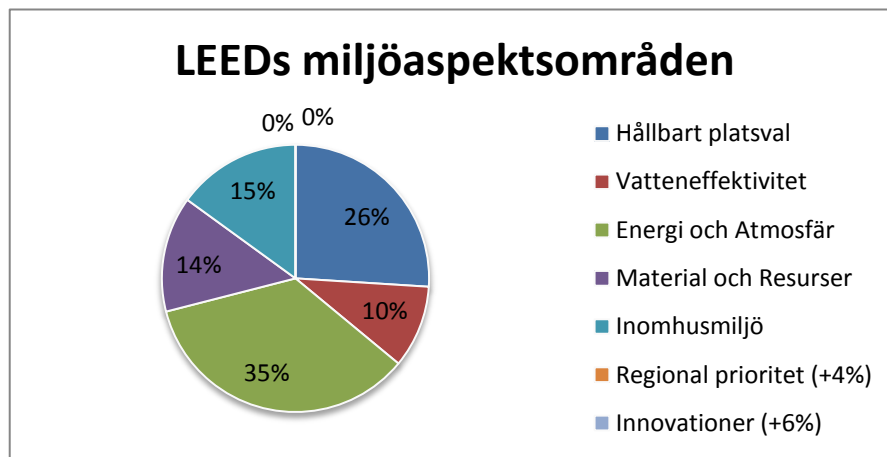
LEED är ett poängbaserat system, där poängen delas ut enligt en 100-gradig skala. En byggnad certifieras enligt fem olika miljöaspektsområden plus två extra områden vilka ger chans till bonuspoäng – totalt sju bedömningsområden, dessa är:

- **Hållbart platsval (SS, Sustainable Sites)** – avser tomt, vattenvägar och inverkan på ekosystem.
- **Vatteneffektivitet (WE, Water Efficiency)** – avser operativ användning och effektivitet.
- **Energi och Atmosfär (EA, Energy and Atmosphere)** – avser byggnadens energianvändning och att minska nedbrytningen av ozonlagret.
- **Material och Resurser (MR, Materials and Resources)** – avser transporter, minimalt spill och närproduktion.
- **Inomhusmiljö (IEQ, Indoor Environmental Quality)** – avser luftkvalitet, dagsljus och ljudförhållanden.

Två extra bedömningsområden:

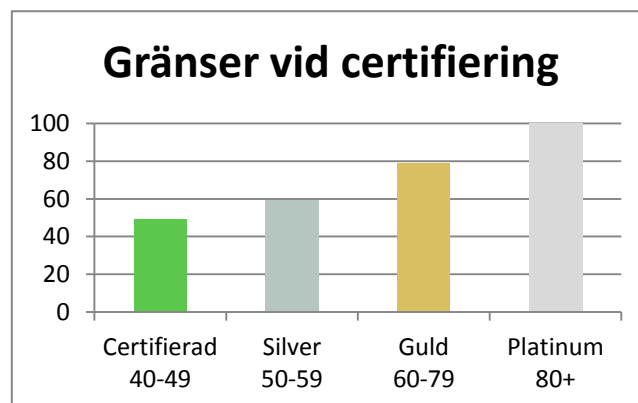
- **Regional prioritet (Regional Priority)** – LEED ger möjlighet till regioner att prioritera frågor som är viktiga genom att belöna dessa med extrapoäng. I Sverige är det vanligt förekommande att få poäng för energi och vattenfrågor.
- **Innovationer (Innovation in Design)** – avser bl.a. innovativa och tekniska lösningar som överträffar standardkraven i manualen eller om byggherren t.ex. åstadkommit något övertaligt som inte ingår i LEED.

(Betongföreningen, 2015d)



Figur 8. Fördelning över LEEDs miljöaspektsområden. (Betongföreningen, 2015d).

LEED är uppdelat i fyra olika betygsnivåer; Certifierad, Silver, Guld och Platinum. Somliga av miljöaspektsområdena innehåller minimikrav, s.k. skallkrav, vilka måste uppfyllas för att en byggnad överhuvudtaget ska kunna erhålla ett certifikat. Maximal poäng ett projekt kan få är 100 p, inklusive eventuella bonuspoäng (10 p) för regional prioritet och innovationer. Projektets sammanlagda poäng avgör den slutliga betygsnivån, där gränsen för certifiering av lägsta betyget Certifierad är 40 poäng, för att sedan succesivt öka till högsta betyget Platinum vilket kräver minst 80 poäng.



Figur 9. Certifieringsnivåer i LEED (USGBC, 2009).

6.2 Certifieringsprocess

Det finns inga angivna krav på att den som deltar i en certifieringsprocess enligt LEED skall vara utbildad eller licensierad för detta ändamål. Likväl kan ändå en poäng erhållas inom kategorin ”Innovativa Lösningar” om en LEED AP, Accredited Professional, är involverad i projektet. Första steget i certifieringsprocessen är att registrera projektet hos GBCI, Green Building Certification Institute. Projektet blir då, när registreringsavgiften är betald, tillgängligt på LEED Online och först i detta skede kan dokumentationen börja samlas och uppdateras. När projektet är registrerat tillhandahålls hjälpmedel som är nödvändiga för att kunna certifiera.

Kanada, Indien och Kuba har skapat sin egen lokala anpassning av LEED. För övriga nationer som inte har en egen version måste certifieringsprocessen gå via U.S. Green Building Council, vilket innebär att amerikansk standard används. På rekommendation av SGBC bör det anlitas personer som är utbildade LEED Green Associates (GA) och LEED Accredited professionals (AP) till att utföra certifieringen då LEED är ett omfattande miljöcertifieringssystem och ofta kräver högre kompetent personal.

En granskning kan göras i projekteringskedet och en i projektets slutskede (Split Review), eller så görs granskningen samtidigt för både system- och byggskede vid projektets slut (Combined Review). Efter slutgranskning fastställs hur många poäng projektet uppnått samt vilken certifieringsnivå det landar på. Därefter finns det möjlighet att välja mellan att godta det slutliga beskedet och därmed erhålla ett certifikat samt en plakett, eller det andra alternativet som är att överklaga (Johansson Björdin & Yakhyaeva, 2012), (SGBC, 2015).

6.3 Bedömningskriterier i LEED

LEED innehåller sammanlagt 58 bedömningskriterier och då betong är ett mångsidigt material har det en direkt påverkan på flera av dessa kriterier. Föreningen *Betongföreningen* har redan klargjort vilka dessa kriterier är, se tabell 4:

Tabell 4. (USGBC, 2009), (Betongföreningen, 2015d).

Project checklist		Påverkas av betong
<i>Sustainable sites</i>		Possible Points: 26 p
SSp 1 Construction Activity Pollution Prevention	REQUIREMENT	
SSc 1 Site Selection	1	
SSc 2 Development Density and Community Connectivity	5	
SSc 3 Brownfield redevelopment	1	
SSc 4.1 Alternative transportation – Public Transportation Access	6	
SSc 4.2 Alternative transportation – Bicycle storage and Changing rooms	1	
SSc 4.3 Alternative transportation – Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicles	3	
SSc 4.4 Alternative transportation – Parking capacity	2	
SSc 5.1 Site Development – Protect or Restore Habitat	1	
SSc 5.2 Site Development – Maximize Open Space	1	
SSc 6.1 Stormwater Design – Quantity Control	1	X
SSc 6.2 Stormwater Design – Quality Control	1	X
SSc 7.1 Heat Island Effect - Nonroof	1	X
SSc 7.2 Heat Island Effect - Roof	1	X
SS c8 Light Pollution Reduction	1	
<i>Water Efficiency</i>		Possible Points: 10 p
WEp 1 Water Use Reduction	REQUIREMENT	
WEc 1 Water-Efficient Landscaping	2 to 4	
WE c 2 Innovative Wastewater Technologies	2	
WE c 3 Water Use Reduction	2 to 4	
<i>Energy and Atmosphere</i>		Possible Points: 35 p
EAp1 Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	REQUIREMENT	
EAp 2 Minimum Energy Performance	REQUIREMENT	X
EAp 3 Fundamental Refrigerant Management	REQUIREMENT	
EAc 1 Optimize Energy Performance	1 to 19	X
EAc 2 On-Site Renewable Energy	1 to 7	
EAc 3 Enhanced Commissioning	2	
EAc 4 Enhanced Refrigerant Management	2	X
* EAc 5 Measurement and Verification	3	
EAc 6 Green Power	2	
<i>Materials and Resources</i>		Possible Points: 14 p
MRp 1 Storage and Collection of Recyclables	REQUIREMENT	
MRc 1/1.1 Building Reuse - Maintain Existing Walls, Floors and Roof	1 to 3	X
* MRc 1.2 Building Reuse - Maintain Interior Nonstructural Elements	1	X
MRc 2 Construction Waste Management	1 to 2	X
MRc 3 Materials Reuse	1 to 2	X
MRc 4 Recycled Content	1 to 2	X
MRc 5 Regional Materials	1 to 2	X
MRc 6 Rapidly Renewable Materials	1	
MRc 6/7 Certified Wood	1	

<i>Indoor Environmental Quality</i>		Possible Points: 15 p	
IEQp 1 Minimum Indoor Air Quality Performance		REQUIREMENT	
IEQp 2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control		REQUIREMENT	
IEQc 1 Outdoor Air Delivery Monitoring		1	
IEQc 2 Increased Ventilation		1	
IEQc 3/3.1 Construction Indoor Air Quality Management Plan – During Construction		1	
* IEQc 3.2 Construction Indoor Air Quality Management Plan – Before Occupancy		1	
IEQc 4.1 Low-Emitting Materials – Adhesives and Sealants		1	X
IEQc 4.2 Low-Emitting Materials – Paints and Coatings		1	
IEQc 4.3 Low-Emitting Materials – Flooring systems		1	X
IEQc 4.4 Low-Emitting Materials – Composite Wood and Agrifiber Products		1	
IEQc 5 Indoor Chemical and Pollutant Source Control		1	
* IEQc 6.1 Controllability of Systems – Lighting		1	
IEQc 6/6.2 Controllability of Systems – Thermal Comfort		1	
IEQc 7/7.1 Thermal Comfort - Design		1	X
* IEQc 7.2 Thermal Comfort - Verification		1	X
IEQc 8.1 Daylight and Views - Daylight		1	
IEQc 8.2 Daylight and Views - Views		1	
<i>Innovation in Design</i>		Possible Points: 6 p	
Innovation in Design: Specific Title		1	X
Innovation in Design: Specific Title		1	X
Innovation in Design: Specific Title		1	X
Innovation in Design: Specific Title		1	X
Innovation in Design: Specific Title		1	X
LEED Accredited Professional		1	
<i>ID 2 LEED Accredited Professional</i>		Possible Points: 4 p	
Regional Priority: Specific Credit		1	
Regional Priority: Specific Credit		1	
Regional Priority: Specific Credit		1	
Regional Priority: Specific Credit		1	
<i>TOTAL</i>		Possible Points: 110 p	

6.3.1 Bedömningskriterier som påverkas av betong

Nedan redogörs ingående för de kriterier i LEED där betong har en betydelsefull påverkan. Kraven gäller för nyproduktion enligt *LEED 2009*. Informationen är hämtad från USGBCs manualer för LEED och Betongföreningens ”Vägledning för miljöcertifiering enligt LEED”, om ingen annan källa anges (Betongföreningen, 2015d) (USGBC, 2009).

Följande aspekter redovisas: *SSc 6.1 Stormwater Design – Quantity Control*; *SSc 6.2 Stormwater Design – Quality Control*; *SSc 7.1 Heat Island Effect – Nonroof*; *SSc 7.2 Heat Island Effect – Roof*; *EAp 2 Minimum Energy Performance*; *EAc 1 Optimize Energy Performance*; *EAc 4 Enhanced Refrigerant Management*; *MRC 1/1.1 Building Reuse – Maintain Existing Walls, Floors and Roof*; *MRC 1.2 Building Reuse – Maintain Interior Nonstructural Elements*; *MRC 2 Construction Waste Management*; *MRC 3 Materials Reuse*; *MRC 4 Recycled Content*; *MRC 5 Regional Materials*; *IEQc 4.1 Low-Emitting Materials – Adhesives and Sealants*; *IEQc 4.3 Low-Emitting Materials – Flooring systems*; *IEQc 7/7.1 Thermal Comfort – Design*; *IEQc 7.2 Thermal Comfort – Verification* och *ID 1 Innovation in Design*.

För varje kriterium redovisas:

- *Syfte* – beskriver kriteriets syfte.
- *Krav* – redogör kravnivån för respektive möjliga poäng.
- *Betongens påverkan* – hur betongen påverkar kriteriet.
- *Förslag på åtgärder* – beskriver förslag på olika åtgärder som kan vidtas för att uppfylla kriteriet eller för att ge ökad effekt.

SSc 6.1 Stormwater Design – Quantity Control

Syfte: Att bevara naturlig avrinning och vattenbalans i området, genom att minska hårdgöringsgraden, bibehålla infiltration och minimera föroreningar.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Omhändertagande av Dagvatten – 95e percentilen för den lokala nederbörden för det aktuella området skall fastställas och avrinningen från den exploaterade tomten skall tas omhand genom *LOD* (lokalt

omhändertagande av dagvatten). En dagvattenstrategi ska upprättas – viktigt att denna beskriver vilka strategier som tänkt användas.

Om huset uppförs i tätbebyggt område utan egen tomt behöver endast 85 % (istället för 95 %) av nederbörden omhändertas.

Betongens påverkan: Betong bidrar bl.a. till minskad erosion pga. dess beständighet. Dessutom är betong tätt vilket försämrar dess vattengenomsläppliga förmåga, vilket kan orsaka stora vattensamlingar.

Förslag på åtgärder: Upprätta en dagvattenstrategi vilken leder vattnet genom t.ex. en gräsmatta eller en genomsläpplig beläggning. Att skapa en höjdsättning är viktigt samt att använda ytor som kan hålla vattnet borta från platser som annars skulle tagit skada vid skyfall.

Genom användning av s.k. genomsläpplig betong minskar vattenvolymen i området samtidigt som vattnet renas. Denna markbeläggning lämpar sig för användning på en tomts uteplats eller uppfart.

SSc 6.2 Stormwater Design – Quality Control

Syfte: Att bevara naturlig avrinning och vattenbalans i området, genom att minska hårdgöringsgraden, bibehålla infiltration och minimera föroreningar.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Implementering av dagvattenstrategi för bättre rening av ytvatten. Genom minskad användning av hårdgjorda ytor, ökad infiltration och bättre omhändertagande och behandling av avrinningen skall 90 % av den årliga medelnederbörden omhändertas på ett mer effektivt sätt.

Betongens påverkan: Betong har låg vattengenomsläpplighet och bidrar till minskad erosion. Detta minskar grundvattenbildningen och förändrar livsbetingelser för växter och djur. Då vatten inte kan tränga igenom betong rinner större mängder förorenat vatten med partiklar från trafiken ut i vattendrag, sjöar och hav.

Förslag på åtgärder: Användning av genomsläpplig betong, vilket är ett ekologiskt dräneringssystem. Den genomsläppliga beläggningen fungerar som ett filter och uppfyller två viktiga funktioner; minskad vattenvolym samt rening av vattnet. Kunskapen om genomsläpplig betong som beläggning är fortfarande begränsad, men innebär troligt en minskning av utsläpp och föroreningar orsakade av ytvattenavrinning.

Genomsläpplig betong har ca 15 – 22 % porer (till skillnad från vanlig betong som är tät) vilket möjliggör för vatten att passera igenom relativt snabbt och enkelt. Den sammanhängande strukturen av porsystemet åstadkoms genom små proportioner av sand, samtidigt som en större mängd cementpasta krävs för att binda samman ballastpartiklarna. Den genomsläppliga betongens hållfasthet blir dock relativt låg, men ändå fullt tillräcklig för avsedd funktion, t.ex. vägar, parkeringsplatser, uppfarter och uteplatser.

Studier som gjorts visar på att över 80 % av mängden sediment kan filtreras bort, ca 65 % av halten fosfor respektive ca 80 % kväve. Rening från bl.a. koppar, zink, bly motorolja och bensin kan även ske (Simonsen, 2011), (Ashley & Lemay, 2009). För att en genomsläpplig betong ska kunna nå avsedd funktion är följande åtgärder rekommenderade:

- Särskilda system och rutiner för att undvika att beläggningen täpps igen av smuts etc. bör införas. T.ex. bör beläggningen separeras från omgivande ytor för att undvika inflöde av jord m.m. och den bör rengöras regelbundet.
- Se till att vattnet har viss tid på sig att passera beläggningen, rekommenderad tid; 24 h.
- Metoden är olämplig för ytor där höga halter av kemiska föroreningar kan förekomma, pga. risken för förorening av ytvatten. T.ex. återvinningsanläggningar, bensinstationer, fordonstvättar, marina anläggningar och lageranläggningar för kemikalier.
- Systemet bör dimensioneras och anpassas så att dräneringsreservoaren töms med jämna mellanrum, förslagsvis var femte dag.

Metoden bör inte tillämpas i närheten av dricksvattenanläggningar för att säkerställa att dricksvatten skyddas från kontaminering (förorening).

SSc 7.1 Heat Island Effect – Nonroof

Syfte: Att reducera värmeöar och därmed minimera påverkan på mikroklimat, människor och natur.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Poäng kan erhållas på två olika sätt:

- 1) Minst 50 % av de hårdgjorda ytorna (gator, trottoarer, gårdar och parkeringsplatser) ska åtgärdas enligt minst ett av följande alternativ:
 - Skuggas av befintliga eller nyplanterade träd.
 - Skuggas av solfångare eller solceller som bidrar till minskad användning av icke förnybar energi.
 - Skuggas genom byggnadsverk med hög förmåga att motstå soluppvärmning (lägst SRI 29). *Förklaring av SRI, se bilaga 1.*
 - Består av material med hög förmåga att motstå soluppvärmning (lägst SRI 29).
 - Består av armerat gräs eller likartat (minst 50 % genomsläpplighet).

- 2) Minst 50 % av parkeringsytorna är placerade under mark eller är övertäckta. För övertäckta parkeringsytor krävs att taket motstår soluppvärmning (minst SRI 29), är grönt (gräs/sedum) eller har solfångare/solceller som minskar den icke förnybara energianvändningen.

Betongens påverkan: Betong är det mest använda byggnadsmaterialet och innehar därför en avgörande faktor för minskning av urbana värmeöar (*förklaring av urban värmeö, se bilaga 1*). Betong har generellt en ljus färg och ett albedo på ca 0,4 (40 % av solinstrålningen reflekteras, *för förklaring av albedo, se bilaga 1*). Ljusa ytor reflekterar mer ljus än mörka, användning av betong som beläggningsmaterial istället för asfalt skulle därför minska uppvärmningen i storstadsområden (urbana värmeöar).

Förslag på åtgärder: Betongens reflektionsförmåga kan förbättras t.ex. genom att använda vitcement (albedo 0,7 – 0,8) istället för grå standardcement, eller genom att blanda in vitt pigment i egenskap av titandioxid. Betongen får då en ännu bättre reflektionsförmåga pga. en ljusare färg. Ju ljusare färg på betongen, desto mindre värme absorberas.

SSc 7.2 Heat Island Effect – Roof

Syfte: Att reducera värmeöar och därmed minimera påverkan på mikroklimat, människor och natur.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Minst 75 % av taket har hög förmåga att motstå soluppvärmning:

- För låglutande tak ($\leq 2:12$), lägst SRI 78.
- För branta tak ($> 2:12$), lägst SRI 29.

Alternativt ska minst 50 % av takytan utgöras av s.k. grönt tak, d.v.s. gräs eller sedum.

Betongens påverkan: Se *SSc 7.1 Heat Island Effect – Nonroof*.

Förslag på åtgärder: Se *SSc 7.1 Heat Island Effect – Nonroof*. Ett alternativ till åtgärd är att placera 50 % av ett projekts parkeringsytor under mark eller tak (gjort av betong). T.ex. ett garage under mark med tak bestående av betong eller sedum, eller ett parkeringsdäck i två plan där det övre planet är betongyta. I båda fallen uppfylls kraven enligt LEED.

EAp 2 Minimum Energy Performance

Syfte: Att minska onödig energianvändning och dess effekter på ekonomi och miljö genom att ställa krav på energieffektivitet hos byggnaden och dess system.

Tillgängliga poäng: 0p (SKALLKRAV)

Krav: LEED bedömer energianvändningen mätt i kostnad. En nybyggnads och en ombyggnads årliga energikostnad ska vara 10 % resp. 5 % lägre jämfört med en referensbyggnad enligt *ASHRAE 90.1-2007*. *ASHREA* är ett amerikanskt system som motsvarar de byggnormer som används i Sverige (*förklaring av ASHRAE, se bilaga 2*). Observera att EAp 2 är ett skallkrav.

Betongens påverkan: Betongens temperatur dominerar över rumsluftens, vilket betyder att den tunga stommen kan lagra överskottsvärme (eller kyla)

och därefter avge denna vid behov. Betong bidrar till energibesparingar och förbättring av inomhuskomforten. Energiförbehovet för en tung byggnad är normalt 2 – 15 % mindre jämfört med en lätt. För skolor och kontor är motsvarande siffra 10 - 40 %.

Förslag på åtgärder: Användning av betongens värmelagringsförmåga i högsta möjliga grad. Vid s.k. passiv utnyttjning av värmelagringsförmåga kan energibesparingen i en tung byggnad antas vara 6-8 % jämfört med en lätt. Detta under en livslängd av 100 år för en byggnad skulle innebära en besparing av 6 – 8 års energianvändning. Vid s.k. aktiv utnyttjning kan besparingarna bli betydligt större! (*Svenskbetong, 2015-03-30*)

EAc 1 Optimize Energy Performance

Syfte: *Att minska onödig energianvändning och dess effekter på ekonomi och miljö genom att ställa krav på energieffektivitet hos byggnaden och dess system.*

Tillgängliga poäng: 1-19p

Krav: EAc 1 är en fortsättning på EAp 2 och kräver större energibesparingar jämfört med samma referensbyggnad. För nybyggnationer och ombyggnationer krävs minst 12 % resp. 8 % minskade energikostnader. I tabell 5 redovisas respektive byggnations poäng utifrån dess minskade energianvändning.

OBS! energikraven i LEED mäts i besparing av energikostnader jämfört med en referensbyggnad i ASHRAE. Kraven är annorlunda gentemot BBRs energikrav, vilka endast ställer krav på fastighetsenergin. Energitkraven i LEED omfattar dessutom verksamhetsenergi, vilket innebär att energislut och kostnaderna för dessa påverkar poängresultatet.

Tabell 5. Poäng per procentuell minskad energikostnad för nybyggnation resp. ombyggnation (USGBC, 2009).

Nybyggnation	Ombyggnation	Poäng
12 %	8 %	1
14 %	10 %	2
16 %	12 %	3
18 %	14 %	4
20 %	16 %	5
22 %	18 %	6
24 %	20 %	7
26 %	22 %	8
28 %	24 %	9
30 %	26 %	10
32 %	28 %	11
34 %	30 %	12
36 %	32 %	13
38 %	34 %	14
40 %	36 %	15
42 %	38 %	16
44 %	40 %	17
46 %	42 %	18
48 %	44 %	19

Betongens påverkan: En trög betongstomme minskar en byggnads energianvändning, mer om dess förmåga att lagra värme (eller kyla) utnyttjas effektivt. Betongens värmetröghet bidrar till minskade antal övergradstimmar, minskade effekttoppar och gör det möjligt att förflytta effektuttagen i tiden.

Betongens höga värmeledningsförmåga ökar samtidigt risken för köldbryggor. I nybyggnationer som utgörs av betongstomme finns de största köldbryggorna att beakta i grundkonstruktionen och vid anslutningar mellan väggkonstruktion och dörrar/fönster.

Förslag på åtgärder: Risken för köldbryggor kan minimeras under förutsättning att projektören noggrant planerar utformningen av detaljlösningar, och att entreprenören därefter utför sitt arbete med omsorg för att undvika luftläckage.

Fler tips för ett energieffektivt betonghus:

- *Bygg med lämplig värmeisolering i byggnadens klimatskal* – red ut vilken isoleringsgrad och vilket isoleringsmaterial som är det mest optimala i varje enskild yttervägg, tak m.m. Förslag på lösningar finns att hämta i *Isolerguiden*.
- *Använd nattventilation* – den tiden på året då det är högre utomhustemperaturer är ökad ventilation ett produktivt tillvägagångssätt att kyla en byggnad på. Med nattventilation (sval utomhusluft som kyler nattetid) kan höga temperaturer dagtid undgås. Den termiska komforten blir bättre och minimal energiåtgång för kylning av byggnaden sker.
- *Bygg efter vald värmedynamisk styrstrategi* – tillämpa en styr- och reglerstrategi vilken tar hänsyn till värmedynamiken och som huvudsakligen styrs via inomhustemperaturen.
- *Bygg mha. simuleringsverktyg* – använd simuleringsprogram som använder klimatdata med timvärden. Detta möjliggör och underlättar att simulera en värmedynamisk styr- och reglerstrategi.
- *Bygg med exponerade betongytor* – dra större nytta av den värmelagrande egenskapen genom att exponera betongytorna. Undvik därför att klä den invändiga betongstommen med värmeisoleringsmaterial (t.ex. träull, glasfiber, cellplast). Även en målad betongyta räknas som exponerad. Samtliga av de vanliga ljudabsorbenterna är mer eller mindre värmeisolerande och därför bör heltäckande undertak undvikas. För tips och förslag på lösningar för undertak och effektiv ljudabsorption, ur såväl estetisk som akustisk synpunkt, hänvisas till; svensk betong (2012), ”Bygga med prefab”, avsnitt *Ljud/Rumsakustik*.

EAc 4 Enhanced Refrigerant Management

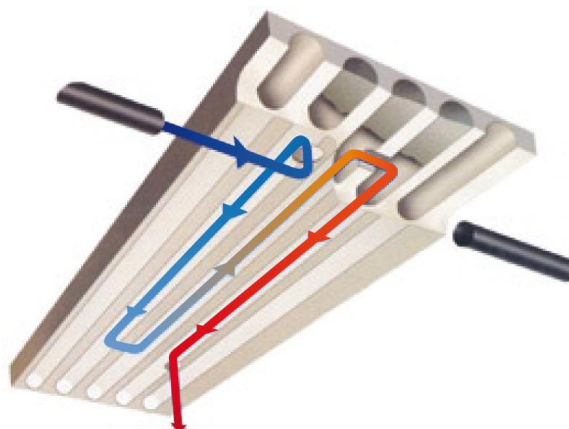
Syfte: Att minska nedbrytningen av ozonlagret enligt Montrealprotokollet, och minimera direkta bidrag till klimatförändringen.

Tillgängliga poäng: 2p

Krav: Att byggnaden inte använder köldmedium (inte heller fjärrkyla), ventilation, luftkonditionering och kylningsutrustning som bidrar till nedbrytningar av ozonskiktet eller ger upphov till andra negativa klimatförändringar.

Betongens påverkan: En betongstomme minskar en byggnads kylbehov och kan flytta effektuttagen i tiden vilket skulle minska dess behov av kylaggregat/köldmedier. En byggnads effektbehov reduceras efter samma parametrar som för energianvändning, se *EAc1 Optimize Energy Performance*.

Förslag på åtgärder: Användning av Termodeck (typ av aktiv värmelagring). Termodeck är ett provat klimatsystem vilket tar tillvara på byggnadens värmekapacitet samt minskar behovet av installationsutrustning. Användningen av Termodeck har inte fått önskad spridning på den svenska marknaden då det endast finns ca 400 byggnader i världen som utnyttjar tekniken. Genom att låta tilluften passera ett s.k. ”labyrintsystem” i hålbjälklaget närmar sig tilluftens temperatur mer rumsluftens. Detta ger en tämligen dragfri och behaglig inblåsning av tilluften. Tack vare ”labyrintsystemet” dämpas ventilationsljudet och inblåsningen blir ljudlös (Strängbetong, 2010), (Odeh, 2008). För fler åtgärder, se *EAc1 Optimize Energy Performance*.



Figur 8. Illustration av hur Termodeck fungerar (Strängbetong, 2010).

MRc 1/1.1 Building Reuse – Maintain Existing Walls, Floors and Roof

Syfte: Att öka livslängden på det befintliga byggnadsbeståndet, hushålla med resurser, bevara kulturella värden, minska byggavfallet och minska miljöpåverkan från nya byggnader som de hänför sig till materialtillverkning och transporter.

Tillgängliga poäng: 1-3p

Krav: Bevaring och återanvändning av befintliga byggdelar vid om- och/eller tillbyggnationer. Antalet poäng beror på andelen byggnadsdelar som återanvänds enligt tabell 6:

Tabell 6. Poäng per procentuell andel material som återanvänds (USGBC, 2009).

Återanvänt material	Poäng
55 %	1
75 %	2
95 %	3

Byggnadsdelar som omfattas är bärande innerväggar, ytterväggar, grundplatta samt mellan- och takbjälklag. Fönsterpartier, icke-bärande takmaterial, miljöfarliga eller defekta material får inte medräknas. Observera att poäng inte delas ut vid nybyggnation eller tillbyggnation som är mer än dubbelt så stor som den redan befintliga byggnaden. Genom detta krav premierar LEED ombyggnationer.

Betongens påverkan: Betongens långa livslängd ökar förutsättningarna för bevaring och återanvändning. Ett betongelement är relativt enkelt att återanvända, och då prefabricerade väggar är hållbara går de enkelt att flytta i hela bitar, vilket underlättar arbetet. En platsgjuten betongvägg är dock inte lika enkel att återanvända.

Förslag på åtgärder: Granska tydligt möjligheten till att återanvända befintliga väggar, takbjälklag m.m. före beslut att skrota det fattas.

MRc 1.2 Building Reuse – Maintain Interior Nonstructural Elements

Syfte: Att öka livslängden på det befintliga byggnadsbeståndet, hushålla med resurser, bevara kulturella värden, minska byggavfallet och minska miljöpåverkan från nya byggnader som de hänför sig till materialtillverkning och transporter.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Bevaring av befintliga icke-bärande byggnadsdelar vid om- och tillbyggnad. I den nya byggnaden (vid tillbyggnation) ska minst 50 % av

den totala ytan för de icke-bärande byggdelarna vara återanvända. Exempel på icke-bärande byggnadsdelar som omfattas är: innerväggar, golvbeläggningar, dörrar och undertak.

Observera att poäng inte delas ut vid nybyggnation, eller vid tillbyggnad som är mer än dubbelt så stor som den redan befintliga byggnaden. Genom detta krav premierar LEED ombyggnationer.

Betongens påverkan: Betong är robust och beständigt vilket innebär goda förutsättningar för återanvändning. En betongstomme eller betongfasad kan normalt sett vid om- eller tillbyggnad återanvändas helt eller delvis utan större behov av förändrings- eller reparationsåtgärder.

Förslag på åtgärder: Att redan i planeringsstadiet iaktta betongens goda bärförmåga. Detta möjliggör större spännvidder och på så sätt mer flexibla planlösningar. Det i sin tur resulterar i att planlösningen blir enklare att anpassa till någon ny typ av aktivitet utan att behöva göra omfattande ingrepp i den bärande stommen.

Om sprickbildningar uppstår i någon del av en betongstomme kan dessa repareras med t.ex. förstärkningsmetoder i form utav pålimmade stål- eller kolfiberplattor, eller pågjutning med bruk eller betong. Ytbehandling (t.ex. betongvax) är en annan metod för att sänka fukthalten och fördröja eller stoppa frostangrepp av saltvatten. I fallet för ombyggnationer av äldre betonghus är tilläggsisolering en lämplig åtgärd eftersom den förbättrar väggens energiprestanda och därför förlänger dess livslängd.

MRC 2 Construction Waste Management

Syfte: Att minska deponering genom ökad återvinning och återanvändning av bygg- och rivningsavfall.

Tillgängliga poäng: 1- 2p

Krav: Implementering av avfallsplan. För 1p och 2p ska 50 % resp. 75 % av den totala mängden avfall (vikt eller volymprocent) återvinnas eller återanvändas istället för att gå till deponi. OBS! schaktmassor och farligt avfall får inte tillgodoräknas.

Betongens påverkan: Normalt orsakar betong högst ca 2 % spill vid nyproduktion (Backman & Junkers, 2012). Färsk betong gjuts i form på plats och prefabricerade betongelement är förtillverkade enligt föreskrivna mått, varför inget av de båda alternativen ger något spill. Om avfall uppstår, t.ex. vid rivning av uttjänta byggnader, kan detta återvinnas.

Förslag på åtgärder: Krossa återvunnen betong och därefter separera denna från ingjutna komponenter (armering), för att kunna återanvända det som fyllnadsmaterial i t.ex. vägbyggnationer eller som ballast i ny betong. Erfarenhet visar att krossning av hårdnad betong, för att sedan använda den som fyllnadsmaterial, är bästa sättet för återanvändning.

Betong bestående av återvunnen betong som ballast innebär en liten miljövinst i betong, dock med lägre hållfasthet. Betong som tillverkas av återvunnen har särskilda begränsningar:

- Kräver speciell hantering på fabriken, t.ex. särskilda silos.
- Svårigheter att uppnå önskad arbetbarhet hos betongen.
- Har tendens att kräva högre cementshalt (nackdel för koldioxidemissioner).

MRC 3 Material Reuse

Syfte: Att återanvända byggnadsmaterial och produkter för att minska efterfrågan på jungfruliga material samt minska avfallet och därigenom minska miljöpåverkan i samband med utvinningen och bearbetningen av jungfruliga resurser.

Tillgängliga poäng: 1-2p

Krav: Använd bärgade, renoverade eller återanvända material till en utsträckning av minst 5 % eller 10 % av den totala kostnaden för material i projektet. För gränser se tabell 9:

Tabell 7. Procentandel återanvänt material för poäng (USGBC, 2009).

Återanvänt material	Poäng
5 %	1
10 %	2

Mekaniska, elektroniska och VVS-komponenter och specialvaror såsom hissar och utrustning får inte tas med i beräkningen. Endast material som blir permanent installerade i ett projektet får inkluderas i beräkningen. Möbler kan tillgodoräknas om dem kontinuerligt inkluderas under MR Credit 3: Material Reuse t.o.m. MR 7: Certified Wood.

Betongens påverkan: Se MRc 1/1.1 och MRc 1.2.

Förslag på åtgärder: Se MRc 1/1.1 och MRc 1.2.

MRc 4 Recycled Content

Syfte: Att öka efterfrågan på byggprodukter som innehåller återvunnet material, vilket minskar påverkan till följd av utvinning och bearbetning av jungfruliga råvaror.

Tillgängliga poäng: 1-2p

Krav: Användning av material eller produkter med återvunnet innehåll. För en poäng krävs att minst 10 % respektive för två poäng att minst 20 % av projektets totala materialkostnad utgörs av återvunnet material.

Förutsättningar för att kriteriet ska uppfyllas och att material ska anses vara återvunnet material:

- Återvunnet material som passerat konsumentledet (post-consumer waste) får medräknas till 100 %.
- Industriavfall (pre-consumer waste) får medräknas till 50 %.
- Arbetskostnader och maskinkostnader för montage på arbetsplats får inte inräknas i materialkostnaden.
- Ventilation, el, VVS-produkter och andra specialprodukter, t.ex. hissar får ej medräknas.

För produkter bestående av olika material där endast en del är återvunnet beräknas återvinningsgraden fram baserat på delmaterialets vikt. Fraktionen multipliceras med kostnaden för montering för att bestämma det återvunna materialets värde. För betong och cementbundna material råder en specialregel; det är tillåtet att räkna andelen återvunnet material i förhållande till cementmaterialens massa, istället för hela betongens massa.

Detta gäller under förutsättning att kostnaden för cementmaterialen kan särredovisas från den totala kostnaden för betongen.

Betongens påverkan: Materialet betong och dess egenskaper möjliggör att det kan innehålla återvunnet material, t.ex. avfall från industriprocesser och krossad betong. Detta är fördelaktigt både sett ur ett miljömässigt, tekniskt och ekonomiskt perspektiv.

Förslag på åtgärder: Användning av inblandade restmaterial i betong i form utav mineraliska tillsatsmaterial, t.ex. slagg, silikastoft och flygaska. Dessa har s.k. ”puzzolana” egenskaper (reagerar kemiskt med cementpasta) och bidrar till betongens långtidshållfasthet och täthet. Användning av cementsorter vars innehåll består till del av samma tillsatsmaterial är ett annat alternativ, vilket bidrar till mindre koldioxidutsläpp.

Inblandning av restmaterial i betong och cement kan även ha en negativ inverkan på betongens egenskaper vilket bör tas i beaktning. Vid temperaturer under 10°C kan betongens hållfasthetstillväxt bli långsammare vilket innebär ökad risk för plastiska krympsprickor. I undantagsfall kan det rent utav vara en fördel med långsammare hållfasthetstillväxt och lägre värmeutveckling för grövre anläggningskonstruktioner.

Glasfiller är en annan produkt att vidta som åtgärd. Glasfiller räknas till konsumentavfall och fungerar att använda som restmaterial vid tillverkning av betong. Filtret förbättrar betongens reologiska egenskaper. Dock finns det risk för alkalikiselsyrareaktioner vid användning av glasfiller. Reaktionerna kan orsaka sprickbildningar eller utsprängningar i betongytan och glasets alkalikiselsyrareaktivitet måste därför undersökas före det brukas!

MRC 5 Regional Materials

Syfte: Att öka efterfrågan på byggmaterial och produkter som utvinns och tillverkas regionalt, vilket stödjer användningen av inhemska resurser och minskar miljöpåverkan orsakad av transporter.

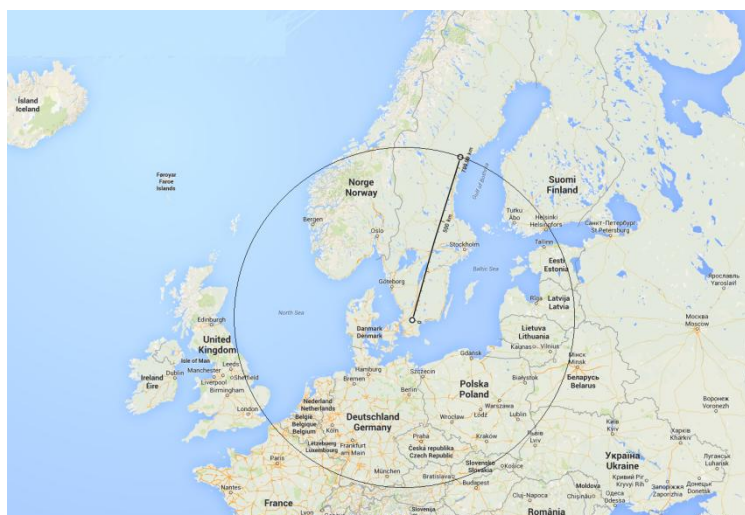
Tillgängliga poäng: 1-2p

Krav: Att en andel av projektets byggvarukostnad både har utvunnits och tillverkats regionalt, d.v.s. inom 80 mil (fågelvägen). För en poäng krävs att 10 % respektive för 2 poäng att 20 % av projektets materialkostnad utgörs av regionala material.

Förutsättningar för att kriteriets krav ska uppfyllas:

- Arbetskostnader och maskinkostnader för montage på byggarbetsplatsen får inte medräknas i materialkostnaden.
- VVS komponenter, el och andra specialprodukter såsom hissar får inte medräknas i materialkostnaden.

I projekt utanför USA får följande ACP (Global Alternative Compliance path) användas: För transport med båt på hav tillåts ett avstånd om 1200 mil (80 x 15) och för övrig båttrafik tillåts 160 mil (80 x 2). För transport med tåg är 240 mil (80 x 3) tillåtet.



Figur 10. Illustration över hur lång sträcka (radie = 80 mil) en fabrik belägen i Skåne kan leverera sina produkter (USGBC, 2009).

Betongens påverkan: Betong utgör i de flesta byggen en stor del av den totala materialkostnaden, ibland över 20 % vilket direkt resulterar i poäng om betongen och dess beståndsdelar är regionalt tillverkade.

I Sverige finns det ca 230 produktionsanläggningar som tillverkar fabriksbetong och ca 120 st som tillverkar prefabelement. På grund av den geografiska spridningen mellan de olika anläggningarna är betong ett s.k. lokalt material. Materialets råvaror, inklusive armering, utvinns och produceras normalt också lokalt. Merparten av all cement som används i

Sverige produceras i Degerhamn, Slite eller Skövde. Transporterna mellan de olika cement- och betongfabrikerna samt byggarbetsplatserna uppnår därför normalt sett det regionala kravet inom 80 mil.

Observera att i fallet LEED bedöms även råvarornas ursprung och inte bara den färdiga produkten. Detta redovisas i betongleverantörens byggvarudeklarationer.

Förslag på åtgärder: Granska alternativ och möjligheter till mer närproducerade och tillverkade råmaterial för att i sin tur som betongleverantör kunna leverera sina produkter längre sträckor. Detta för att sträckan från råmaterialens ursprung till den aktuella byggnaden räknas in.

Exempel på bedömning av ett kontorshus med prefabstomme i Malmö hämtat från Betongföreningen:

Projektets totala materialkostnad är 10 000 000 kr, varav den prefabricerade stommen utgör

1 450 000 kr. Betongens råvarors ursprung presenteras nedan. Hur stor andel råvarorna utgör i betongen redovisas i tabell 8:

- Cement – transport med båt från Slite till depå i Malmö. Därefter transport med bil från depå till elementfabrik i Skåne. Råvarans ursprung kan spåras.
- Ballast – uttag från grustag i Skåne och transport till elementfabrik. Råvarans ursprung kan spåras.
- Tillsatsmedel – leverans från leverantör i Stockholmsområdet. Transport med tankbil från produktionsanläggning i Stockholmsregionen, ca 650 km. Råvarans ursprung kan spåras.
- Vatten – tas från kommunalt vattenverk i Skåne. Spårbarhet finns.
- Armering – armeringen består av 90 % återvunnet stål. Tillverkningen sker i Norge. Råvarorna kommer från lokalt återvunnet stål i Norge, respektive jungfruligt stål från Kiruna.

Alla råvaror, utom armeringen, är tillverkade regionalt eftersom de ligger inom ett avstånd på 80 mil. Tabell 6c redovisar en sammanställning över samtliga material.

Tabell 8. Betongens ingående råvarors viktandelar. Högerkolumnen anger om råvaran är regionalt utvunnet eller ej (Betongföreningen, 2013b).

Material	Andel viktprocent	Regionalt
Cement	13,1 %	JA
Ballast	76,1 %	JA
Vatten	8,6 %	JA
Tillsatsmedel	0,1 %	JA
Armering	2,1 %	NEJ
SUMMA	97,9 %	

Av den totala materialkostnaden på 10 000 000 kr utgör prefabstommen;

$$\frac{1\,450\,000}{10\,000\,000} \cdot 0,979 = 0,141955 \approx 14,2 \%$$

14,2 % skulle innebära att stommen på egen hand bidrar med en poäng då det överstiger 10 %!

IEQc 4.1 Low-Emitting Materials – Adhesives and Sealants

Syfte: Att skapa en hälsosam inommiljö genom att minimera illaluktande, irriterande och skadliga föroreningar i inomhusluften.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Alla lim, fogmassor och tätningsmedel som används på insidan av byggnaden (på insidan av väderskyddet) och som appliceras på plats måste uppfylla kraven på maximalt innehåll av flyktiga organiska ämnen (VOC). Krav enligt standarden SCAQMD, Rule #1168. Gränsvärden (eller hänvisningar till dem) finns i LEED-manualen (USGBC, 2009).

Betongens påverkan: Betong består till mer än 99 % av naturliga råvaror. Beståndsdelarna har låg volatilitet vilket gör betong till ett lågt emitterande material. Kartläggningar och undersökningar visar inga skadliga emissioner från uttorkad betong eller dess tillsatsmedel. Dock kan emissioner av t.ex. ammoniak från betongen uppstå om fel material kombineras med betongen vid fel tillfälle. till följd kan besvärande lukt uppstå samtidigt som närliggande material, t.ex. ekparkett, kan ta skada. De huvudsakliga parametrarna för uppkomst av denna typ av emissioner är en kombination av fuktig betong, alkalisk miljö, förhöjd temperatur och dålig ventilation.

Får inte betongen torka ut tillräckligt (80-90 % RF) finns risk för emissioner och nedbrytning av beläggningsmaterial. Större risk löper om betongens fria alkali kommer i kontakt med särskilda golvmaterial, lim eller färger. Vid användning av fogmassa för tätning mellan olika element kan emissioner även från fogmassan gro. Risken för dåliga påföljder blir större ju mer fogmassa som krävs.

Förslag på åtgärder: Emissionsproblem undviks om betongen får torka till minst 80-90 % RF, (något olika beroende på hur fuktkänslig ytbeläggningsmaterialen är). Uttorkningstiden kan förkortas genom användning av snabbtorkande eller självtorkande betong. OBS! dessa sorters betong innehåller ofta en högre cementhalt, vilket påverkar betongens klimatprofil eftersom koldioxidutsläppen ökar. Snabbtorkande och självtorkande betong bör därför inte användas mer än nödvändigt. För att undvika emissioner från fogmassa bör produkter av en högre kvalitet (låg emission) väljas.

Ett annat effektivt tillvägagångssätt att minimera risken för emissioner är att utnyttja betongen som ytskikt. Att skapa en estetiskt tilltalande betongyta är fullt möjligt samtidigt som ytan innebär positiva effekter ur en hållbarhetssynpunkt. T.ex. förbättrad förmåga att lagra och frigöra värme, lägre resursförbrukning, minskad användning av kemikalier och förenklad återvinning.

IEQc 4.3 Low-Emitting Materials – Flooring systems

Syfte: Att skapa en hälsosam inommiljö genom att minimera illaluktande, irriterande och skadliga föroreningar i inomhusluften.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Poäng kan erhållas på två olika sätt:

Alternativ 1: användning av golvmaterial som är certifierade mot, eller uppfyller krav enligt följande amerikanska standarder:

- Textilmattor (inkl. tillhörande lim) ska uppfylla kraven enligt *Carpet and Rug Institute Green Label Plus Program*.
- Hårda golv (vinyl, PVC, linoleum, laminat, trägolv, keramiska golv och gummi) ska vara certifierade enligt *FloorScore Standard*.

- Golvlacker, sealers m.m. ska uppfylla kraven enligt *IEQc4.2 Paints & Coatings*.
- Golvytskikt i betong, trä, bambu eller kork som grundpolish, färgämnen och ytor måste dessa uppfylla kraven i *SCAQMD, Regel #1113 Architectural Coatings*.
- Fix och fog m.m. till kakel och klinker ska uppfylla kraven i *SCAQMD, Regel #1168*. Gränsvärden (eller hänvisningar till dem) finns i LEED-manualen (USGBC, 2009).

Alternativ 2: användning av golvmaterial som är emissionstestade enligt kalifornisk standard; *California Department of Health Services Standard Practice*.

Betongens påverkan: Betong som exponerad yta i golv, tak eller väggar kräver ingen ytbeläggning samtidigt som dess emission inte är nämnvärd. Problem kan i stort sett endast uppstå om fuktkänsliga material appliceras före betongen hunnit torka ut.

Förslag på åtgärder: Om brukaren till ett hus med exponerade betongytor vill måla väggarna etc. är det viktigt att, som tidigare nämnts under IEQc 4.3, välja produkter av hög kvalitet med låg emission. Före applicering av golvbeläggning/ytbeläggning behöver betongens fuktnivå kontrolleras. Information om högsta tillåtna RF (relativ fuktighet) för fuktkänsliga material skall lämnas av leverantör. För de vanligast förekommande materialen finns det även information att hämta ur AMA HUS 11 (Svensk Byggtjänst).

IEQc 7/7.1 Thermal Comfort – Design

Syfte: Att skapa ett bra termiskt klimat som värnar om produktivitet och välbefinnande.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Att byggnadens klimatskärm och tekniska system är utformat enligt *ASHRAE 55-2004, Termiskt klimat för människor*. Kraven gäller för utrymmen där människor vistas mer än 15 minuter och omfattar operativ temperatur, ventilation, luftfuktighet, lufthastighet, termiskt obehag och temperaturvariationer över tiden. Att byggnaden uppfyller kraven visas

bl.a. genom *PMW* och *PPD*, vilka inte ska överstiga 10 % (för förklaring av *PMW* och *PPD* se Bilaga 1).

Då *ASHRAE 55* använder samma metoder som *ISO 7730*, är den kompatibel med denna.

Betongens påverkan: Om betongens värmetröghet utnyttjas effektivt uppnås ett mer stabilt och behagligt inneklimat. Överskottsvärmen hjälper till att jämna ut plötsliga temperaturförändringar i inneluften. Betongen är tät vilket minskar risken för luftläckage.

Förslag på åtgärder: I största mån undvika att täcka över betongytorna på insidan med t.ex. isolering eller gipsskivor, då detta försvårar utbytet av värme mellan väggen och inneluften. Dock kan det uppstå ljudproblem om inte betongytorna täcks över pga. betongens dåliga ljudabsorptionsförmåga.

IEQc 7.2 Thermal Comfort – Verification

Syfte: *Att se till att byggnaden stadigvarande har ett bra termiskt klimat.*

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Installering av ett övervakningssystem för att säkerställa att byggnadens prestanda uppfyller de önskade komfortkriterier som bestämdes under *IEQc 7/7.1 Thermal Comfort – Design*.

6 – 18 månader efter inflyttning ska en enkätundersökning genomföras som undersöker hur det termiska klimatet upplevs av de inneboende. Skulle fler än 20 % vara missnöjda krävs det intyg på att felen identifieras, åtgärdas och hur de ska åtgärdas.

Betongens påverkan: *Se IEQc 7/7.1 – Thermal Comfort – Design.*

Förslag på åtgärder: *Se IEQc 7/7.1 – Thermal Comfort – Design.*

ID 1 Innovation in Design

Syfte: Att motivera och ge designteam och projekt möjlighet att uppnå poäng för enastående prestationer eller innovationer som överskrider de fastställda kraven i LEED Green Building Rating System.

Tillgängliga poäng: 1-5p

Krav: Poäng kan uppnås genom en kombination av innovationer i design och exemplariskt utförande enligt de beskrivna tillvägagångssätten nedan:

Tillvägagångssätt 1 – Innovationer i design (1-5 poäng)

Användning av strategier som resulterar i betydande uppnådda och mätbara miljöprestanda som inte behandlas i *LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System* resulterar i poäng. En poäng delas ut för varje innovation som uppnås, dock kan högst 5 poäng erhållas under *ID 1 Tillvägagångssätt 1 – Innovationer i design*.

Identifiera följande aspekter:

- Avsikten med den föreslagna innovationspoängen.
- Det föreslagna kravet följer riktlinjerna.
- De föreslagna ritningarna och dokumenten ska påvisa att de följer kraven.
- Strategier på tillvägagångssätt för att uppfylla kraven.

Tillvägagångssätt 2 – Exemplariskt utförande (1-3 poäng)

Exemplariskt utförande kan uppnås under förutsättning att förbättringen går under ett befintligt krav i *LEED 2009 for New Construction and Major Renovations* eller en aspekt som uttryckligen tillåter poäng för exemplarisk prestanda enligt LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction, 2009 Edition. Poäng för exemplariskt utförande kan erhållas genom att uppnå dubbelt så bra prestanda som ställs för ett visst krav. Alternativt genom att uppnå nästa inkrementella procentuella tröskel till ett redan befintligt krav i LEED.

En poäng utdelas för varje exemplariskt utförande som uppnås. Högst 3 poäng kan erhållas under *ID 1 Tillvägagångssätt 2 – Exemplariskt utförande*.

Totalt är 5 poäng under *ID 1 Innovation in Design* möjliga. Fem av dessa går att uppnå för *Innovationer i design* och tre för *Exemplariskt utförande*.

Potentiella teknologier och strategier: Att avsevärt överstiga kriterierna i *LEED 2009 for New Construction and Major Renovations*, såsom t.ex. en byggnads energiprestanda och vatteneffektivitet. Applicera strategier eller åtgärder som demonstrerar en övergripande metod och övergripande kvantifierbara miljö- och/eller hälsofördelar.

7 BREEAM

BRE Environmental Assessment Method, förkortat BREEAM, är idag världens mest använda certifieringssystem med cirka 425 000 byggnader certifierade, mestadels i Storbritannien (BREEAM, 2015). Systemet har funnits sedan 1990 och utvecklas kontinuerligt och är det mest spridda miljöcertifieringssystemet för byggnader i Europa. Systemet utvecklades först som ett engelskt system men har sedan 2013 anpassats till ett svenskt system, BREEAM-SE, som följer europeisk och svensk lagstiftning samt svenska metoder och arbetssätt.



Figur 11. BREEAM-SEs logotyp (SGBC, 2013g).

Miljöcertifikatets syfte är att premiera byggnader med låg miljöpåverkan och till att säkerställa bästa möjliga miljöpraxis tillämpas. Systemet behandlar nio områden: management, hälsa och välbefinnande, energi, transport, vatten, material, avfall, markanvändning och ekologi samt föroreningar. I systemet uppmuntras det aktivt att överträffa myndigheters krav för byggnader samt till innovativa lösningar som minskar miljöpåverkan och ökar medvetenheten bland ägare, brukare och entreprenörer om fördelarna med låg miljöpåverkan från byggnader (SGBC, 2013g) (WSP, 2014b).

7.1 Betygssystem

BREEAM baserar sitt betygssystem på en femgradig skala; Pass, Good, Very Good, Excellent, och Outstanding. Metoden fram till att bestämma ett betyg i BREEAM-SE följer en strikt ordning:

1. Varje aspekt tilldelas ett antal poäng av en BREEAM-assessor (förutsatt att kriterierna uppfylls).
2. Andelen uppfyllda poäng mot områdets totala poäng beräknas.
3. Procentandelen multipliceras därefter med respektive områdes viktningfaktor. Det framräknade värdet motsvarar sedan områdets slutliga poäng.

4. Samtliga områdes poäng summeras till ett totalpoäng (%), vilket motsvarar byggnadens slutpoäng. Den slutliga poängsumman jämförs därefter mot betygsgränserna.
5. Ytterligare 1 poäng (motsvarar 1 % totalpoäng) kan tilldelas bygganden för varje uppnådd innovationspoäng. Dock max 10 %.

För att överhuvudtaget kunna uppnå ett visst betyg i BREEAM måste ett antal minimikrav, som finns listade i tabell 9, vara uppfyllda. T.ex. måste minst 1 poäng uppnås under aspekten *Hea 4 – Högfrekvent belysning* för att uppfylla betyget Pass ($\geq 30\%$). Som regel blir kraven högre och fler för varje högre efterstävad betygsnivå (SGBC, 2015e). Ett exempel på uträkning av en byggnads betyg kan ses i bilaga 8.

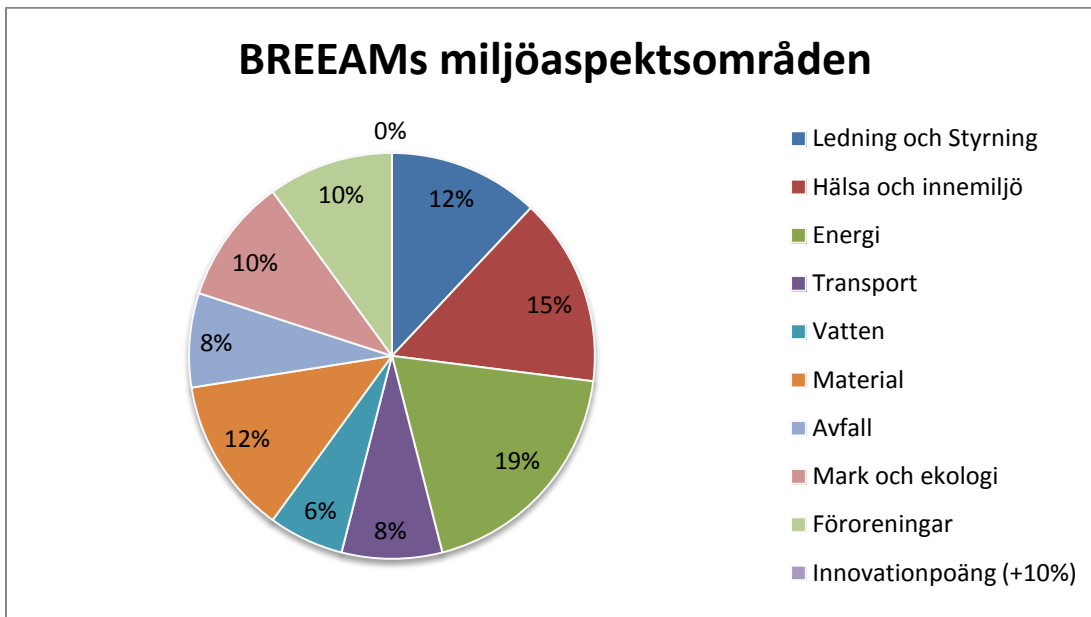
Tabell 9. Minimikrav för varje betyg. Man = Management, Hea = Health and Wellbeing, Ene = Energy, Wat = Water, Wst = Waste, LE = Land use and ecology (SGBC, 2015e).

BREEAM-SE betyg	Pass ($\geq 30\%$)	Good ($\geq 45\%$)	Very good ($\geq 55\%$)	Excellent ($\geq 70\%$)	Outstanding ($\geq 85\%$)
Minimikrav i BREEAM-SE	Minimikrav på poäng för respektive betyg				
Man 1 – Idrifttagning av byggnaden	-	-	-	1	2
Man 3 – Påverkan från byggplats	-	-	-	1	2
Man 4 – Brukarvägledning	-	1	1	1	1
Hea 4 – Högfrekvent belysning	1	1	1	1	1
Ene 1 – Energianvändning	-	-	-	5	9
Ene 2 – Delmätning av betydande energianvändning	-	-	1	1	1
Ene 5 – Energiförsörjning med låga koldioxidutsläpp	-	-	-	1	1
Wat 1 – Vattenförbrukning	-	-	1	1	2
Wat 2 – Vattenmätare	-	-	-	1	1
Wst 3 – Utrymme för avfallshantering	-	-	-	1	1
LE 4 – Påverkan på ekologiska värden	-	-	-	2	2

För att uppnå nivån Outstanding krävs det dessutom informationsmaterial tas fram för publicering enligt SGBCs egen mall. Detta eftersom de byggnader som uppnått Outstanding är viktiga förebilder för både bygg- och fastighetsbranschen. Därför skall information om projekt som uppnått detta betyg spridas till andra byggherrar, marknadsenheter och projektgrupper m.m.

Nedan presenteras BREEAM-SEs miljöaspektsområden samt dess miljöinriktningar. Värdet inom parentes anger viktningsfaktorn för respektive miljöaspekt. Ju högre värde desto högre värderas BREEAM aspekten och dess miljöpåverkan.

- **Ledning och styrning** (12 %) – Idrifttagning, fuktsäkerhet, brukarvägledning och påverkan från byggarbetsplatsen.
- **Hälsa och innemiljö** (15 %) – dagsljus, termisk komfort, ljudmiljö, luft- och vattenkvalitet och belysning.
- **Energi** (19 %) – energianvändning, CO₂ utsläpp, koldioxidsnål energiförsörjning, delmätning av energi och energieffektivt klimatskal.
- **Transport** (8 %) – närhet till kollektivtrafik, underlättande för fotgängare och cyklisterna, tillgänglighet för servicefaciliteter samt tidtabeller och reseinformation.
- **Vatten** (6 %) – vattenförbrukning, läckageindikering och återanvändning av vatten.
- **Material** (12,5 %) – livscykelvärdering av material, återanvändning av material, ansvarsfulla inköp, robusthet och utfasning av farliga material.
- **Avfall** (7,5 %) – byggavfall, återanvändning av fyllnadsmaterial och utrymme för återvinning.
- **Mark och ekologi** (10 %) – platsval, skydd av ekologiska särdrag och förbättrat ekologiskt värde.
- **Förorening** (10 %) – köldmedier (typ och läckage), översvänningsrisk, NO_x utsläpp, föroreningar av vattendrag samt ljus- och bullerstörning utomhus.
- **Innovation** (10 %) – exemplarisk nivå.



Figur 12. Fördelning över BREEAMs miljöaspektsområden (Betongföreningen, 2013b).

BREEAM innehåller sammanlagt 74 bedömningskriterier vilka redovisas i tabell 10. Då betong är ett mångsidigt material har det en direkt påverkan på flera av dessa kriterier.

Tabell 10. Lista över samtliga miljöaspekter, dess poäng samt vilka av dem som kan påverkas av betong. Extra (pluspoäng) i listan avser poäng för exemplarisk nivå. (SGBC, 2015e), (Betongföreningen, 2013b).

Miljöaspekter	Poäng + Exemplariskt utförande	Viktning	Påverkas av betong
Ledning och styrning	17	12 %	
Man 1 - Idrifttagning av byggnaden	2		
Man 2 - Entreprenörens riktlinjer för miljö och socialt ansvar	2		
Man 3 - Byggarbetsplatsen påverkan	4+1		
Man 4 - Brukarvägledning	2		
Man 12 - Analys av livscykelkostnader, LCC	2		X
Man 14 - Ackrediterad Professionell (AP) för BREEAM SE	3		
Man 15 - Fuktsäkerhet	2		X
Hälsa och inommiljö	19	15 %	
Hea 1 - Dagsljus	1+1		
Hea 2 - Utblick	1		
Hea 3 - Bländningskontroll	1		
Hea 4 - Belysning med högfrekvensdon	1		
Hea 5 - Ljusnivåer inom- och utomhus	1		
Hea 6 - Belysningszoner och brukarkontroll	1		
Hea 7 - Möjlighet till naturlig ventilation	1		
Hea 8 - Luftkvalitet inomhus	1		
Hea 9 - Flyktiga organiska föreningar (VOC)	1+1		X
Hea 10 - Termisk komfort	2		X
Hea 11 - Termiskt zonindelning och brukarkontroll	1		
Hea 12 - Legionella	1		
Hea 13 - Ljudmiljö	2		X
Hea 14 - Mindre kontorsutrymmen i handel och industri	2+1		
Hea 15 - Radon	2		X
Energi	25	19 %	
Ene 1 - Energianvändning	13		X
Ene 2 - Separat mätning av betydande energianvändning	1		
Ene 3 - Separat energimätning av hyresgäst eller betydande energianvändare	1		
Ene 4 - Utomhusbelysning	1		
Ene 5 - Energiförsörjning med låga koldioxidutsläpp	3+1		
Ene 6 - Klimatskalets energiprestanda och lufttäthet	1		X
Ene 7 - Kylförvaring			
Ene 8 - Hissar	2		
Ene 9 - Rulltrappor och rullband	1		
Ene 10 - Inomhusbelysning	2		
Transport	10	8 %	
Tra 1 - Tillgång till kollektivtrafik	2		
Tra 2 - Närhet till service- och tjänstebud	1		
Tra 3 - Alternativa transportsätt	2+1		
Tra 4 - Säkerhet för gående och cyklister	1		
Tra 5 - Resplan	1		
Tra 6 - Maximal bilparkeringskapacitet	2		

Tra 7 - Reseinformationspunkt			
Tra 8 - Varuleveranser och fordonsmanövrering	1		
Vatten	9	6 %	
Wat 1 - Vattenförbrukning	3		
Wat 2 - Vattenmätare	1+1		
Wat 3 - Detektering av stora vattenläckage	1		
Wat 4 - Avstängning av sanitär vattentillförsel	1		
Wat 6 - Bevattningssystem	1		
Wat 7 - Biltvätt			
Wat 8 - Bärkraftig lokal hantering av spillvatten	2		
Material	14	12,5 %	
Mat 1 - Materialval utifrån livscykelerspektiv	4+1		X
Mat 2 - Hårdgjorda ytor och gränsskydd utomhus	1		X
Mat 3 - Återanvändning av fasader	1		X
Mat 4 - Återanvändning av byggnadsstomme	1		X
Mat 5 - Materialval utifrån ansvarsfull tillverkning och utvinning	3+1		X
Mat 6 - Isolering	2		
Mat 7 - Robust konstruktion	1		X
Mat 8 - Utfasning av farliga ämnen	1		X
Avfall	7	7,5 %	
Wst 1 - Avfallshantering på byggarbetsplatsen	3+1		X
Wst 2 - Återvunnet fyllnadsmaterial	1		X
Wst 3 - Utrymme för återvinningsbart avfall	1		
Wst 4 - Avfallskomprimator			
Wst 5 - Kompostering och rötning	1		
Wst 6 - Ytskikt på golv	1		
Mark och ekologi	10	10 %	
LE 1 - Återanvändning av mark	1		
LE 2 - Förorenad mark	1		
LE 3 - Plastens ekologiska värde	1		
LE 4 - Påverkan på ekologiska värden	5		
LE 6 - Långsiktig påverkan på biologisk mångfald	2		
Föroreningar	12	10 %	
Pol 1 - Köldmedias klimatpåverkan, installationssystem	1		
Pol 2 - Förebyggande av köldmedieläckage	2		
Pol 3 - Köldmediers klimatpåverkan, kylförvaring			
Pol 4 - NOx-utsläpp från värmekällor	3+1		
Pol 5 - Översvämningsrisk	3		
Pol 6 - Minimering av föroreningar i vattendrag	1		X
Pol 7 - Begränsning av ljusföroreningar nattetid	1		
Pol 8 - Bullerdämpning	1		
Innovationspoäng	10	10 %	
Exemplariskt utförande, se +1 ovan (dessa frågor kan ge max 10 extra poäng).	10		

7.2 Certifieringsprocess

För att miljöcertifiera en byggnad enligt BREEAM krävs det att en licensierad assessor involveras i projektet. Beroende på vilket BREEAM system som används för byggnaden finns det olika assessorer t.ex. är en BREEAM International Assessor kvalificerad att certifiera efter BREEAM Europe Commercial.

En certifiering enligt BREEAM kan göras under olika skeden under byggprocessen. Men för att uppnå en så miljövänlig byggnad som möjligt är det rekommenderat att använda systemet redan under projekteringsfasen. Detta leder då till en pre-certifiering vilket fungerar likt ett förhandsbesked. När projektet är färdigställt måste ytterligare en bedömning göras för att bevisa att den färdiga byggnaden klarar nivån som utlovades under projekteringsskedet. Denna bedömning utgår från nivån som tilldelades vid projekteringsskedet och därefter görs en jämförelse mellan nivån och den verkliga prestandan i byggnaden, vilket ger ett slutligt betyg (SGBC, 2015f).

Arbetsgång

- Ta kontakt med en certifierad Assessor som kan hjälpa till att genomföra certifieringen och identifiera vilken BREEAM-version som gäller för din byggnad och förankra denna med BRE.
- Genomför en förstudie hur BREEAM påverkar projektet och vilket betyg som kan vara lämpligt att sikta på med de förutsättningar som gäller för projektet.
- Anmäl projektet till BRE.
- Sätt ett mål om vilket slutbetyg byggnaden ska nå och kommunicera detta till projektgruppen, konsulter, entreprenörer och leverantörer.
- Arbeta in kraven i projekteringen och byggstyrningen.
- Beakta kraven på redovisning och arbeta in i projektdokumentationen.
- Assessorn genomför en revision av projekteringen som i dagsläget granskas av BRE (i framtiden av en svensk organisation vid användning av BREEAM-SE) och byggnaden erhåller ett preliminärt betyg. Detta steg är frivilligt.
- När byggnaden är färdigställd genomförs ytterligare en revision och byggnaden får sitt slutliga betyg (baserat på poäng i manual enligt kontor).

(SGBC, 2015r), (SGBC, 2015s).

7.3 Bedömningskriterier i BREEAM

7.3.1 Bedömningskriterier som påverkas av betong

Nedan redogörs ingående för de kriterier i BREEAM-SE där betong har en betydelsefull påverkan. Kraven gäller för nyproduktion enligt *BREEAM-SE version 1.0 v3*. Informationen är hämtad från SGBCs manualer för BREEAM-SE och Betongföreningens ”Vägledning för miljöcertifiering enligt BREEAM”, om ingen annan källa anges (Betongföreningen, 2013b) (SGBC, 2015s). OBS! tabellens poäng är för *kontor* i manualen BREEAM-SE, de andra två alternativen är att följa poängen för handels- eller industrilokaler då det inte finns en tillgänglig version som behandlar bostäder specifikt.

Följande aspekter redovisas:

Man 12 – Analys av livscykelkostnader; Man 15 – Fuktsäkerhet; Hea 9 – Flyktiga organiska föreningar; Hea 10 – Termisk komfort; Hea 13 – Ljudmiljö; Hea 15 – Radon; Ene 1 – Energianvändning; Ene 6 – Klimatskalets energiprestanda och lufttäthet; Mat 1 – Materialval utifrån livscykelperspektiv; Mat 2 – Hårdgjorda ytor och gränsskydd utomhus; Mat 3 – Återanvändning av fasader; Mat 4 – Återanvändning av byggnadsstomme; Mat 5 – Materialval utifrån ansvarsfull tillverkning och utvinning; Mat 7 – Robust konstruktion; Mat 8 – Utfasning av farliga ämnen; Wst 1 – Avfallshandtering på byggarbetsplatsen; Wst 2 – Återvunnet fyllnadsmaterial och Pol 6 – Minimering av föroreningar i vattendrag.

För varje kriterium redovisas:

- *Syfte* – beskriver kriteriets syfte.
- *Krav* – redogör kravnivån för respektive möjliga poäng.
- *Betongens påverkan* – hur betongen påverkar kriteriet.
- *Förslag på åtgärder* – beskriver förslag på olika åtgärder som kan vidtas för att uppfylla kriteriet eller för att ge ökad effekt.

Man 12 – Analys av livscykelkostnader, LCC

Syfte: *Att använda livscykelkostnadsanalys (LCC) för att förbättra utformning, systemval samt drift och underhåll under byggnadens hela livscykel.*

Tillgängliga poäng: 2p

Krav: För en poäng krävs utförande av en service life planning enligt ISO 15686-5:2008 i systemhandlingsskedet (uppdateras i bygghandlingsskedet). Analysen ska göras för två olika tidsperioder – den ena på 25 eller 30 år och den andra på 60 år. Minst två av följande parametrar ska analyseras;

- Byggnadens stomme.
- Klimatskal.
- Installationer.
- Ytskikt.

Livscykelkostnaden ska omfatta byggskede, drift, underhåll och rivning/skrotning. Därefter väljs den lösning med lägst livscykelkostnad, förutsatt att den innehar ett av följande resultat:

- Lägst energiförbrukning under byggnadens livslängd.
- Mindre underhåll.
- Längre tid mellan utbyten.
- Möjlighet till återbrukande/återvinning vid framtida demontering/rivning.

För två poäng ska den bästa lösningen dessutom projekteras och byggas.

Hur betong påverkar: Betong i stomme eller som klimatskal har flera fördelar utifrån ett livscykelperspektiv. Dess beständighet ger byggnaden lång livslängd, liten årlig kostnad och kräver minimalt med underhåll. Extra ”onödiga” investeringar behöver ej genomföras ur ett brand-, fukt- eller bullerskyddsperspektiv – detta har betongen redan inbyggt.

Betong är ett dyrt material vid byggtillfället i förhållande till t.ex. trä men tjänar in detta i hållbarhet och ett lägre underhållsbehov.

Framtida kostnader för anpassning till byggnadens verksamhet kan ofta undvikas tack vare betongens möjligheter att bygga med stora spännvidder. Kostnader sparas även pga. ett energibehov för uppvärmning och kylning av byggnaden. Ett jämnt och behagligt inomhusklimat uppstår på så vis vilket är en annan fördel. Alla egenskaper är beständiga vilket kan vara positivt för byggnadens restvärde.

Då ca 70-80 % av den totala kostnaden för en byggnad beror på en byggnads utformning, val av material och betongkonstruktion kommer

denna att hålla längre än de 60 år som kalkylen avser. Betongens egenskaper gör att den inte bara kommer att påverka investeringskostnaden utan kommer också att ge låga kostnader under hela byggnadens livstid.

Förslag på åtgärder: Räkna med ett lågt avkastningskrav på investeringarna då betongkonstruktionens fördel med låga drifts- och underhållskostnader då får större betydelse. Avkastningskravet kan ställas utifrån organisationens krav på förväntningar för långsiktiga investeringar.

Man 15 – Fuktsäkerhet

Syfte: Att förhindra framtida fuktproblem genom metodisk hantering av fuktsäkerhet under projektering och byggande.

Tillgängliga poäng: 2p

Krav: För en poäng krävs det att byggnaden projekteras, utformas och byggs enligt BBR 18 Kap 6:5 Fukt, samt att Bygga F eller motsvarande används för att säkerställa fuktsäkerhetskraven. Branschreglerna för *Säker vatteninstallation* ska följas och mätning av fukt i betong ska göras enligt riktlinjerna i RBK (Rådet för byggkompetens).

För två poäng krävs dessutom av entreprenören att denne har utsett en fuktsäkerhetsansvarig och att byggherren har anlitat en diplomerad fuktsakkunnig i projektet.

Hur betong påverkar: Betong är fuktsäkert och kan tillverkas i en kvalitet som i praktiken gör den helt vattentät. I kombination med att det är fukttåligt gör det betong till ett säkert material ur fuktsynpunkt.

Problem kan mer eller mindre endast uppstå om fuktig betong kommer i kontakt med ett annat fuktkänsligt byggmaterial. Olika metoder och verktyg är idag framtagna för att mäta betongens fukthalt och påskynda dess uttorkningsförlopp så att skador kan undvikas.

Förslag på åtgärder: Betongens fukthalt bör kontrolleras innan fuktkänsliga material läggs ovanpå dess yta då detta kan leda till t.ex. mögelskador eller luktproblem i det applicerade materialet. Betongen bör

därför skyddas från nederbörd eller annan fukt under byggtiden pga. att detta gör betongen ännu fuktigare och leder till en längre väntetid innan fukt känsliga material kan appliceras. Olika beräkningsprogram för fuktdimensionering finns att ta till för beräkning av betongens uttorkningstid.

Hea 9 – Flyktiga organiska föreningar (VOC)

Syfte: Att skapa en hälsosam inomhusmiljö genom att minimera skadliga föroreningar i inomhusluften.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: För poäng krävs:

- Att färger och lacker är testade enligt ISO 11890-2:2006, och uppnått specificerade värden på VOC (flyktiga organiska kolväten). De ska dessutom vara svamp- och algresistenta.
- Att minst fem av följande sju produktgrupper ska ha uppnådda krav på VOC-emissioner och innehåll av farliga ämnen enligt definierade standarder, produktgrupperna är; träskivor, limträ, parkettgolv, golvbeläggningar (plast-, laminat- och textiltgolv), undertak, golvlim och ytskikt på väggar.

Möjlighet för exemplarisk nivå kan utdelas om färg och lack samt alla sju produktkategorier uppfyller kraven. Poängen för Hea 9 måste dock erhållas för att kunna få poäng för exemplariskt utförande.

Hur betong påverkar: Trots att flertalet undersökningar utförts har inga skadliga emissioner från uttorkad betong kunnat påvisas. Mätningar har visat att tillsatsmedlen heller inte ger ifrån sig några farliga emissioner till inomhusmiljön. Något noterat skadefall från s.k. ”sjuka hus” där problemen uppstått just pga. av betongens tillsatsmedel existerar inte.

Viktigt är det att betongen får torka ut tillräckligt – i annat fall kan dess fria alkali orsaka nedbrytning och emissioner av beläggingsmaterial (om betongen kommer i kontakt med dessa innan den är tillräckligt torr vill säga). Den kritiska nivån varierar mellan ca 80 – 90 % beroende på hur fukt känslig ytbeläggningen är.

Snabbtorkande resp. självtorkande betong ska i möjligaste mån undvikas då dessa "blandningar" innehåller högre cementhalter vilket påverkar betongens CO₂-utsläpp negativt.

Förslag på åtgärder: Att använda betong som ytskikt, eftersom inte lika mycket hänsyn behöver tas till dess uttorkning i samband med applicering av golvbeläggning. Ofta används fogmassa för att täta mellan olika betongelement, desto viktigare är det då att välja en fogmassa av högre kvalitet med låg risk för emissioner.

HEA 10 – Termisk Komfort

Syfte: Att säkerställa att lämplig termisk komfort uppnås i byggnaden.

Tillgängliga poäng: 2p

Krav: Poängen är uppdelade i två delar:

En poäng utdelas för en analys av byggnadens termiska klimat, med avseende på PMV och PPD enligt SS-EN ISO 7730:2006. Att lokala kravnivåer följs måste visas.

En poäng tilldelas även för en simulering av byggnadens termiska klimat i tidigt skede. Syftet är att anpassa byggnaden för ett optimalt termiskt klimat, t.ex. genom arkitektonisk form, orientering, planlösning och skuggning.

Notera att kan utdelas oberoende av varandra.

Hur betong påverkar: Betong hanterar förändringar i temperatur på ett effektivt sätt t.ex. genom att absorbera överskottsvärme för att sedan avge denna vid behov, vilket leder till ett mer stabilt och behagligt inneklimat. Betong är även tät och minskar risken för luftläckage.

Förslag på åtgärder: Se till att tätningar mellan betongelement, fönster, och dörrar är korrekt utförda. Betongen bör därför inte täckas över med eventuell isolering på insidan då detta försämrar dess förmåga att absorbera och avge värme.

Dock kan detta istället leda att ljudproblem uppstår ifall exponerad betongyta används som väggar eftersom dess ljudabsorptionsförmåga är låg. Ljudet studsar då på ett mer okontrollerat sätt och risk för eko uppstår.

HEA 13 Ljudmiljö

Syfte: Att säkerställa att byggnadens ljudmiljö uppfyller gällande standard, med hänsyn till aktuell verksamhet.

Tillgängliga poäng: 2p

Krav: För ett poäng krävs att:

- Alla akustikparametrar uppfyller ljudklass C enligt SS 25268:2007.
- Ljudmätningar utförs färdigställande.

För två poäng krävs först att ett poäng uppnåtts samt att alla akustikparametrar uppfyller ljudkrav B enligt SS 25268:2007.

Hur betong påverkar: Betongens tunghet och styvhet ger materialet goda ljudegenskaper då det förhindrar ljud att tränga igenom, speciellt vid lågt frekventbuller. Däremot isolerar betong inte lika väl vid t.ex. stegljud, då detta ljud transporteras genom via bjälklaget. I rum bestående av betongväggar kan eko uppstå till följd av betongens låga ljudabsorptionsförmåga. Installationer vars ledningar går igenom en betongstomme kan orsaka att ljud färdas genom en vägg och in till nästa rum etc.

Förslag på åtgärder: Isolering på insidan av en betongvägg fungerar som ljudabsorbent och minskar därför mängden eko i ett rum. Samtidigt försämras betongens värmelagringsförmåga som en direkt följd av isolering. Alternativt kan andra material eller föremål placeras i rummet för att agera ljudabsorbent, t.ex. gardiner.

Stegljud i bjälklaget kan undvikas genom ett extra lager golvbeläggning, t.ex. kan isolering placeras ovanpå betongen innan ytskiktet appliceras (flytspackel, parkett etc.). Isoleringen har till uppgift att förhindra vibrationer att gå ner i bjälklaget. Se till att eventuella sprickor och fogar är täta (t.ex. genom fogmassa eller omgjutning) för att undvika ljudläckage.

Stomljudd orsakat av installationer undviks mest effektivt genom att dämpa dessa redan vid källan, istället för att tilläggsisolera väggar och bjälklag.

HEA 15 Radon

Syfte: Att uppmuntra till åtgärder som ger låg radonhalt i byggnader.

Tillgängliga poäng: 2p

Krav: Att byggnadens radonhalt mäts. Kravnivåerna för ett respektive två poäng är:

- $\leq 100 \text{ Bq/m}^3$ luft ger ett poäng.
- $\leq 50 \text{ Bq/m}^3$ luft ger två poäng.

För en nybyggnation ska klassificering av marken utföras och åtgärder som ska genomföras för att säkerställa att radonhalten i byggnaden inte övertiger de bestämda kravnivåerna ska bestämmas.

Hur betong påverkar: Betong är tät och hindrar radon från att tränga igenom (utgåendes ifrån att inga sprickor eller dylikt existerar). Betongens täthet beror på dess vattencementtal (vct), ju mindre vatten desto tätare betong. I äldre betonghus kan dock eventuellt små läckage av radon förekomma, vilket härrör från dess ballast och cement vilka i sin tur innehåller små halter av radium som sönderfaller till radon.

Förslag på åtgärder: Läckage från betong i äldre byggnader kan reduceras genom applicering av sprickfria ytbehandlingar, t.ex. tät färg.

Ene 1 – Energianvändning

Tillgängliga poäng: 13p

Syfte: Att minska energianvändningen i driftskedet, och därmed miljöpåverkan.

Krav: Byggnadens energianvändning ska simuleras av en erfaren eller certifierad expert. Den förväntade energianvändningen jämförs med kraven i BBR och den procentuella förbättringen bestämmer därefter antalet poäng. För 1 % förbättring utdelas 1 poäng och för 100 % förbättring

utdelas 13. BBR-kravet gäller endast energi för drift av byggnader (värme, kyla och installationer), inte av verksamheten.

Hur betong påverkar: Betongens förmåga att lagra överskottsvärme och kyla minskar den totala energianvändningen. Detta leder även till ett minskat antal övergradstimmar och bidrar därför till ett stabilt inomhusklimat. Betongkonstruktioners klimatskal är normalt täta vilket minimerar luftläckage och begränsar mängden värme som går till spillo pga. av icke-täta klimatskal.

Betongens värmelagrande förmåga leder till minskade effekttoppar i värme- och kylsystemet pga. effekttuttagen tillåts flyttas i tiden, vilket är både miljömässigt och ekonomiskt fördelaktigt. Dock ingår det ingen klassning för effekttoppar i BREEAM vilket gör att denna fördel endast blir ett positivt mervärde för betongen.

En tung byggnad brukar i snitt mellan 2 – 15 % mindre energi jämfört med en lätt, om övriga värmefysikaliska egenskaper är desamma. Dock, eftersom betong har en hög värmeledande förmåga, ökar samtidigt risken för köldbryggor. I nybyggnationer av betongstomme finns de största köldbryggorna i grunden och mellan väggkonstruktion och dörrar/fönster.

Förslag på åtgärder: Problem angående köldbryggor löses relativt enkelt under förutsättning att projektören noggrant planerar utformningen av detaljlösningarna, och att entreprenören i sin tur utför sitt arbete med omsorg.

Därutöver finns flera tips till ett energieffektivt betonghus:

- *Använd aktiv värmelagring* – stommen utnyttjas och blir en del av värmesystemet då ventilationsluften förs i t.ex. hålbjälklaget. Luften värms till ungefärlig inomhustemperatur och tilluften blir på så sätt mer behaglig och risken för kallras/kalldrag minskar.
- *Bygg med lämplig värmeisolering i byggnadens klimatskal* – ta reda på vilken isoleringsgrad och vilket isoleringsmaterial som är det mest optimala i varje enskilt fall. Förslag på lösningar redovisas i *Isolerguiden*.
- *Var noggrann med utformning och utförande* – höga krav på utförandets noggrannhet bör ställas, inte minst vid utformning av anslutningsdetaljer och genomföringar. Detta för att i möjligaste mån

undvika luftläckage och köldbryggor.

- *Använd nattventilation* – när det är varmt utomhus är ökad ventilation ett bra tillvägagångssätt att kyla byggnaden. Med hjälp av nattventilation (som kyler med kall utomhusluft nattetid) kan höga temperaturer undvikas dagtid. Den termiska komforten blir bättre och minimal energiåtgång för kylning av byggnaden sker.
- *Bygg efter vald värmedynamisk styrstrategi* – tillämpa en styr- och reglerstrategi som tar hänsyn till värmedynamiken, och som huvudsakligen styrs via inomhustemperaturen.
- *Använd simuleringsverktyg* – använd alltid simuleringsprogram vilka använder klimatdata med timvärden. Detta ger möjlighet att simulera en värmedynamisk styr- och reglerstrategi.
- *Bygg med exponerade betongytor* – genom att exponera betongytorna utnyttjas den värmelagrande egenskapen i en högre grad. Undvik därför att klä den invändiga betongstommen med värmeisoleringsmaterial (t.ex. träull, glasfiber eller cellplast). Även en målad betongyta räknas som exponerad. Samtliga vanliga ljudabsorbenter är mer eller mindre värmeisolerande och därför bör dessa samt heltäckande undertak undvikas. Andra goda lösningar för undertak och effektiv ljudabsorption, både ur estetisk och akustisk synpunkt, finns att ta del av under; svensk betong (2012). Bygga med prefab, avsnitt Ljud/Rumsakustik (Svenskbetong, 2015j).

Ene 6 – Klimatskalets energiprestanda och lufttätthet

Tillgängliga poäng: 1p

Syfte: *Simulera till att åtgärder vidtas som minimerar värmeförluster och luftläckage genom klimatskalet.*

Krav:

Designkrav – I byggnader med lager/verksamhetsområde och/eller utrymme/lastbrygga för varuleverans med fordon har alla designåtgärder nedan specificerats eller installerats för att minimera värmeförlusten och luftläckage genom klimatskärmen i behandlade/klimatiserade utrymmen. Prestandakrav – En provtryckning av klimatskalets lufttätthet enligt SS-EN 13829 ska utföras där luftläckaget högst får uppnå $0,4\text{l/s}, A_{\text{om}}\text{m}^2$ vid 50 Pa. A_{om} är byggnadens omslutningsyta enligt definition i BBR. För att

upptäcka eventuella oönskade luftläckage, köldbryggor, bristande isolering m.m. ska omfattande termografering genomföras enligt SS-EN 13187.

Eventuella brister skall korrigeras efter kontroll som sedan ska bekräftas.

Om det finns integrerade fryslager skall dessa testas efter kriterierna för kylförvaring i Man 1 – Idrifttagning av byggnaden.

Hur betong påverkar: Betong är ett tätt material och risken för luftläckage är extremt låg. Dock är anslutningar mellan betongelement och andra inslag t.ex. dörrar viktiga att kontrollera. Tätningar mellan betongelement är vanligtvis lika täta som den omgivande betongen. Betongens höga värmeledningsförmåga kan leda till att det uppstår köldbryggor i konstruktionen, speciellt i anslutning till mark.

Förslag på åtgärder: Kontrollera att anslutningarna mellan betongelementen är täta och att anslutningar mellan betongkonstruktionen, dörrar och fönster är korrekt utförda. Identifiera potentiella köldbryggor under projekteringen genom att användning av olika simuleringsprogram för värmetransport i byggnader.

Mat 1 – Materialval utifrån livscykelperspektiv

Tillgängliga poäng: 4p

Syfte: Att främja användning av byggmaterial med låg miljöpåverkan under byggnadens hela livscykel.

Krav: Ett till fyra poäng utdelas om stora byggnadsdelar likt ytterväggar, fönster, tak och mellanbjälklag väljs utifrån en livscykelanalys (LCA). Det är möjligt att använda BREs LCA-verktyg *Green Guide to Specification* eller ett annat av BREEAM godkänt LCA-verktyg (BRE, 2015).

Ett alternativ, som max ger ett poäng, är att välja byggnadsdelar baserat på *koldioxidavtryck* (Carbon Footprint), *inbäddad koldioxid* (Embodied CO₂) eller *inbäddad energi* (Embodied Energy). Vid om- eller tillbyggnader får byggnadsdelar som återanvänds eller sparas högsta betyg i *Green Guide for Specification*.

Hur betong påverkar: Betong består till över 99 % av naturliga råmaterial med god beständighet. Det innebär att byggnadsverk får en lång livslängd (minst 100 år), vilket betyder liten miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv. Stomme och klimatskärm i betong ger dessutom ett bra grundskydd mot brand, fukt och buller. Tack vare materialets styrka och möjligheter till flexibla och anpassningsbara byggnader minskar behovet av att riva och bygga ut – vilket spar på naturtillgångarna. När betong väl rivs kan materialet återanvändas till hundra procent.

Cement däremot, vilken är en central beståndsdel i betong, har en oerhört energikrävande tillverkningsprocess som innebär stora utsläpp av koldioxid. Sverige släpper ut ca 1,4 miljoner ton CO₂ per år från cementtillverkningen, där ungefär 60 % är koldioxid som frigörs när kalksten hettas upp. Resterande 40 % kommer från bränslen vilka används vid tillverkningen (Svenskbetong, 2015h). Utsläppen kompenseras till viss del genom att betong binder koldioxid under hela sin livslängd, ca en femtedel av de koldioxidutsläpp det orsakar vid tillverkning (för Sverige räknat). Dess värmelagrande egenskaper ger också lägre utsläpp eftersom de minskar energibehovet vid uppvärmning och nedkylning av byggnaden.

Förslag på åtgärder: Använd alternativa bränslen vid tillverkningen av cement såsom t.ex. förbrukade bildäck, icke-återanvändningsbart papper och plast, animaliska produkter, spilloljor eller farligt avfall. En annan metod för att minska utsläpp i samband med cementtillverkning är att minska behovet av att hetta upp kalksten, genom att mala in tillsatsmedel som t.ex. kalkfiller, flygaska eller slag.

Då detta kriterium i BREEAM tar hänsyn till ett materials miljöpåverkan under hela dess livscykel är det högst fördelaktigt att uttjänt betong kan återvinnas till 100 %. Betongen krossas och återanvänds förslagsvis som ballast i ny betong eller som fyllnadsmaterial i t.ex. hus- eller anläggningsprojekt. Armeringen skickas till stålverk, smälts om och tillverkas som nya armeringsstänger.

Mat 2 – Hårdgjorda ytor och gränsskydd utomhus

Tillgängliga poäng: 1p

Syfte: *Simulera till att material väljs för ytor och gränsskydd utomhus så de har låg miljöpåverkan under en hel livscykel.*

Krav:

Alternativ 1 – Följ Green Guide.

Att minst 80 % av alla hårdgjorda ytor och gränsskydd utomhus (area) uppnår betyget A eller A+ i *Green Guide*.

Green Guide finns på: www.thegreenguide.org.uk och används för betyg på byggnadselement.

Alternativ 2 – Andra verktyg.

1. Ett nationellt accepterat LCA-verktyg används för värdering och analys av materialalternativ.
2. Projektgruppen ska påvisa att analysen påverkat utformningen positivt.
3. LCA-verktyget har minst följande funktioner:
 - a. Minst tre miljöindikatorer inklusive klimatförändring.
 - b. Hela byggnadens livstid bedöms, inklusive livslängd och avfallshantering.
 - c. Är baserade på de internationella standarderna ISO14040:2006, ISO14044:2006, ISO14025:2010 och ISO 21930:2006.

Hur betong påverkar: Betong är ett robust material med lång hållbarhet och klarar av att utsättas för belastningar under längre tidsperioder. Materialet är näst intill underhållsfritt och ofarligt för den närliggande miljön. Cementen som används i betongen bidrar till stora koldioxidutsläpp vid tillverkningen på grund av det är en väldigt energikrävande process.

Förslag på åtgärder: Ersätta en del av cementen i betongen med antingen slagg, silikastoft eller flygaska för att minska andelen cement och på så vis minska det totala bidraget av koldioxid för betongen. Dock krävs uppmärksamhet på att betongens egenskaper kan förändras vid tillsättning av något utav ämnena slagg, silikastoft eller flygaska. Bl.a. kan det leda till lägre hållfasthet.

Mat 3 – Återanvändning av fasader

Syfte: Stimulera till återanvändning av befintliga fasader från platsen.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Vid om- och tillbyggnationer krävs för poäng att:

1. Minst 50 % av byggnadens totala fasad (area) är återanvänd.
2. Minst 80 % av den återanvända fasaden (vikt) består av material som återvunnits från platsen.

Hur betong påverkar: Vid ny- eller ombyggnationer kan en betongfasad normalt återanvändas helt eller delvis utan större behov av förändrings- eller reparationsåtgärder. Detta pga. att materialet är beständigt, kräver minimalt med underhåll och dess mekaniska egenskaper förblir mer eller mindre oförändrade under hela dess livstid. Betongfasadens livslängd förlängs således istället för att behöva riva och bygga nytt vilket också orsakar en mindre miljöpåverkan.

Förslag på åtgärder: Granska noggrant möjligheterna till att återanvända fasadelement innan demontering och rivning.

Mat 4 – Återanvändning av byggnadsstomme

Syfte: Stimulera till återanvändning av befintlig byggnadsstomme som tidigare använts på platsen.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Följande krav ska vara uppfyllda:

1. Vid om- och tillbyggnad ska minst 80 % (volym) av den befintliga byggnadsstommen återanvändas utan omfattande förstärkningsarbete eller ändringar.
2. Vid delvis ombyggnad och delvis nybyggnad, utgör återanvänd byggnadsstomme minst 50 % av den slutliga byggnadens volym. Det betyder att en eventuell tillbyggnad, inte kan vara större än den redan befintliga byggnaden för att poäng ska vara möjligt.

Hur betong påverkar: Betong är robust, beständigt och kräver minimalt med underhåll samtidigt som dess mekaniska egenskaper i stort sett förblir oförändrade. Byggnader med en stomme av betong har därför goda förutsättningar för att kunna återanvändas vilket ger mindre miljöpåverkan i form av rivningsprojekt och därefter behöva tillverka och bygga nytt.

Betongkonstruktioner har normalt god bärförmåga och en outnyttjad kapacitet att kunna hantera tillkommande laster. Den goda bärförmågan i kombination med modern armeringsteknik möjliggör stora spännvidder. Detta i sin tur innebär god flexibilitet för att anpassa planlösningen till nya behov, utan att behöva göra omfattande ingrepp i den bärande stommen. Tekniken lämpar sig i flera olika konstruktioner, t.ex. i industribyggnader, parkeringshus, varuhus och kontorsbyggnader.

Förslag på åtgärder: Tillståndsbedömningar av äldre betongkonstruktioner kan göras och med hjälp av modeller går det därefter att bedöma den återstående livslängden och dess behov av förebyggande åtgärder och underhåll. Framförallt är detta aktuellt för utsatta utomhuskonstruktioner. Livslängden kan ofta förlängas genom t.ex. ytbehandling, vilken sänker fukthalten och därmed stoppar eller fördröjer angrepp i salthaltig miljö.

Om vissa delar/sektioner av en stomme skulle vara skadade är det fullt möjligt (om inte skadan är för allvarlig) att reparera dessa med s.k. förstärkningsmetoder. På så vis går det att behålla de skadade delarna utan att behöva ersätta dessa med nya. Förstärkningsmetoder kan t.ex. vara pålimmade plattor av stål eller kolfiber och pågjutning med bruk eller betong. Pålimmade kolfiberplattor har blivit en ganska vanlig metod eftersom att den är snabb och enkel att utföra och dessutom inte kräver något utrymme.

För framtida projekt kan följande åtgärder för en betongstomme vara lämpliga att använda sig utav utifrån ett förebyggande syfte:

- Tillämpa efterspänd armering, vilket möjliggör att skapa enhetliga och lätta byggnader med stora och fria ytor.
- Utnyttja att bygga med betongens förmåga till stora spännvidder, vilket ökar flexibiliteten för att anpassa planlösningen för framtida användning.

- Prioritera rätt betongkvalité samt skyddsåtgärder i utsatta byggnader, t.ex. garage och P-hus.

I möjligaste mån utnyttja betongen som ytmaterial. Detta möjliggör återanvändning och återvinning utan att olika material behöver separeras från varandra, vilket underlättar hela processen.

Mat 5 – Materialval utifrån ansvarsfull tillverkning och utvinning

Syfte: Att uppmuntra till ansvarsfull utvinning och tillverkning av material och produkter som används i byggnader.

Tillgängliga poäng: 3p

Krav: Minst 80 % (volym) av materialet i respektive byggnadsdel ska vara utvunnet på ett ansvarsfullt sätt för att poäng ska erhållas. Byggdelar som ingår i bedömningen är stomme, bottenplatta, golvbjälklag, tak, yttervägg, innervägg, grund och trappor. Isolering, infästningar, lim, tillsatsmedel etc. ingår ej.

Delpoängen sätts utifrån volymandel och nivån av hållbar utvinning för respektive byggnadsdel. Bevis på att materialet har utvunnits på ett ansvarsfullt sätt krävs, t.ex. genom certifiering av material eller miljöledningssystem. Både utvinning av råmaterial och tillverkning ska styrkas, (enbart tillverkning ger dock lägre poäng).

Produkter som är certifierade eller återanvända ger störst möjlighet till poäng, t.ex. FSC- och PEFC-certifierat material eller material vilka uppfyller BRE standard (*BES 6001*). Miljöledningssystem hos tillverkaren, t.ex. ISO 14001, ger något lägre poäng. Produkter som innehåller en stor andel återvunnet material resulterar i poäng utan certifiering.

Samtliga delpoäng summeras via ett beräkningsverktyg (*Mat 5 calculator*), som tillhandahålls av projektets BREEAM Assessor. Summan utgör underlag för slutlig poängsättning.

Hur betong påverkar: Eftersom byggdelar i betong ofta är nästintill homogent uppbyggda underlättar det att spåra hur väl kriterierna för ansvarsfull utvinning och tillverkning uppfylls.

Större tillverkare av fabriksbetong och betongelement i Sverige är vanligtvis kvalitets- och miljöcertifierade enligt ISO 9001 och ISO 14001. Likaså gäller för flera cementtillverkare samt tillverkare av ballast. En betongbyggnad, nybyggnation som om- och tillbyggnation, har således goda möjligheter till poäng eftersom betong utgör en stor del av materialet i relevanta konstruktionsdelar.

Förslag på åtgärder: Välj tillverkare/leverantör med omsorg för närproducerat material och iaktta deras kvalitét- resp. miljöledningssystem.

Möjligheterna för en nybyggnation eller ombyggnad av betong att erhålla poäng är väldigt goda. Poäng uppnås nästintill direkt enbart genom att välja en ISO 14001-certifierad leverantör av:

- Betongproduktion
- Cementproduktion
- Utvinning och tillverkning av ballastråvaror
- Återvunna material

Mat 7 – Robust konstruktion

Syfte: För att minimera utbyte av material på grund av slitage och skador.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: Poäng kan erhållas om byggnaden utformas med robusta lösningar och slitstarka material.

Ytor och utrymmen med högt slitage och risk för påkörningsskador ska identifieras och skyddsåtgärder för dessa ska vidtas. Projekterade lösningar eller åtgärder ska inkludera:

- Skydd från gångtrafik i entréer, offentliga ytor och passager.
- Skydd från vagnar eller fordon i förråds-, leverans-, korridors- och köksutrymmen.
- Utvändiga skydd mot fordonskollisioner vid parkering och manövrering.

Hur betongen påverkar: Betong är ett slittåligt och hållbart material med minimalt krav av underhåll, under förutsättning att rätt sorts betong

används för den typ av belastning den utsätts för. Betong skyddar dessutom väl mot s.k. slag, t.ex. vid påkörning av fordon.

AMA Hus ger ut rekommendationer för vilken typ av vägg som skall användas vid vilken typ av bruk och belastning. Betongklasserna i AMA Hus finns i A-D, där A har högst standard:

- Kvalitetsklass A gäller främst industrigolv med medeltung till tung belastning. Klass A kräver hållfasthetsklass C 40/50 i ytskiktet; en betong av högre kvalitet än normal husbyggnadsbetong. För att tillverkning av betong som uppfyller klass A kan normal svensk ballast användas. Golvet glättas (och slipas eventuellt) till önskad ytfinish. Klass A kan även uppnås med hårdbetong – en speciellt sammansatt betong med mycket hög slitstyrka, som oftast appliceras som ett yttersta skikt där slitstyrkan behövs.
- Kvalitetsklass B gäller betonggolv i t.ex. industri- och lagerlokaler, butiksytor, garage och offentliga lokaler med stor gångtrafik. Golv i klass B utförs normalt av betong med hållfasthetsklass C 32/40, vilka kan vakuumbehandlas och maskinglättas för att uppnå kravet på nötningsmotstånd (0,4 mm).
- Vinds- och garagegolv i småhus hör till kvalitetsklass C. Ett annat exempel är undergolv av betong för asfaltmassor i industrilokaler. Golv i klass C utförs med normal husbyggnadsbetong (C 25/30) och kombineras ofta med vakuumbehandling och maskinglättning för att kravet på slitstyrkan 0,8 mm ska uppnås.
- Kvalitetsklass D gäller för enskiktsbjälklag där platsgjuten betong, i valv eller platta på mark, beläggs med linoleum eller plastmatta. Detta är vanligt förekommande i bostäder och kontor. Klass D gäller också för undergolv, under isolering och fogplattor.

Förslag på åtgärder: När höga krav på slitstyrka ställs är det viktigt att välja rätt metod vid utförandet samt att välja rätt materialsammansättning. Att ta hänsyn till efterhärdning är en viktig faktor för att lyckas uppnå den önskade hållfastheten samt för att begränsa risken för sprickbildning. Slagstyrkan i betong kan förbättras genom att öka betongens

tryckhållfasthet, t.ex. genom inblandning av stålfiber som ökar betongens slagseghet.

Mat 8 – Utfasning av farliga ämnen

Syfte: Att minska andelen byggprodukter som innehåller ämnen med farliga egenskaper.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav:

- Kravet omfattar byggdelar med beteckningarna *E, F, G, H, I, J, K, L, M, N* och *Z* i BSAB-systemet från *BASTA* (BASTA, 2015). Platsgjuten betong går under beteckningen *E* och olika konstruktioner av prefabricerade delar under beteckningen *G*.
- Använda produkter får endast i mindre utsträckning innehålla s.k. utfasningsämnen enligt *Kemikalieinspektionens* definition.
- Som underlag för bedömning används *BASTA* eller alternativt de kommersiella databaserna *Byggvarubedömningen* respektive *SundaHus*. OBS! *Byggvarubedömningen* och *SundaHus* kan ge sämre betyg för en byggvara om viss information från tillverkaren saknas. Uppmärksamhet bör därför läggas på orsaken till klassningen av en specifik byggvara (Sundahus, 2015) (*Byggvarubedömningen*, 2015).

Hur betong påverkar: Betongens tillsatsmedel förbättrar dess egenskaper bl.a. i form av beständighet och gjutegenskaper. Betongens miljöpåverkan i form av CO₂ utsläpp begränsas dessutom. De flesta av de idag på marknaden tillgängliga tillsatsmedlen består av naturprodukter och innehåller normalt sett inte några ämnen som klassas som farliga för hälsa eller miljö.

Mineraliska tillsatsmaterial och filler kan ingå i vissa cementtyper eller också ersätta en viss del cement vid tillverkningen av betong. På detta vis kan betongens egenskaper anpassas för specifika applikationer och även minska CO₂-påverkan.

I färsk betong bildas alkaliska reaktionsprodukter som gör att betongen klassas som Xi irriterande. All kontakt med bar hud ska därför undvikas tills det att den har hårdnat och därefter är den inte klassad som hälso- eller miljöfarlig. Eftersom en konstruktionsdel av betong innehåller fåtalet olika materialtyper är det enklare att påvisa att det inte förekommer några ämnen med farliga egenskaper.

Förslag på åtgärder: Kontrollera att de ingående produkterna i betongen finns registrerade hos *BASTA* och uppfyller kraven för dessa (att det inte är utfasningsämnen). Alternativt kontrollera om produkten finns med i byggvarudeklaration BVD3 enligt *Kretsloppsrådet*.

Wst 1 – Avfallshantering på byggarbetsplatsen

Syfte: Att minska avfallsmängden och deponering, och öka återvinningen av bygg och rivningsavfall.

Tillgängliga poäng: 3p

Krav: Kriterium omfattar avfall som uppstår på byggarbetsplatsen vid rivning, ombyggnation eller nybyggnation.

- För ett poäng krävs en avfallsplan. Om rivning eller ombyggnad ingår krävs även en rivningsplan, inklusive en utredning av möjligheten till renovering istället för rivning.
- För två poäng krävs avfallsmål och att minst tre åtgärder för att minska avfall identifieras vid projekteringen. Målen och åtgärderna ska följas upp under och efter byggskedet.
- För tre poäng krävs att minst fyra nyckelfraktioner inte går till deponi. (Eller minimalantalet enligt lokala regler +1.)

Exemplary level-poäng utdelas om alla nyckelfraktioner i avfallsplanen identifieras under projekteringen och om minst fem åtgärder för minskad avfallsmängd identifieras. Minst fem fraktioner (eller minimalantal enligt lokala regler + 3) ska avledas från deponi. Förbränning räknas inte som återvinning, men kan ändå godtas ifall det bevisas vara det bästa alternativet.

Hur betong påverkar: Betong går till 100 % att återvinna till ny betong i form av ballast. Detta innebär dock att den nya betongen får sämre hållfasthet och kräver dessutom mer cement, vilket har en negativ inverkan ur en CO₂-synpunkt. Den nygamla ballasten kräver särskild hantering på fabriken vad det gäller t.ex. separata silos och den nya betongens arbetsbarhet kan bli sämre. Något större avfall av betong på byggarbetsplatser sker inte då betongen gjuts i formar.

Förslag på åtgärder: Vid användning av gammal betong bör det undersökas om betongen innehåller rester av kemiska produkter från t.ex. brandskydd, värmeisolering, skumplast och elinstallationer.

Wst 2 – Återvunnet fyllnadsmaterial

Syfte: Att uppmuntra till användning av återvunnet material eller biprodukter istället för jungfruligt material.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: För poäng krävs att minst 25 % (vikt eller volym) av den totala mängden sand, grus, sten och makadam ersätts med återvunnet material eller biprodukter, istället för nytt material. Det vill säga användning av återvunnet material (t.ex. schaktmassor, bygg- eller rivningsavfall) eller rest- och spillprodukter (t.ex. flygaska, slagg, glaskross) i betongstomme, bjälklag, grund, hårdgjorda ytor, fyllning och rörbäddar. Restprodukter ska inte strida mot EU:s ramdirektiv om Avfall (Artikel 5. 1d).

Ersättningsprodukten ska komma från någon av följande källor:

- Byggplatsen.
- Schakt-, bygg- eller rivningsavfall från avfallsbehandlingsanläggning som ligger max 30 km från byggplatsen. T.ex. krossad betong och tegel, eller schaktmaterial från vägbyggen. Längre avstånd tillåts om transporten till byggplatsen sker med tåg eller båt.
- Biprodukt (rest eller spill) från industri eller konsumentledet. T.ex. flygaska, silikastoft, slagg och återvunnet glas.

Hur betong påverkar: Betong har goda möjligheter till återvinning av restmaterial från olika industriella processer. T.ex. kan restmaterial som slagg, silikastoft och flygaska återanvändas som tillsatsmaterial i cement

och betong. Att använda restmaterial kan också få negativa effekter på betongens egenskaper, t.ex. kan betongens hållfasthetstillväxt försämrats vid lägre temperaturer 10 °C och detta ökar risken för att plastiska krympsprickor ska uppstå. Samtidigt kan det, i undantagsfall, vara en fördel med långsammare hållfasthetstillväxt och lägre värmeutveckling i grova konstruktioner.

Krossad betong kan användas som ballast i ny betong, dock finns det begränsningar för användningen med hänsyn till ballastens kvalitet och avsedda användning. Användningen av gammal betong som ballast leder till ett större behov av cement vid tillverkningen. Detta är dåligt utifrån ett CO₂-perspektiv och det kan leda till sämre hållfasthet för den nya betongen.

Förslag på åtgärder: Riskerna som finns med försämrad hållfasthetstillväxt i betong bör beaktas för att sedan kunna kontrollera betongen och undvika att den spricker. Skulle sprickor uppstå bör dessa åtgärdas om så behövs. Vid användning av gammal betong som ballast bör kontroller göras i avseende om betongen innehåller några rester av kemiska produkter från t.ex. brandskydd, värmeisolering, skumplast och elinstallationer.

Pol 6 – Minimering av föroreningar i vattendrag

Syfte: Att minska risken för silt, tungmetaller, kemikalier och olja i naturliga vattendrag, på grund av ytvattenavrinning från byggnader och hårdgjorda ytor.

Tillgängliga poäng: 1p

Krav: För att poäng ska erhållas krävs åtgärder för att minimera föroreningar av vattendrag. Åtgärderna beror på hur stor risk som löper.

- Vid låg risk för förorening krävs ett SUD-system eller ett system som kontrollerar källan genom genomsläppliga ytor eller infiltrationsbäddar.
- När risken för nedsmutsning av olja eller bensin är stor ska oljeavskiljare installeras.

Lösningen måste godkännas av lämplig laglig instans. Brukaren ska ha tillgång till en begriplig beskrivning av dagvattensystemet. Om byggnaden förvarar kemiska eller flytande gaser ska dagvattensystemet ha avstämningsventiler, för att förhindra läckor till naturliga vattendrag vid eventuella olyckor.

Hur betong påverkar: Betong kan tillverkas som porös (ca 15-22 % porer) och genomsläpplig, dock med relativt låg hållfasthet men ändå tillräcklig för att klara av avsedd funktion. Genomsläpplig betong kan försees med en dränerande beläggning som hjälper till att filtrera bort och rena från ett flertal olika föroreningar däribland koppar, zink, motorolja, bly, bensin, diesel m.fl. Risken för översvämningar minimeras samtidigt genom användning av genomsläpplig platsgjuten betong.

Förslag på åtgärder: Genom att byta ut flera av de redan existerande hårdgjorda ytorna mot s.k. genomsläpplig betong ökar grundvattenbildningen, vilken har en positiv påverkan på växters och djurs livsbetingelser.

8 Fallstudie: Certifiering av Albinsro enligt Miljöbyggnad

Den studerade byggnaden var vid rapportskrivningen ej färdigställd. Endast stomme, klimatskal och begränsad köksinredning var genomförda vid studiebesöket och några fullständiga dokument utöver K- och A-ritningar fanns därför inte tillgängliga. Bland annat fattades dokumentation om ventilationssystem och fuktsäkerhet. Då byggnaden har fått bygglov förutsattes den vara förenlig med kraven i BBR för nybyggnation.

Albinsro är ett nybyggnadsområde i Halmstad där entreprenören *MTA* uppför två punkthus i fyra respektive fem våningar åt *Albinsbergs Fastighets AB*. Stommen utgörs av prefabricerade betongelement tillverkade av *Finja Betong AB*. Från projektet fick det tas del av *Finja betongs* K-ritningar samt A-ritningar för att kunna utföra ett test av en miljöcertifiering.

Certifieringen utförs efter de kriterier som tidigare tagits fram i arbetet för Miljöbyggnad. Då kraven för Brons i Miljöbyggnad är desamma som kraven i BBR för de gemensamma områdena de båda bedömer antas att indikatorerna åtminstone uppfyller Brons.



Figur 13. Albinsro.

1) Energianvändning

Enligt beräkningar utförda i *Isover Energi 3* (se bilaga 3) skulle energianvändningen vara ca 66 kWh/m²år för Albinsro. Detta skulle innebära nivån Silver, men då förenklingar och antaganden har gjorts är det faktiska värdet sannolikt högre än 66 kWh/m²år. Gränsen för silver är <67 kWh/m²år och då det är snarlikt det beräknade värdet antas energianvändningen vara högre än 67 kWh/m²år och därför endast uppfylla **Brons**.

Följande antaganden, uppskattningar och förenklingar har gjorts vid energiberäkningen:

- Köldbryggor för balkonger uppskattades med hjälp av programmet UNorm till 0,721Ψ.
- Alla olika typer av köldbryggor togs inte med i beräkningen, utan endast för balkonger och anslutningar vid dörrar och fönster.
- U-värdet på väggar, dörrar och fönster antas vara något högre än vad som angivits i ritningarna som en extra säkerhetsmarginal pga. av missade köldbryggor.
- Förutsatt att takets utformning är lika över hela byggnaden och antagit att dess U-värde är lika överallt.
- Ventilationen har en värmeåtervinning med 40 % verkningsgrad.

Energirapporten gjordes i *Isover Energi 3* enligt det tillgängliga underlaget som redovisas i Bilaga 3.

2) Värmeeffektbehov

Vid framtagning av byggnadens värmeeffektbehov användes samma indata som för beräkning av energianvändning. DVUT baseras för Göteborg då båda dessa städer (Halmstad) ligger på västkusten. Dessutom har SGBC egna excel-fil för framtagande av värmeeffektbehov vid nyproduktion använts, filen finns tillgänglig på SGBCs hemsida under "*Miljöbyggnad manualer, verktyg m.m.*".

Beräknat värmeeffektbehov blev 34 W/m², A_{temp} vilket motsvarar nivå Silver (40 W/m², A_{temp}). Eftersom marginalen för denna indikator är relativt hög antas byggnaden fortfarande uppfylla kraven för **Silver**, även då om inte alla köldbryggor tagits med i beräkningen.

Följande antaganden, uppskattningar och förenklingar har gjorts vid beräkningen för värmeeffektbehov:

- Samma indata för U-värde, ventilation, värmeåtervinning och areor har använts som för beräkning av energianvändning.
- Luftläckaget 0,1 oms/h.
- Köldbryggor 25 %.
- DVUT för 4 dagar, då det är en värmetrög konstruktion.

PDF av Excel-filen för beräkning av värmeeffektbehovet enligt ”Miljöbyggnads manualer, verktyg m.m. – Värmeeffektbehov, indikator 2, nybyggnad” och redovisas i Bilaga 4.

3) Solvärmelast

Solvärmelast (SVL) beräknades med en förenklad metod som enbart tar hänsyn till fönstrens förmåga att begränsa soltillskottet i ett rum.

Byggnadens fönster är 3-glas enligt ritningsförteckningen, dock fanns inga angivna g-värden för fönstrens solfaktor. Därför antogs g-värdet 47 % hämtat från *Dörrar och Fönster* (Ekstrand, 2014).

Solvärmelast, formel för ett rum med solinstrålning från två riktningar (söder och öster):

$$SVL = 560 \cdot g_{syst} \frac{A_{glas}}{A_{rum}} + 560 \cdot g_{syst} \frac{A_{glas}}{A_{rum}} \rightarrow SVL = 560 \cdot 0,47 \cdot \frac{4,1373}{46} + 560 \cdot 0,47 \cdot \frac{2,43}{46} = 37,5 W/m^2$$

Byggnaden uppfyller kravet för **Brons** (38 W/m²) med minsta möjliga marginal.

Följande antaganden, uppskattningar och förenklingar har gjorts vid beräkningen för solvärmelast:

- 3-glasfönstret med g-värde 47 %.
- Räknade för det rum med minst fönsterarea i förhållande till rummets area.

4) Energislag

Då snittet av Sveriges energiproduktion är 8 % från vindkraft, 9 % från kraftvärme, 40 % från vattenkraft och 43 % från kärnkraft valdes dessa som

Albinsros energislag, då information för de verkliga energislagen vid certifieringen ej fanns tillgängliga (Ekonomifakta, 2015).

I Miljökategori 1:

- Solenergi, alltså värme från solfångare och el från solceller.
- El från vind- och vattenkraft.
- Industriell spillvärme som saknar försäljningsvärde och som outnyttjad skulle gå förlorad.

I Miljökategori 2:

- Energi som härrör från biobränsle i värme- och kraftvärmeverk.
- Miljöprövad biobränslepanna.

I Miljökategori 3:

- Icke miljögodkända pannor. Kategorin är endast aktuell i befintliga byggnader.

I Miljökategori 4:

- Energi som är varken förnybar eller flödande, till exempel som naturgas, olja, torv, kol, kärnkraft (uran).

I jämförelse med miljökategorierna konstateras att 48 % av byggnadens energi kommer från kategori 1 (vatten- och vind-kraft), 9 % från kategori 2 (kraftvärme) och 43 % från kategori 4 (kärnkraft). Då kravet enligt kraven i Miljöbyggnad skulle byggnaden endast uppfylla **brons** då miljökategori 4 utgör mer än lästa tillåtna värden för Silver och Guld.

5) Ljudmiljö

Väggarna är byggda för att uppnå ljudklass C, enligt Anders Burman på Finja Betong AB. Kravet för Brons i Miljöbyggnad är ljudklass C och likaså kravet i BBR, vilket betyder att väggarna uppfyller nivån **Brons**.

I Albinsro består innerväggarna av antingen 150 mm eller 200 mm tjocka betongväggar och enligt Finja kan ljudklass B med en 220 mm betongvägg då uppfyllas (Finja, 2015). 220 antas i denna certifiering vara gränsen för att uppnå en Ljudklass B i och med detta kommer 150 mm och 200 mm väggarna inte att klara av att nå till en högre Ljudklass än C. I miljöbyggnad motsvarar Ljudklass C **Brons**.

6) Radonhalt

Grundkravet för radonhalt inomhus är 200Bq/m³ enligt BBR och Miljöbyggnad. Marken i Halmstads kommun är låg- normalhaltig i mängd radon (Halmstad Kommun, 2015). Samtidigt är betongkonstruktioner täta vilket förhindrar radongas att tränga igenom. Detta innebär goda förutsättningar för en högre klassning och byggnaden antas därför klara kravet för **Silver** (<100 Bq/m³). Halten radon i byggnaden kan först mätas efter färdigställande.

7) Ventilationsstandard

Då inga dokument om fläktar eller ventilationer finns att ta del av förutsätts att byggnaden uppfyller kraven i BBR – vilket är motsvarande **Brons** i Miljöbyggnad.

8) Kvävedioxid

Betyget kan aldrig bli lägre än Brons (>40 µg/m³) eftersom indikatorn är platsberoende. Alltså oavsett vilket värde som uppmäts över Silver (≤40 µg/m³) kommer en byggnad ändå att klassas som Brons.

Då byggnaden inte är belägen nära en tungt trafikerad väg, utan i ett öppet område med lätt trafik antas halten kvävedioxid vara låg. Byggnaden antas därför klara **Silver**, dock inte Guld (≤20 µg/m³) på grund av att den är relativt närbelägen Halmstad innerstad. Halten kvävedioxid i byggnaden kan först mätas efter färdigställande.

9) Fuktsäkerhet

Kraven enligt Brons lyder; *Byggnaden är fuktsäkerhetsprojekterad enligt BBR avsnitt 6:5, dvs. futuristiska konstruktioner är identifierade och dokumenterade, kontrollplaner finns och utförandet dokumenteras.* Då byggnaden uppfyller de fuktsäkerhetskrav som ställs av BBR antas den minst tilldelas betyget **Brons**.

10) Termiskt klimat vinter

Kraven avseende termiskt klimat vintertid uppfylls per automatik enligt BBR då byggnaden har fått bygglov. Byggnaden kommer således att klara kraven för **Brons** i Miljöbyggnad. Då underlag för denna indikator saknas och kunskapen om hur PPD analyser utförs också saknas antas byggnaden endast uppnå **Brons** i försök att göra en så korrekt bedömning som möjligt.

Notera: att kraven i BBR för termiskt klimat vintertid är annorlunda formulerade än för Brons i Miljöbyggnad.

11) **Termiskt klimat sommar**

Kraven avseende termiskt klimat sommartid uppfylls per automatik enligt BBR då byggnaden har fått bygglov. Byggnaden kommer således att klara kraven för *Brons* i Miljöbyggnad. Då underlag för denna indikator saknas och kunskapen om hur PPD analyser utförs också saknas antas byggnaden endast uppnå *Brons* i försök att göra en så korrekt bedömning som möjligt.

Notera: att BBR saknar regler för termiskt klimat sommartid men hänvisar till att byggnaden ska utformas så att det är möjligt att uppfylla krav på termiskt klimat enligt Socialstyrelsen och Arbetsmiljöverket. Brons i Miljöbyggnad och myndighetskraven är något olika formulerade.

12) **Dagsljus**

Beräkningen för dagsljus är baserat på samma rum som i beräkningen för solvärmelast. Arealen glas uppgår till 6,56 m² och arealen golv till 46 m². Andelen fönsterglasandel (AF) avgör vilket betyg ett rum får:

$$AF = \frac{A_{glas}}{A_{golv}} \cdot 100 \rightarrow AF = \frac{4,1373+2,433}{46} \cdot 100 = \frac{6,5673}{46} \cdot 100 = 14,27 \%$$

Rummet uppnår betyget *Brons* (AF ≥ 10 %) vilket också blir hela byggnadens betyg.

Notera: att kraven i BBR är något annorlunda formulerade än för bron s i Miljöbyggnad.

13) **Legionella**

Då byggnaden uppfyller kraven i BBR pga. dess bygglov antas den uppnå betyget *Brons* i Miljöbyggnad.

14) **Dokumentation av byggvaror**

Betyget under denna indikator beror högst på hur noggrann dokumentation entreprenören och byggherren för under projektets gång. Betong har ingen direkt inverkan på det slutgiltiga betyget utan är upp till entreprenören och byggherren med vilka dokumentationer de väljer att föra.

I denna utvärdering förutsätts det att byggherren och entreprenören sköter dokumentationen i nivå med kraven för *Guld* i Miljöbyggnad. För Guld

krävs att kraven för Brons och Silver är uppfyllda samt att loggboken innehåller information om byggvarors ungefärliga placering och mängd i byggnaden.

15) Utfasning av farliga ämnen

För betyget Brons krävs inga dokument under denna indikator, vilket innebär att byggnaden minst uppfyller Brons. I projektet använder Finja Betong AB inte några hälsovådliga ämnen i sina produkter enligt kemikalieinspektionens lista (Lena Almestrand). Under förutsättning att entreprenören skött sin dokumentation skulle det resultera i **Guld** för betongens del. Kravet för Guld är; *Utfasningsämnen enligt KEMIs kriterier förekommer inte i de dokumenterade byggvarorna i loggboken.*

Resultat

Efter sammanvägning av samtliga indikatorer blev resultatet att Albinsro skulle blivit certifierat enligt Miljöbyggnad **Brons**, se tabell 11. En del av indikatorerna är endast antagna att klara kraven enligt BBR (motsvarande Brons) vilket kan ha påverkat certifieringsresultatet till det sämre.

Tabell 11. Visar resultat av viktningen av indikatorer, kommer från SGBCs hemsida för manualer m.m. (SGBC, 2015p).

Indikatorer i 2.1 och 2.2		Aspekter		Områden		Byggnad
1	Energianvändning	BRONS	Energianvändning	BRONS	Energi	BRONS
2	Värmeeffektbehov	SILVER	Effektbehov	BRONS		
3	Solvärmelast	BRONS				
4	Andel av energislag	BRONS	Energislag	BRONS		
5	Ljudklass	BRONS	Ljudkvalitet	BRONS	Innemiljö	
6	Radonhalt	SILVER	Luftkvalitet	BRONS		
7	Ventilationsstandard	BRONS				
8	Kvävedioxid	SILVER				
9	Fuktsäkerhet	BRONS	Fukt	BRONS		
10	Termiskt klimat vinter	BRONS	Termiskt klimat	BRONS		
11	Termiskt klimat sommar	BRONS				
12	Dagsljus	BRONS	Dagsljus	BRONS		
13	Legionella	BRONS	Legionella	BRONS		
14	Dokumentation av byggvaror	GULD	Dokumentation	GULD	Material	
15	Utfasning av farliga ämnen	GULD	Utfasning	GULD		

9 Resultat & Diskussion

I detta kapital redovisas resultatet för jämförelsen mellan Miljöbyggnad, LEED och BREEAM.

9.1 Jämförelse mellan miljöcertifieringssystemen

Jämförelsen för systemens likheter och skillnader sinsemellan utgår från kriterierna i tabell 1. Om ett poäng från LEED, BREEAM eller Miljöbyggnad passar in för mer än ett av kriterierna (i tabell 1) kommer poänget trots det att endast tilldelas ett kriterium. Respektive poäng och indikator är baserade på tabell 3, 4 och 10. Extra poäng från innovativa lösningar medräknas inte pga. att dessa inte är ”fasta” poäng. Då de olika systemen uttrycker sina kriterier olika (indikatorer, aspekter etc.) kommer begreppet ”kravpunkt” att användas i kapitlet för jämförelsen. Andelen procent avseende BREEAM är efter att poängen som blivit tilldelade har viktats enligt dess tillhörande område.

Markanvändning

För respektive system utgör Markanvändning ca:

- Miljöbyggnad – 0 %
- LEED – 13 %
- BREEAM – 3 %

Av den totala poängen.

LEED och BREEAM bedömer val av plats och hur denna sedan utnyttjas, t.ex. val av att bygga i redan bebyggda områden istället för på åkermark. BREEAM premierar bebyggelse på förorenad mark så att sanering av denna kan ske. I LEED premieras planering av markanvändning för att omhänderta nederbörd och föroreningar, samt för att minska effekten av urbana värmeöar, vilket varken BREEAM eller Miljöbyggnad tar upp som kravpunkter.

Miljöbyggnad har inga kravpunkter avseende hur marken omkring byggnaden brukas.

Kommunikation/Infrastruktur

För respektive system utgör Kommunikation/Infrastruktur ca:

- Miljöbyggnad – 0 %
- LEED – 12 %
- BREEAM – 8 %

Av den totala poängen.

LEED och BREEAM beaktar i sina kravpunkter möjligheten för transport i form av kollektivtrafik. Miljöbyggnad har inte någon motsvarande kravpunkt angående kommunikation/infrastruktur.

Ekologi

För respektive system utgör Ekologi ca:

- Miljöbyggnad – 0 %
- LEED – 1 %
- BREEAM – 8 %

Av den totala poängen.

LEED och BREEAM tar hänsyn till hur platsen kommer att påverkas av en byggnad med avseende på djurs och växters livsmiljö. BREEAM har dessutom kravpunkter på byggnadens långsiktiga effekt på djur och växter i närområdet. Miljöbyggnad tar inte upp några kravpunkter för hur ekologin i närområdet av en byggnad påverkas.

Föroreningar

För respektive system utgör Föroreningar ca:

- Miljöbyggnad – <1 %
- LEED – 4 %
- BREEAM – 10 %

Av den totala poängen.

Samtliga system, speciellt LEED och BREEAM, bedömer hur olika föroreningar t.ex. från ingående material påverkar byggnaden i olika form. Utöver detta ska även användning av miljöfarliga ämnen i produktionen undvikas.

Energi

För respektive system utgör Energi ca:

- Miljöbyggnad – 27 %
- LEED – 35 %
- BREEAM – 19 %

Av den totala poängen.

Alla tre systemen fokuserar på att minska energianvändningen i byggnaden. Miljöbyggnad och BREEAM-SE följer strikt kraven i BBR vid bedömning av energianvändning. Båda systemen beräknar denna i antalet $kWh/m^2\text{år}$ och bedömer endast byggnadens energianvändning och inte för hela verksamheten. I LEED mäts istället den minskade kostnaden för energianvändning i jämförelse med en standardbyggnad enligt ASHRAE. Både byggnadens energianvändning och verksamhetens energianvändning inkluderas, för att få fram den totala kostnadsminskningen.

Vatten

För respektive system utgör Vatten ca:

- Miljöbyggnad – 0 %
- LEED – 10 %
- BREEAM – 6 %

Av den totala poängen.

LEED och BREEAM fokuserar på minskad vattenförbrukning i byggnader, t.ex. genom användning av snålspolande toaletter. Miljöbyggnad premierar inte minskning av en byggnads vattenförbrukning.

Material

För respektive system utgör Material ca:

- Miljöbyggnad – 13 %
- LEED – 12 %
- BREEAM – 14 %

Av den totala poängen.

Samtliga system ställer krav på dokumentation av vilka byggmaterial som ingår i byggnaden samt utfasning av farliga ämnen. LEED och BREEAM ger även poäng för återanvändning av material vid t.ex. ombyggnationer.

BREEAM ger dessutom poäng för användning av robusta och slitstarka material och är enda systemet som premierar användningen av material utifrån ett livscykelperspektiv. LEED, å andra sidan, är enda systemet som premierar användningen av regionalt producerade material och ger poäng för detta.

Avfall

För respektive system utgör Avfall ca:

- Miljöbyggnad – 0 %
- LEED – 2 %
- BREEAM – 7 %

Av den totala poängen.

LEED och BREEAM bedömer hur avfallet från byggarbetsplatsen hanteras och ifall den minskas. Båda systemen förespråkar i största möjliga utsträckning återanvändning av material istället för nyproduktion. Miljöbyggnad ställer inga liknande krav gällande avfallshantering.

Inomhusmiljö

För respektive system utgör Inomhusmiljö ca:

- Miljöbyggnad – 60 %
- LEED – 11 %
- BREEAM – 15 %

Av den totala poängen.

Samtliga system tar hänsyn till den termiska komforten och problem vilka kan uppstå i samband med hälsovådliga ämnen i de material som ingår i en byggnad. Kravpunkter gällande fuktsäkerhet i en byggnad ställs även av respektive system.

Dock är det endast Miljöbyggnad och BREEAM vilka bedömer ljudmiljön i en byggnad och radonhalten i denna. Slutligen är det endast Miljöbyggnad som beaktar kvävedioxidhalten i inomhusluften, vilket visar att de lägger extra stor vikt vid just bedömning av en byggnads inomhusmiljö.

Byggskede

För respektive system utgör Byggskede ca:

- Miljöbyggnad – 0 %
- LEED – 0 % (obligatorisk)
- BREEAM – 6 %

Av den totala poängen.

Samtliga system kräver arbete för säkerställande av fuktsäkerhet under byggskedet. Endast LEED och BREEAM ställer dock krav på arbete efter sociala och miljömässiga riktlinjer under byggskedet samt att skydda miljön från föroreningar under byggtiden.

Styrning/Uppföljning

LEED och BREEAM kräver någon form av uppföljning efter byggnationen, hur stor andel denna uppföljning står för är svårt att uppskatta. Miljöbyggnad har krav på enkätundersökningar då ett projekt har som mål att uppnå betyget *Guld*.

LCA/LCC

För respektive system utgör LCA/LCC ca:

- Miljöbyggnad – 0 %
- LEED – 0 %
- BREEAM – 4 %

Av den totala poängen.

Endast BREEAM premierar användningen av LCC- och LCA-analyser genom sina kravpunkter.

Kostnader

Kostnaderna för att certifieras enligt något av systemen skiljer sig tydligt, där Miljöbyggnad är det absolut minst dyra, SEK 14.000 – 92.000.

BREEAM kostar ca SEK 70.000 – 272.000 och LEED, vilket är det mest kostsamma certifieringssystemet, ca SEK 52.000 – 430.000.

9.1.1 Resultat av jämförelse

En grafisk poängfördelning (baserat på kriterierna i tabell 1) för respektive certifieringssystem framgår av figur 14. Samtliga system representeras av varsin färg; gult för Miljöbyggnad, blått för LEED och grönt för BREEAM. Hur stor andel inom varje kriterium som påverkas av betong framgår av den grå färgen i respektive stapel.

Notera: Kriteriet *Styrning och uppföljning* är inte med i figur 14 pga. att det i jämförelsen inte fått några poäng. Dock förekommer det i någon form styrning och uppföljning i samtliga system.

Fördelningen av poäng mellan de olika systemen visar tydligt att Miljöbyggnad är det mest begränsade miljöcertifieringssystemet i förhållande till antalet områden som systemet kontrollerar. Mer än hälften av sitt fokus på inomhusmiljö och ca en tredjedel på energi och resterande på material. I jämförelse med LEED och BREEAM har dessa en mer jämn fördelning mellan de olika områdena förutom i energi där båda systemen lägger större fokus i jämförelse med de andra områdena. Dessutom är BREEAM ensamma om att se på effekterna av byggnaden och dess ingående material i ett livscykelkostnadsperspektiv.



Figur 14. Sammanfattning resultat från kapitel 9.1 Jämförelse mellan miljöcertifieringssystemen.

9.1.1.1 Betongens totala poäng inom Miljöbyggnad

I figur 14 framgår tydligt att indikatorerna i Miljöbyggnad påverkas av huruvida betong används i en byggnad eller inte. I tabell 12 framgår att betong påverkar upp till 67 % av Miljöbyggnads indikatorer, dock betyder detta inte per automatik att en högre klassning kommer att uppnås. Detta eftersom betyget är begränsat av en nivå över den lägsta nivån någon utav indikatorerna får.

Tabell 12. Påverkade indikatorer av betong i Miljöbyggnad.

Område	Antal indikatorer	Antal indikatorer påverkade av betong	Andel indikatorer påverkade av betong
Energi	4	2	50 %
Innemiljö	9	6	67 %
Material	2	2	100 %
Totalt	15	10	67 %

9.1.1.2 Betongens totala poäng inom LEED

Diagram 7 visar att flera av LEEDs miljöaspekter påverkas av betong och att materialet därför kan ge hög inverkan på ett projekts slutliga totalpoäng. I tabell 13 framgår att betong är med och påverkar i 42 % av poängen.

Fem av 46 påverkade poäng står för innovativa lösningar. För att uppnå lägsta nivån enligt LEED, *certifierad*, måste 40 poäng vara uppfyllda. Betongen är med i flera aspekter som tillsammans utgör 41 (46 – 5) poäng, när innovationspoängen inte räknas med. 41 poäng skulle vara tillräckligt för att klara nivån *certifierad* i LEED, dock klarar betongen inte av att uppnå samtliga av dessa på egen hand vilket bör vara i åtanke.

Tabell 13. Påverkade aspekter av betong i LEED.

Bedömningsområden	Tillgängliga poäng	Poäng påverkade av betong	Andel poäng påverkade av betong
Hållbart platsval	26	4	15,4 %
Vatteneffektivitet	10	-	-
Energi och Atmosfär	35	21	60,0 %
Material och Resurser	14	12	85,7 %
Inomhusmiljö	15	4	26,7 %
Innovation och Design	6	5	83,3 %
Regional prioritet	4	-	-
Totalt	110	46	42 %

9.1.1.3 Betongens totala poäng inom BREEAM

I BREEAM finns likt i de andra två certifieringssystemen flera miljöaspekter som påverkas av betong (se figur 14). Utifrån viktning skulle betongen ha en inverkan på 35 % av den totala poängen och skulle därför kunna bidra med tillräckligt mycket poäng för att klara av lägsta nivån *Pass*, vilken kräver 30 %. För att uppnå *Pass* måste dock minst ett poäng för minimikrav i *Högfrekvent belysning* uppfyllas, se tabell 9, vilket betongen inte gör.

Tabell 14. Poäng påverkade av betong i BREEAM.

Miljöaspekter	Tillgängliga poäng	Poäng påverkade av betong	Andel av tillgängliga poäng	Viktning	Områdespoäng
Ledning och Styrning	17	4	23 %	12 %	3 %
Hälsa och innemiljö	19	7	37 %	15 %	6 %
Energi	25	14	56 %	19 %	11 %
Transport	10	0	0 %	8 %	0 %
Vatten	9	0	0 %	6 %	0 %
Material	14	12	85 %	12,5 %	11 %
Avfall	7	4	57 %	7,5 %	4 %
Mark och Ekologi	10	0	0 %	10 %	0 %
Föroreningar	10	0	0 %	10 %	0 %
Innovation	10	0	0 %	10 %	0 %
Totalt	-	-	-	-	35 %

9.2 Diskussion

Att studera ämnet hur betong inverkar på miljöcertifieringar valdes då det i dagens samhälle är högst aktuellt att kunna bygga på ett miljövänligt sätt och eftersom att betong är världens mest använda byggmaterial.

Användningen av miljöcertifieringssystem blir allt vanligare och det vore därför relevant att veta hur olika byggmaterial påverkar dessa. På grund av att betong förekommer i den stora grad det faktiskt gör valdes detta material som fokus för studien.

Då bebyggelsen av nya byggnader står för nära 40 procent av Sveriges totala energianvändning har det en stor inverkan på den klimatpåverkan som sker. Naturvårdsverket hävdar att miljömålen *God bebyggd miljö* och *Giftfri miljö* inte går att uppfylla förrän år 2020 med dagens beslutade eller

planerade styrmedel, samt att *Begränsad klimatpåverkan* inte kommer att kunna uppfyllas innan 2050 (Naturvårdsverket, 2014). Åtgärder inom byggbranschen behöver därför vidtas för att minska miljö- och klimatpåverkan. Miljöcertifieringar är en lämplig typ av åtgärd för privatpersoner och företag att visa att de tar ett ansvar för att förbättra möjligheten till att Sverige ska uppnå de klimatmål som Naturvårdsverket satt upp. Byggherrar och entreprenörer bär ett stort ansvar för att minska miljöpåverkan orsakat utav byggnader. Ett miljöcertifieringssystem ger inte bara en god vägledning för att minska en byggnads klimatpåverkan utan ger också en bekräftelse av detta i form av ett certifikat.

9.2.1 Varför miljöcertifiera byggnader?

Fördelarna med s.k. grönt byggande och att miljöcertifiera en byggnad är fler till antalet än dess nackdelar. Likväl uppstår det ändå ständigt missförstånd. En sedvanlig missuppfattning är att ett projekts kostnader skenar iväg och satsningar på att bygga miljöcertifierat kan därför inte betraktas som ekonomiskt gynnande (SAINT-GOBAIN, 2015).

Erfarenhet tyder dock på att hållbart byggande oftast resulterar i ekonomiska fördelar bland annat pga. energi- och vattenbesparingar under driftsfasen. Detta i takt med att efterfrågan på miljöcertifierade lokaler ökar talar det mesta för en lovande framtid för de olika miljöcertifieringssystemen. Hyresgäster med verksamhet inom tjänstesektorn vill profilera sig mot miljö och inser fördelarna med att sitta i en lokal med kvalitetssäkrade inomhusparametrar såsom t.ex. god ventilation, bra tillgång på dagsljus och väl genomtänkt solavskärmning. Dessa fördelar tillsammans med flera andra ligger högst troligt till grund för den forcerande utvecklingen av användandet av miljöcertifieringssystem i Sverige och andra delar av världen (SAINT-GOBAIN, 2015).

9.2.2 Varför borde företag miljöcertifiera?

Frågan om det faktiskt är lönsamt att certifiera en byggnad präglar flera företag, framförallt de med vinstdrivande intresse. Eftersom en anslutning till ett miljöcertifieringssystem ofta innebär en anpassning efter särskilda regler, kostsamma insatser och i vissa fall också begränsningar och belastningar, har somliga företag svårt att se fördelarna.

Forskning tyder dock på att det har en positiv inverkan att miljöcertifiera sin byggnad för att lättare kunna rekrytera ny personal. I alla fall speglar det inte något negativt eftersom det visar att ansvar faktiskt tas. Bengt Wånggren, VD på Sweden Green Building Council, menar att det är ”lika bra att framtidssäkra byggnaden redan idag”. Eftersom det är okänt vad som kommer att krävas av en byggnad i framtiden anser Bengt Wånggren att fler företag borde höja nivån på sina byggnader och ligga steget före lagen. På så sätt kommer även de framtida kraven från Boverket att uppfyllas för en lång tid framöver. Enligt honom är miljöcertifiering av byggnader ett bra tillvägagångssätt att framtidssäkra sin byggnad på (Johansson Björdin & Yakhyaeva, 2012).

Två angelägna och generella anledningar till varför ett företag borde överväga en miljöcertifiering är följande:

- Stärker varumärket – genom att ständigt ”tänka grönt” och arbeta miljömedvetet åskådliggör detta vilja och kunskap. Företaget stärker på så sätt sin profil och att anses som ett miljömedvetet företag underlättar försäljning av sina produkter, uthyrning av lokaler eller vilken affärsverksamhet det nu är fråga om.
- Bemöta framtida och aktuella miljökrav – efterfrågan på miljöcertifierade byggnader ökar, vilket innebär att haka på denna trend i ett så tidigt stadie möjligt är fördelaktigt, för att inte konkurrenterna ska hinna långt före. I stort sett all affärsverksamhet går ut på att tillgodogöra sina kunder, dels för att behålla dem och dels för att locka till sig nya. När efterfrågan på marknaden av certifierade hus tydligt ökar är det fördelaktigt att redan vara insatt i denna bransch (Waara, 2012).

9.2.3 För- och nackdelar med miljöcertifieringar

Det råder en viss kunskapsbrist bland företag och privatpersoner angående miljöcertifieringar mycket pga. att det är ett relativt nytt område. Spridningen av miljöcertifieringar har därför inte skett i någon större grad ännu jämfört med dess potential.

Som tidigare bekräftats innebär miljöcertifiering av en byggnad förbättrad prestanda, lägre energianvändning och driftskostnader m.m. Listan med fördel delar kan göras lång. Den främsta nackdelen är den direkta extrakostnaden det faktiskt innebär, både för certifieringsprocessen men också för inköp av dyrare material, mer administrativt arbete etc.

Förslagsvis skulle staten kunna gå in och subventionera miljöcertifieringar, dels för att både företag och privata konsumenter ska ha råd men också för att de miljövänliga byggnaderna ska bli fler till antalet.

Malmö högskolas senaste nybyggnad, ”Niagara”, är ett exempel på en byggnad som egentligen uppfyller kraven enligt Miljöbyggnad Guld men där byggherren självmant valde att endast erhålla Silver. Anledningen var den att för Guld krävs det att enkätundersökningar genomförs (inom två år efter den preliminära certifieringen) där hyresgästernas nöjdhet mäts och bedöms. Minst 80 % av hyresgästerna måste dessutom ange att de är nöjda för att enkätundersökningen ska godkännas. Detta medför extra arbete och inte minst krav på projektörerna själva då enkäter skall delas ut, skickas tillbaka in och därefter sammanställas samt bedömas av SGBC. För att undgå och inte behöva genomföra detta valde därför Malmö högskola att istället nöja sig med betyget Silver, där inga krav på enkätundersökningar är satta (Orban, 2014).

9.2.4 Jämförelse mellan systemen

Under kapitel 9.1 där de tre miljöcertifieringssystemen ställs och jämförs med varandra gjordes särskilda viktningar och uppskattningar för att enklare just kunna göra en jämförelse. BREEAM har redan färdiga procentsatser vilket innebär att fördelningen mellan de olika kriterierna kunde utföras noggrant. I LEED finns inget viktningssystem, alla poäng är således lika mycket värda. Därför kunde en uppskattning över hur stor andel poäng som ingår i varje kriterium utföras väldigt punktligt. Miljöbyggnad däremot innehåller inga siffror eller poäng som kan viktas utan endast hela kategorier vars aspekter delades ut beroende på var de ansågs passande. Detta är förklaringen till varför Miljöbyggnad har stor vikt i endast ett fåtal kategorier.

Fördelningen över hur stor påverkan betong har i de olika systemen blev annorlunda än förväntat. Att 67 % av aspekterna i Miljöbyggnad påverkades var dock inte överraskande då systemet är relativt litet och fokuserar mycket på byggnaden i sig vilket gör att materialval får en större inverkan. LEED och BREEAM vilka behandlar ett bredare område sådant att betongen får en lägre inverkan överlag på certifieringarna med 42 % och 35 % respektive. Förväntan var dock att dess aspekter skulle få en större inverkan av betong bl.a. på grund av att betong står för en väldigt stor del av ett projekts totala kostnad. Även om Miljöbyggnad är mindre i

förhållande till omfattning i figur 14, kan ett mönster tydligt observeras för de aspekter som behandlas i de olika systemen. T.ex. att samtliga system viktas Energi, Material och Inomhusmiljö något högre än övriga kriterier.

Kostnaden för en certifiering enligt Miljöbyggnad kan som högst bli SEK 92.000 för en icke-medlem, vilket framstår som ett rimligt pris i förhållande till dess omfattning. Högsta kostnaden för LEED och BREEAM är SEK 430.000 och SEK 272.000 respektive. Detta är på sitt logiskt avseende dess breda omfattning, desto märkligare är dock skillnaden i pris (SEK 120.000) eftersom de båda systemen ungefär innehåller samma antal aspekter. Av tabell 15 framgår de mest väsentliga skillnaderna mellan systemen.

Tabell 15. Sammanfattning av fördelar respektive nackdelar för Miljöbyggnad, LEED och BREEAM.

System:	Miljöbyggnad	LEED	BREEAM
Fördelar:	<ul style="list-style-type: none"> + Relativt billig certifiering. + Spridd användning i Sverige. + Anpassat efter svenska lagar, regler och förhållanden. 	<ul style="list-style-type: none"> + Välkänt med spridning över hela världen. + Stor bredd på bedömningsområden. + Belönar innovativa lösningar. 	<ul style="list-style-type: none"> + Välkänt med spridning över hela världen. Mest i Europa. + Stor bredd på undersökningsområden. + Belönar innovativa lösningar. + Anpassat till svenska lagar och förhållanden. + Tar hänsyn till livscykelperspektivet
Nackdelar:	<ul style="list-style-type: none"> – Begränsad omfattning. – Tar ej hänsyn till livscykelperspektivet. – Belönar inte innovativa lösningar. – Miljöpåverkan på plats eller under produktion bedöms ej. 	<ul style="list-style-type: none"> – Inte anpassat till svenska förhållanden. – Tar ej hänsyn till livscykelperspektivet. – Dyr certifieringskostnad. – Relativt tidskrävande. – Poängberäkning utgår från miljöproblem i USA. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dyr certifieringskostnad. - Tidskrävande.

9.2.5 Exempelcertifiering

Albinsro valdes vid försök av certifiering pga. att byggnadens stomme är levererat av Finja och för att byggnaden inte var dimensionerad för att uppfylla någon miljöcertifiering. Vid certifieringen gjordes en rad uppskattningar vilket med stor sannolikhet påverkat resultatet. Då Miljöbyggnad följer BBRs krav och riktlinjer i sina indikatorer för betyget *Brons* dras slutsatsen att alla nybyggnationer som fått bygglov (i Sverige) per automatik uppnår Bronsnivå.

Eftersom stommen till Albinsro vid certifieringen var färdigbyggd tas det för givet att den fått bygglov, vilket betyder att byggnaden minst uppfyller Miljöbyggnad Brons. Resultatet anses vara ganska tillförlitligt då samtliga beräkningar gjorts från den säkra sidan, d.v.s. beräknats med större marginal än vad kraven ställer.

9.3 Reflektion

LEED och BREEAM är två snarlika miljöcertifieringssystem där den enda skillnaden, mer eller mindre, är att BREEAM inkluderar LCA och LCC i sin certifiering. Detta borde även LEED ha med i sitt system, pga. att det tydligt visar en byggnads potential att spara pengar genom b.la. lägre driftskostnader.

Miljöbyggnad är ett väldigt begränsat system med relativt begränsad omfattning. I förhållande till LEED och BREEAM är det ett tämligen ”ynkligt” system då det dess bronsnivå vid nyproduktion motsvarar kraven i BBR. Med andra ord uppfyller i stort sett alla nybyggnationer som fått bygglov brons enligt Miljöbyggnad. Bortsett från detta är det positivt att marknaden erbjuder både omfattande (LEED och BREEAM) och mindre omfattande (Miljöbyggnad) certifieringssystem, då det breddar möjligheterna för både mindre och större företag att kunna miljöcertifiera. Bland annat skiljer certifieringskostnaderna mellan de olika systemen markant. För ett mindre företag med lägre likviditet är det fördelaktigt att det även finns mindre dyra system, t.ex. Miljöbyggnad att anlita. Men för att öka tillämpningen av miljöcertifieringssystem överlag skulle staten kunna subventionera delar av certifieringskostanden.

Viktigt att beakta för de förslag på åtgärder som angivits i arbetet är att somliga åtgärder motarbetar varandra. Framförallt gäller det exemplet som ges för att applicera ljudisolering i ett rum för att minska risken för eko. Samtidigt som mängden eko faktiskt blir mindre minskar får betongen även

sämre värmelagringskapacitet då den inte längre utnyttjas som exponerad yta. På grund av detta behövs beslut fattas angående just detta scenario för varje unikt projekt.

I fallstudien blev resultatet för byggnaden brons. Att byggnaden utgörs av betongstomme fick endast en större betydelse under indikatorerna 14 och 15 då dessa ser direkt till materialen. Utöver dessa gav betongen ingen större inverkan i några specifika indikatorer trots att tidigare beräkningar visar att betong påverkar 67 % av indikatorerna i Miljöbyggnad. Anledningen till detta är att övriga indikatorer (bortsett från nr 14 och 15) är för breda för att betongen på egen hand ska kunna höja eller sänka betyget överlag.

Miljöcertifieringar är ett väldigt effektivt verktyg för att uppnå ett hållbart byggande och kommer med stor sannolikhet att fortsätta växa och utgöra en allt större del inom byggbranschen framöver. Med anledning av detta anses citatet...

”Frågan är om man som beställare eller fastighetsägare vågar undvika miljömärkning den närmaste framtiden. De som inte hoppar på tåget nu kommer att få en lång väg att gå senare.” (SGBC 2010).

... vara högst angeläget.

9.4 Slutsats

Betong har som enskilt material en stor inverkan på samtliga certifieringssystem, vilket framgår av tabell 3, 4 och 10. Skillnaden mellan de olika systemen är att två av dem är internationella samt väsentligt mer omfattande jämfört med det tredje (Miljöbyggnad) vilket är svenskt och relativt simpelt. Ett internationellt och etablerat företag bör förslagsvis välja LEED eller BREEAM då dessa system också är internationella, vilket underlättar vid jämförelse av olika byggnader runt om i världen. Således lämpar det sig för ett företag som endast arbetar nationellt på den svenska marknaden att välja att arbeta efter ett svenskt anpassat system.

I miljöcertifieringssystemen LEED och BREEAM kan fokus medvetet sättas på de indikatorer som en byggnad troligtvis kommer att uppfylla. Hänsyn behöver nämligen inte tas till varje indikator då de enskilda poängen för vardera indikatorn räknas samman till ett slutligt betyg. Så

länge den totala poängen uppfyller kraven blir en byggnad certifierad. I Miljöbyggnad däremot väger samtliga indikatorer lika tungt och måste därför uppmärksammas. Dessutom kan slutbetyget inte bli högre än ett steg över det sämsta betyget som någon enskild indikator fått, vilket gör att varje indikator bör beaktas med stor noggrannhet.

Antalet indikatorer eller kriterier som påverkas av betong är flera, tillräckligt många för att betong som enskilt material i vissa system påverkar tillräckligt många poäng för att möjliggöra en certifiering. I samband med certifieringen av Albinsro drogs slutsatsen att en byggnad som beviljats bygglov samtidigt uppfyller kraven enligt betygsnivån brons i Miljöbyggnad. Detta eftersom en byggnad som beviljats bygglov automatiskt uppfyller kraven i BBR vilket motsvarar nivån brons. Då betongen har en inverkan på 9 av 15 kriterier vid certifieringen har betong följaktligen en stor inverkan på resultatet. Därför bör val av stommaterial som köps in till ett projekt beaktas. De antaganden som gjordes i fallstudien var högst troligt något för generösa och därför ökade även osäkerheten för vissa aspekter, t.ex. köldbryggor i byggnaden.

Då de miljöcertifierade husen blir allt fler till antalet tyder det på att byggbranschen överlag arbetar i en riktning för mer hållbart byggande. Ansvaret för en hållbar utveckling vilar inte minst heller på privata konsumenter, varför även dessa borde miljöcertifiera sina egendomar i större utsträckning än vad som görs idag.

10 Källförteckning

- Ashley, E., & Lemay, L. (2009). *Ready Mixed Concrete Industry LEED Reference Guide Update*. Retrieved 06 14, 2015, from www.cdrecycling.org:
<http://www.cdrecycling.org/assets/concrete-recycling/cl-leed%20art%20combo%20for%20inclusion%20in%20hardcopy%20orders.pdf>
- Backman, A., & Junkers, L. (2012). *Materialspill i byggnadsproduktionen*. Retrieved 06 14, 2015, from www.diva-portal.org: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:616449/FULLTEXT01.pdf>
- BASTA. (2015). *BASTA - vägen till giftfritt byggande*. Retrieved 05 04, 2015, from www.bastaonline.se: <http://www.bastaonline.se/>
- Bengtsson, L.-G. (2001). *Inomhusbrand*. Retrieved 06 11, 2015, from www.msb.se:
<https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/17521.pdf>
- Betong. (2011). *Fråga Experten: vad är styrkan hos betong kontra svagheten?* Retrieved 05 06, 2015, from [www.betong.se](http://betong.se): <http://betong.se/2011/08/fraga-experten-vad-ar-styrkan-hos-betong-kontra-svagheten>
- Betongforum Finja. (2015). *Hållbart byggande med betong*. Retrieved 05 03, 2015, from www.betongforum.se: http://www.finja.se/App_Resource/Page/file/tips_ideer/inspirerande-lasning/hallbart-byggande.pdf
- Betongföreningen. (2013a). *Betongföreningen*. Retrieved 04 16, 2015, from www.betongforeningen.se: <http://www.betongforeningen.se/wp-content/uploads/2013/02/Vagledning-Miljobyggnad.pdf>
- Betongföreningen. (2015d). *Betongföreningen*. Retrieved 04 12, 2015, from www.betongforeningen.se: <http://betongforeningen.se/wp-content/uploads/2013/02/Vagledning-LEED-2013-11-15.pdf>
- Betongföreningen. (2015c). *Materialet Betong*. Retrieved 05 06, 2015, from www.betongforeningen.se: <http://betongforeningen.se/materialet-betong/>
- Betongföreningen. (2013b). *Vägledning för miljöcertifiering enligt BREEAM*. Retrieved 04 28, 2015, from www.betongforeningen.se: http://betongforeningen.se/wp-content/uploads/2013/02/Vagledning-BREEAM_SE-2013-11-15.pdf
- Betongföreningen. (2015d). *Vägledning för miljöcertifiering enligt LEED*. Retrieved 04 12, 2015, from www.betongforeningen.se: <http://betongforeningen.se/wp-content/uploads/2013/02/Vagledning-LEED-2013-11-15.pdf>
- Betongföreningen. (2013a). *Vägledning för miljöcertifiering enligt Miljöbyggnad*. Retrieved 04 16, 2015, from www.betongforeningen.se: <http://www.betongforeningen.se/wp-content/uploads/2013/02/Vagledning-Miljobyggnad.pdf>
- BRE. (2015). *BRE*. Retrieved 05 15, 2015, from www.bre.co.uk:
<http://www.bre.co.uk/greenguide/podpage.jsp?id=2126>
- BREEAM. (2015). *BREEAM*. Retrieved 05 16, 2015, from www.breeam.org:
<http://www.breeam.org/about.jsp?id=66>
- Broström, T., & Weinz, H. (2010). *Finns det ett mervärde i att miljöcertifiera fastigheter?* Retrieved 04 16, 2015, from www.kth.se:
https://www.kth.se/polopoly_fs/1.144233!/Menu/general/column-content/attachment/19.pdf
- Burström, P. G. (2007). *Byggnadsmaterial - Uppbyggnad, tillverkning och egenskaper*. Lund: Studentlitteratur.
- Byggnadsvårdsföreningen. (2015). *Pionjärinsatser i betongens barndom - Konstruktionsbetongens historia 1890-1950*. Retrieved 04 10, 2015, from www.byggnadsvard.se:
<http://www.byggnadsvard.se/byggnadskultur/material/pionj%C3%A4rinsatser-i-betongens-barndom-konstruktionsbetongens-historia-1890-1950>

Byggvarubedömningen. (2015). *Byggvarubedömningen*. Retrieved 05 01, 2015, from www.byggvarubedomningen.se: <https://www.byggvarubedomningen.se/>

Cementa. (2015). *Fakta*. Retrieved 06 17, 2015, from www.cementa.se: <http://www.cementa.se/sv/fakta>

Ekonomifakta. (2015). *Ekonomifakta*. Retrieved 05 17, 2015, from www.ekonomifakta.se: <http://www.ekonomifakta.se/>

Ekstrand. (2014). *Låt oss slå hål på en lögn som många fönstersäljare försökt lura branschen med*. Retrieved 05 20, 2015, from dorrarochfonster.se: <http://dorrarochfonster.se/tag/g-varde/>

Energimyndigheten. (2012). *Bebyggelse*. Retrieved 03 28, 2015, from www.energimyndigheten.se: <https://www.energimyndigheten.se/Forskning/Byggforskning/>

Energimyndigheten. (2012b). *Energimyndigheten*. Retrieved 03 28, 2015, from www.energimyndigheten.se: <https://www.energimyndigheten.se/Forskning/Byggforskning/>

Finja. (2015). *Hållbara hem*. Retrieved 05 18, 2015, from www.finja.se: http://www.finja.se/App_Resource/Page/file/prefab/pdf/7012-1.pdf

Flower, D., & Sanjayan, J. (2007). *Green House Gas Emissions due to Concrete Manufacture*. Retrieved 06 17, 2015, from www.springer.com: <http://download.springer.com/static/pdf/495/art%253A10.1065%252Flca2007.05.327.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1065%2F1ca2007.05.327&token2=exp=1434532203~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F495%2Fart%25253A10.1065%25252Flca2007.05.327.pdf%3>

Fuktinfo. (2015). *Mögel och röta*. Retrieved 05 18, 2015, from www.fuktinfo.se: <http://www.fuktinfo.se/las-mer-om-mogel-mm/mogel-och-rota/>

Halmstad Kommun. (2015). *Att åtgärda radon*. Retrieved 05 14, 2015, from www.halmstad.se: <http://www.halmstad.se/miljoenergi/halsoskydd/boendemiljotipsochrad/radon/attatgardaradon.8015.html>

Håltagningsentreprenörerna. (2015). *Mått, vikt och volym*. Retrieved 05 06, 2015, from www.haltagning.nu: <http://www.haltagning.nu/langd-yltor-vikt-och-volym/>

iloverome. (2010). *I love Rome*. Retrieved 04 03, 2015, from www.iloverome.se: http://www.iloverome.se/rom_guide_colosseum.asp

Johansson Björdin, D., & Yakhyaeva, N. (2012). *Varför miljöcertifiera byggnader?* Retrieved 05 07, 2015, from www.diva-portal.se: <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:555371/FULLTEXT01.pdf>

Johansson, K., & Hedin, A. (2011). *Guld, silver eller brons?* Retrieved 03 29, 2015, from Masteruppsats, Chalmers tekniska högskola: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/144610.pdf>

Karlsson, J., Rönneblad, A., Kurkinen, E.-L., & Wadsö, L. (2010). *Nytan med värmetröga konstruktioner*. *Samhällsbyggaren*, 12-15.

Miljömål. (2015a). *Begränsad klimatpåverkan*. Retrieved 05 06, 2015, from www.miljomal.se: <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/1-Begransad-klimatpaverkan/>

Miljömål. (2015b). *Giftfri miljö*. Retrieved 05 06, 2015, from www.miljomal.se: <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/4-Giftfri-miljo/>

Miljömål. (2015c). *God bebyggd miljö*. Retrieved 05 06, 2015, from www.miljomal.se: <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/15-God-bebyggd-miljo/>

Naturvårdsverket. (2014). *Miljö kvalitetsmålen*. Retrieved 05 06, 2015, from www.naturvardsverket.se: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/>

Ninhai. (2013). *Nackdelar med betong hem*. Retrieved 05 06, 2015, from www.ninhai.info: <http://www.ninhai.info/1/2013/01/nackdelar-med-betong-hem.html>

Odeh, M. (2008). *Termodecks betong ersätter elementen*. Retrieved 06 14, 2015, from www.metro.se: http://www.metro.se/metro-teknik/termodecks-betong-ersatter-elementen/Objhke!08_4605-45/

Orban, L. (2014). *Niagara klassas som miljömässig byggnad*. Retrieved 05 08, 2015, from www.mah.se: http://www.mah.se/medarbetare/Medarbetarnyheter/Medarbetarnyheter-2014/Niagara-certifieras-och-klassas-som-miljomassig-byggnad/

PMC. (2013). *LEED Certification & Commissioning*. Retrieved 06 14, 2015, from powermanage.com: http://powermanage.com/cms/en/?id=00000000055

Portland Cement Association. (2015). *How Cement is Made*. Retrieved 05 06, 2015, from www.cement.org: http://www.cement.org/cement-concrete-basics/how-cement-is-made

Romulus. (2015). *Pantheon Rom*. Retrieved 05 10, 2015, from www.romulus.nu: http://www.romulus.nu/roms-sevardheter/rom_Pantheon.htm

SAINT-GOBAIN. (2015). *Miljöcertifiering av byggnader – för hållbart byggande*. Retrieved 05 04, 2015, from www.isover.se: http://www.isover.se/files/Isover_SE/1a_sidan/Nyheter/Nyheter%202013/hallbartbyggande.se/Broschyr_Miljocert.pdf

SBUF. (2009). *Fotokatalytisk Betong*. Retrieved 04 03, 2015, from [www.sbuf.se: http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/InfoSheets/PublishedInfoSheet/b2cb0e9b-d865-4edd-a897-c538ea8073ef/SBUF_1023_p.pdf](http://vpp.sbuf.se: http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/InfoSheets/PublishedInfoSheet/b2cb0e9b-d865-4edd-a897-c538ea8073ef/SBUF_1023_p.pdf)

SGBC. (2015c). *500 certifierade Miljöbyggnader* . Retrieved 05 08, 2015, from www.sgbc.se: http://www.sgbc.se/nyheter/832-500-certifierade-miljobyggnader

SGBC. (2015i). *Avgifter i Miljöbyggnad* . Retrieved 05 14, 2015, from www.sgbc.se: http://www.sgbc.se/avgifter-i-miljobyggnad

SGBC. (2014o). *Bedömningskriterier för befintliga byggnader*. Retrieved 04 11, 2015, from www.sgbc.se: http://www.sgbc.se/docman/440-2-2-141001-mb-befintliga-vers-141017

SGBC. (2015k). *Bli medlem* . Retrieved 04 28, 2015, from www.sgbc.se: https://www.sgbc.se/bli-medlem

SGBC. (2015f). *BREEAM-SE* . Retrieved 04 28, 2015, from www.sgbc.se: https://www.sgbc.se/var-verksamhet/breeam

SGBC. (2015r). *BREEAM-SE*. Retrieved 06 14, 2015, from www.sgbc.se: http://www.sgbc.se/docman/breeam-se-2014/417-breeam-se-sve-130501-v3-pdf/file?Itemid=446

SGBC. (2015s). *Certifiera med BREEAM-SE* . Retrieved 06 14, 2015, from www.sgbc.se: https://www.sgbc.se/certifiera-med-breeam-se

SGBC. (2015l). *Certifiering i LEED* . Retrieved 05 11, 2015, from www.sgbc.se: https://www.sgbc.se/certifiering-i-leed

SGBC. (2015d). *Certifieringsprocessen för Miljöbyggnad* . Retrieved 05 10, 2015, from www.sgbc.se: https://www.sgbc.se/certifiering-med-miljoebyggnad

SGBC. (2015e). *Dokument och manualer till BREEAM-SE* . Retrieved 04 28, 2015, from www.sgbc.se: http://www.sgbc.se/dokument-for-breeam-se

SGBC. (2013g). *Fee Sheet - BREEAM SE*. Retrieved 05 12, 2015, from www.sgbc.se: http://www.sgbc.se/docman/breeam-se/317-breeam-se-avgifter-140107/file

SGBC. (2015q). *LEED – världens mest spridda certifieringssystem*. Retrieved 06 14, 2015, from www.sgbc.se: http://www.sgbc.se/docman/om-sweden-gbc-2014/332-infobladd-leed-2014/file?Itemid=446

SGBC. (2015p). *Manualer, verktyg m.m.* Retrieved 05 10, 2015, from www.sgbc.se: http://www.sgbc.se/dokument-och-manualer

SGBC. (2015j). *Medlemskap i SGBC* . Retrieved 05 27, 2015, from www.sgbc.se: https://www.sgbc.se/medlemskap-i-swedengbc

SGBC. (2014n). *METODIK - Nyproducerade och befintliga byggnader*. Retrieved 03 15, 2015, from www.sgbc.se: <http://www.sgbc.se/docman/miljobyggnad-2014/441-2-2-141001-mb-metodik-vers-141017/file>

SGBC. (2014h). *Miljöbyggnad* . Retrieved 04 11, 2015, from www.sgbc.se: <https://www.sgbc.se/var-verksamhet/miljoebyggnad>

SGBC. (2015m). *Miljöbyggnad – ett snabbväxande system för svenska förhållanden*. Retrieved 05 03, 2015, from www.sgbc.se: https://www.sgbc.se/component/docman/?task=doc_download&gid=333&Itemid=446

SGBC. (2014b). *Om Sweden Green Building Council* . Retrieved 03 28, 2015, from www.sgbc.se: <http://www.sgbc.se/om-oss>

SGBC. (2014a). *Vår verksamhet* . Retrieved 05 08, 2015, from www.sgbc.se: <http://www.sgbc.se/var-verksamhet/>

Simonsen, E. (2011). *Dränerande markstensbeläggningar för förbättrad miljö*. Retrieved 06 14, 2015, from www.minfo.se: <http://www.minfo.se/minbas/215.pdf>

SKANSKA. (2015b). *Miljöcertifieringar/Miljöledningssystem*. Retrieved 05 13, 2015, from www.skanska.se: <http://www.skanska.se/sv/om-skanska/prioriterade-omraden/hallbarhet/sa-har-arbetar-vi/miljocertifieringar/>

SKANSKA. (2015a). *Vår betong är allt annat än grå*. Retrieved 05 13, 2015, from www.skanska.se: <http://www.skanska.se/sv/bygg-och-anlaggning/produkter-och-maskiner/betong/vart-miljoarbete/>

SKANSKA. (2015c). *Väla Gård*. Retrieved 06 11, 2015, from www.skanska.se: <http://www.skanska.se/sv/projekt/projekt/?pid=9219>

SKANSKA, Andersson . (2013). *Väla Gård - ett miljömedvetet kontor! Väla Gård - ett miljömedvetet kontor!* (p. 7). Helsingborg: SKANSKA.

Starka. (2015). *Mer om miljöcertifieringar*. Retrieved 05 04, 2015, from www.starka.se: <http://www.starka.se/miljo/mer-om-miljocertifieringar/>

Strålsäkerhetsmyndigheten. (2015). *Radon*. Retrieved 06 17, 2015, from www.stralsakerhetsmyndigheten.se: <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/start/radon/>

Strängbetong. (2010). *Bygga för livet – dygnet runt, året om*. Retrieved 06 14, 2015, from www.strangbetong.se: <http://www.strangbetong.se/wp-content/uploads/2011/11/TermoDeck.pdf>

Sundahus. (2015). *Sundahus*. Retrieved 05 03, 2015, from www.sundahus.se: <http://www.sundahus.se/home.aspx>

Sweco. (2015). *Miljöcertifiering av byggnader*. Retrieved 05 08, 2015, from www.sweco.se: <http://www.sweco.se/Sweden/Tjanster/Installationsteknik/Miljocertifiering/>

Svenskbetong. (2015f). *Beständighet och livslängd*. Retrieved 05 06, 2015, from www.svenskbetong.se: <http://www.svenskbetong.se/hallbart-byggande-bp/bestaendighet.html>

Svenskbetong. (2015c). *Betongens Egenskaper*. Retrieved 05 06, 2015, from www.svenskbetong.se: <http://www.svenskbetong.se/betongens-egenskaper.html>

Svenskbetong. (2015b). *Energi* . Retrieved 05 06, 2015, from www.svenskbetong.se: <http://www.svenskbetong.se/betong-a-energi.html>

Svenskbetong. (2015d). *Energieffektivitet* . Retrieved 05 06, 2015, from www.svenskbetong.se: <http://www.svenskbetong.se/hallbart-byggande-bp/energieffektivitet.html>

Svenskbetong. (2013). *Ett naturligt material*. Retrieved 06 11, 2015, from www.svenskbetong.se: http://www.svenskbetong.se/images/pdf/SV_Betong_Prod.Blad_Naturligtmaterial.pdf

Svenskbetong. (2015g). *Miljö och klimat* . Retrieved 05 06, 2015, from www.svenskbetong.se: <http://www.svenskbetong.se/betong-a-miljoe-2.html>

Svenskbetong. (2015i). *Miljö och klimat* . Retrieved 03 26, 2015, from www.svenskbetong.se: <http://www.svenskbetong.se/betong-a-miljoe.html>

Svenskbetong. (2015e). *Om betong*. Retrieved 05 06, 2015, from [www.svenskbetong.se: http://www.svenskbetong.se/betong.html](http://www.svenskbetong.se/betong.html)

Svenskbetong. (2015j). *Rumsakustik*. Retrieved 04 27, 2015, from [www.svenskbetong.se: http://www.svenskbetong.se/ljud/rumsakustik.html](http://www.svenskbetong.se/ljud/rumsakustik.html)

Svenskbetong. (2014a). *svenskbetong*. Retrieved 05 06, 2015, from [www.svenskbetong.se: http://www.svenskbetong.se/images/Faktablad_om_betong/SV_Betong_Brand5.pdf](http://www.svenskbetong.se/images/Faktablad_om_betong/SV_Betong_Brand5.pdf)

Svenskbetong. (2015h). *Svenskbetong*. Retrieved 04 29, 2015, from [www.svenskbetong.se: http://www.svenskbetong.se/images/Faktablad_om_betong/SV_Betong_Prod_CO2.Blad_.pdf](http://www.svenskbetong.se/images/Faktablad_om_betong/SV_Betong_Prod_CO2.Blad_.pdf)

USGBC. (2015a). *Country Market Brief*. Retrieved 05 08, 2015, from [www.usgbc.org: http://www.usgbc.org/advocacy/country-market-brief](http://www.usgbc.org/advocacy/country-market-brief)

USGBC. (2009). *LEED 2009*. Retrieved 03 25, 2015, from [www.usgbc.com: www.usgbc.org/redirect.php?DocumentID=5546](http://www.usgbc.com/www.usgbc.org/redirect.php?DocumentID=5546)

USGBC. (2015b). *LEED Certification Fees*. Retrieved 05 13, 2015, from [www.usgbc.org: http://www.usgbc.org/cert-guide/fees](http://www.usgbc.org/cert-guide/fees)

USGBC. (2013). *New Options in LEED Address Unique Challenges Posed by European Built Environment*. Retrieved 06 14, 2015, from [www.usgbc.org: http://www.usgbc.org/articles/new-options-leed-address-unique-challenges-posed-european-built-environment](http://www.usgbc.org/articles/new-options-leed-address-unique-challenges-posed-european-built-environment)

Waara, Å. (2012). *Miljöcertifiera eller inte?* Retrieved 05 06, 2015, from Masteruppsats, Luleå Universitet: <http://pure.ltu.se/portal/files/41718219/LTU-EX-2012-41546850.pdf>

Van den Heede, P., & De Belie, N. (2012). *Environmental impact and life cycle assessment (LCA) of traditional and 'green' concretes: Literature review and theoretical calculations*. Retrieved 06 17, 2015, from [www.sciencedirect.com: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946512000054](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946512000054)

Weber. (2015). *Certifieringskriterier*. Retrieved 03 30, 2015, from [www.weber.se: http://www.weber.se/miljo/certifieringssystem/certifieringskriterier.html](http://www.weber.se/miljo/certifieringssystem/certifieringskriterier.html)

WSP. (2014b). *BREEAM*. Retrieved 05 13, 2015, from [www.wsp.se: http://www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/Vad-vi-gor/Vara-tjanster/Tjanster-A-O/Byggnadsfysik/BREEAM/](http://www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/Vad-vi-gor/Vara-tjanster/Tjanster-A-O/Byggnadsfysik/BREEAM/)

WSP. (2014c). *LEED*. Retrieved 04 30, 2015, from [www.wsp.se: http://www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/Vad-vi-gor/Vara-tjanster/Tjanster-A-O/Byggnadsfysik/LEED/](http://www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/Vad-vi-gor/Vara-tjanster/Tjanster-A-O/Byggnadsfysik/LEED/)

WSP. (2014a). *Miljöbyggnad*. Retrieved 04 25, 2015, from [www.wspgroup.com: http://www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/Vad-vi-gor/Vara-tjanster/Tjanster-A-O/Byggnadsfysik/Miljobyggnad/](http://www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/Vad-vi-gor/Vara-tjanster/Tjanster-A-O/Byggnadsfysik/Miljobyggnad/)

WSP. (2014d). *Miljöcertifiering*. Retrieved 05 08, 2015, from [www.wspgroup.com: http://www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/Vad-vi-gor/Vara-tjanster/Tjanster-A-O/Byggnadsfysik/Miljoklassning/](http://www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/Vad-vi-gor/Vara-tjanster/Tjanster-A-O/Byggnadsfysik/Miljoklassning/)

WSP. (2014d). *WSPgroup*. Retrieved 05 08, 2015, from <http://www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/Vad-vi-gor/Vara-tjanster/Tjanster-A-O/Byggnadsfysik/Miljoklassning/>

Världsnaturfonden. (2013). *Konsekvenser*. Retrieved 05 17, 2015, from [www.wwf.se: http://www.wwf.se/vrt-arbete/klimat/konsekvenser/1124276-konsekvenser-klimat](http://www.wwf.se/vrt-arbete/klimat/konsekvenser/1124276-konsekvenser-klimat)

Bilaga 1 – PPD

Vid mätning och bedömning av inomhusklimatet är det viktigt att ta beakta flera aspekter utöver lufttemperaturen. Förändringar i värmeflödet till och från kroppen spelar högst stor roll vid dessa mätningar. Det är på grund av detta som det är extra viktigt att lägga stort fokus på en byggnads klimatskärm för att minska behovet av energikrävande installationer både sommar- och vintertid. Klimatupplevelsen påverkas huvudsakligen utifrån följande sex faktorer:

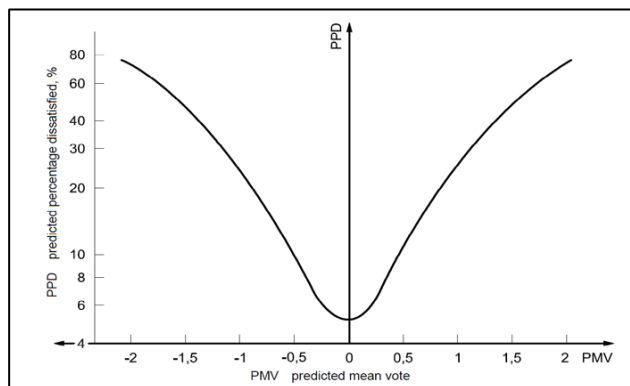
- Lufttemperaturer
- Strålningstemperaturer
- Luftrörelser
- Luftfuktighet
- Aktivitetsnivå
- Isolering från kläder

Påverkan av faktorerna ovan är inte lika och det räcker inte att endast mäta en av dem för att kunna göra en rättvis bedömning, samtliga måste alltså beaktas. Forskare har utfört tusentals undersökningar för att försöka fastställa ett samband mellan de sex faktorerna. Vid undersökningarna tog de hjälp av flera olika personer från hela världen och på 1970-talet kunde den danske professorn Ole Fanger definiera ett lättbegripligt index som han kallade ”bedömt medelutlåtande” (Predicted Mean Vote = *PMV*).

PMV anger ett medelvärde på hur en stor grupp människor skulle svara att de upplever ett visst klimat. Skalan består av sju olika nivåer, från -3 som är kallt upp till +3 som är varmt och 0 i mitten som karakteriserar ett neutralt och komfortabelt klimat (se figur 1).

Utöver *PMV* tog Ole Fanger även fram formuleringen ”antal missnöjda” (Predicted Percentage Dissatisfied = *PPD*) och skapade därefter ett samband mellan dessa två definitioner som redovisas i figur 2. Noterbart är att *PPD* 10 % motsvarar *PMV* mellan plus och minus 0,5 och att missnöjdetskurvan aldrig går under 5 %.

+3	Varmt
+2	Ganska varmt
+1	Något varmt
0	Neutralt
-1	Något kallt
-2	Ganska kallt
-3	Kallt



Förhållandet mellan "antal missnöjda" PPD och PMV (ASHRAE 55 och ISO 7730).

Certifieringssystemen LEED, Miljöbyggnad och BREAM använder sig av samma bedömningsmetoder för termiskt klimat framtagna av den danske professorn Ole Fanger på 70-talet.

Bilaga 2 – ASHRAE

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers är en förening för global social utveckling för mänskligt välbefinnande genom hållbar teknik i bebyggda miljöer. ASHREA är ett amerikanskt system som motsvarar de byggnormer som används i Sverige och är alltså en grundnivå som måste följas vid projektering av nya byggnader. ASHRAE hanterar alla frågor som berör energiförbrukningen i en byggnad, allt från design, luft, värme, kyla samt drift- och övervakningssystem.

ASHRAE ger ut en handbok i fyra volymer för HVAC&R teknik som finns tillgängligt i både utskriftsformat och elektroniskt. De olika volymerna är Fundamentals, HVAC Applications, HVAC Systems and Equipment, och Refrigeration. En av de fyra volymerna uppdateras varje år. Utöver deras handböcker publicerar ASHRAE även olika standarder relaterade till HVAC-system och problem. Exempel på några standarder från ASHRAE är:

- Standard 34** – Designation and Safety Classification of Refrigerants
- Standard 55** – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy
- Standard 62.1** – Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality
- Standard 62.2** – Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings
- Standard 90.1** – Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings – The IESNA is a joint sponsor of this standard.
- Standard 135** – BACnet - A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks
- Standard 189.1** – Standard for the Design of High Performance, Green Buildings Except Low-Rise Residential Building.

Dessa standarder genomgår periodiska kontroller där dess innehåll ses över, revideras vid behov och därefter publiceras standarderna på nytt. Det är därför viktigt att notera vilken års upplaga en viss standard följer.

Bilaga 3 – Energiberäkning ISOVER



Resultat från energiberäkning

2015-05-11 08:08

Objekt: Albinsro Examensarbete
Utförd av: Studielicens, Lunds Universitet
Beräkning enligt BBR 2012.

Sammanfattning

Klimatzon: III Södra Sverige
Närmaste ort: Halmstad Län: Hallands län
Atemp bostad: 1246,0 Atemp lokal: 0,0

Beräknad specifik energianvändning: 66 kWh/m².år
BBR:s krav på uppmätt energianvändning: 90 kWh/m².år

BBR rekommenderar att använda säkerhetsmarginaler så att kraven på specifik energianvändning verkligen uppfylls när byggnaden tagits i bruk.

Summa installerad eleffekt för uppvärmning: 0,0 kW

BBR klassar byggnaden som ej eluppvärmd.

Klaras kraven?

Den beräknade specifika energianvändningen är 27% lägre än BBR:s krav på uppmätt specifik energianvändning.

Denna marginal borde vara tillräcklig.

Begreppsförklaringar till värmebalansen nästa sida

Förluster

Trans	Transmissionsförluster
Vent	Ventilation och luftläckage
Vatten	Vattenförluster - antas vara lika med energi till varmvattenuppvärmning

Tillskott

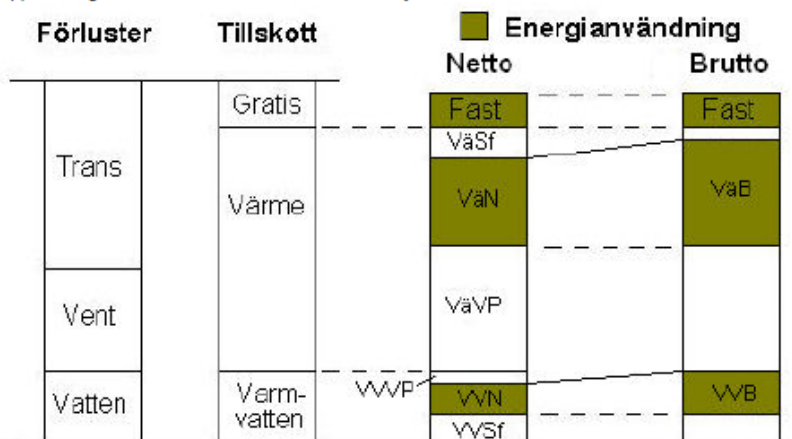
Gratis	Utnyttjbar del av personvärme, hushållsel eller verksamhetsel, fastighetsel samt infallande solenergi genom fönster
Värme	Energi till byggnadens uppvärmning
Varmvatten	Energi till varmvattenuppvärmning

Energianvändning

Fast	Fastighetsel
VäSf	Energi från solfångare till värme
VVSf	Energi från solfångare till varmvatten
VäVP	Värmebesparing med värmepump
VVVP	Varmvattenbesparing med värmepump
nVä	Värmesystemets verkningsgrad för värme
nVV	Värmesystemets verkningsgrad för varmvatten
VäN	Värme Netto = Värme - VäSf - VäVP
VVN	Varmvatten Netto = Varmvatten - VVSf - VVVP
VäB	Värme Brutto = VäN / nVä
VVB	Varmvatten Brutto = VVN / nVV

Principfigur

Staplarnas storlek stämmer inte med tabellvärdena. Specifik energianvändning är energianvändning under ett normalår per m² uppvärmd golvsarea. Det är bruttovärdet som ska jämföras med BBR:s krav.



BOSTAD

Värmebalans, kWh

Månad	Förluster			Tillskott			Energianv. Brutto		
	Trans	Vent	Vatten	Gratis	Värme	Varmvatten	Fast	VäB + VVB	Kyla
Jan	7450	7188	3058	5806	9032	3058	255	12336	0
Feb	6528	6299	2762	6040	6787	2762	230	9744	0
Mar	6471	6244	3058	7605	5110	3058	255	8334	0
Apr	4534	4375	2959	7129	1780	2959	247	4836	0
Maj	3073	2965	3058	5331	707	3058	255	3841	0
Jun	2076	2003	2959	3813	266	2959	247	3291	0
Jul	1159	1119	3058	2211	67	3058	255	3188	0
Aug	1119	1080	3058	2095	104	3058	255	3226	0
Sep	2454	2368	2959	4328	494	2959	247	3523	0
Okt	4309	4157	3058	5758	2708	3058	255	5883	0
Nov	5699	5499	2959	5487	5711	2959	247	8847	0
Dec	7173	6921	3058	5346	8748	3058	255	12046	0
Totalt	52045	50218	36000	60749	41514	36000	3000	79096	0

Indata	Bostad	Lokal
Genomsnittlig rumshöjd, m	2,4	0
Genomsnittlig innetemperatur, °C	21	0
Infiltration inkl. fönstervädning, oms/h	0,15	0
Ventilationsflöde, l/s per m ²	0,35	-
Ventilationsflöde q-medel	-	0
Ventilationsflöde q (endast då lokal klassas som elvärm)	-	0
Värmeväxling, verkningsgrad, %	40	0
Installerad el-effekt för ventilation, kW	0	0
Hushållsenergi, kWh/år	30000	0
Fastighetsenergi, kWh/år	3000	0
Antal personer, genomsnitt, st	36	0
Årsvärmefaktor	1	0
Dimensionerad för x% av varmvattenbehovet, %	0	0
Dimensionerad för y% av husuppvärmningen, %	0	0
Installerad el-effekt för drift av värmepump, kW	0	0
Verkningsgrad Värme, %	98	0
Verkningsgrad Varmvatten, %	98	0
Installerad el-effekt för uppvärmning, kW	0	0
Solfångare för varmvatten, kWh/år	0	0
Solfångare för värme, kWh/år	0	0
Varmvattenberedning, brutto, kWh/år	36000	0
Installerad el-effekt för varmvattenberedning, kW	0	0
Komfortkyla, elektriska kylmaskiner, kWh	0	0
Komfortkyla, övrigt, kWh	0	0

Klimatdata	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Utetemperatur (°C)	-0,1	0,6	2,7	7,9	12,4	15,1	18,2	18,4	13,9	8,8	4,4	0,7
Globalstrålning (kWh/m ²)	13	26	61	110	152	156	160	129	74	39	16	9

Byggnadsdata, bostad/utomhus

Golvarea, m²: 1246,0

Volym, m³: 2990,40

Yta	Area, m ²	U, W/m ² , °C	Orientering, °
Grund	250,0	0,14	
Tak	250,0	0,10	
Vägg hela norra fasaden	222,2	0,18	20
Huvudingång	3,2	1,10	
Fönster F1A	11,9	1,20	
Fönster F2A	13,0	1,20	
Fönster F4A	7,2	1,20	
Balkong dörr	6,3	1,10	
Vägg hela söder fasaden	220,6	0,18	200
Fönster F3A	19,2	1,20	
Fönster F2A	10,4	1,20	
Fönster F1A	13,6	1,20	
Vägg hela västra fasaden	152,3	0,18	290

ISOVER Energi 3
Objekt: Albinsro Examensarbete

Lunds Universitet

Sida 4 (5)

Uteplats dörr	4,2	1,10	
Balkongdörrar	12,6	1,10	
Fönster F 1A	13,6	1,20	
Fönster F4A	19,2	1,20	
Vägg hela östra fasaden	152,3	0,18	110
Uteplatsdörr	4,2	1,10	
Balkongdörr	12,6	1,10	
Fönster F 1A	13,6	1,20	
Fönster F4A	19,2	1,20	

Köldbrygga	Längd, m	Psi, W/m,K
Balkong köldbrygga	68,40	0,71
Fönster och dörrar med infästning i lättbe	561,60	0,04

Bilaga 4 – Värmeeffektbehov

Indikator 2 Värmeeffektbehov i nyproducerad byggnad, beräkning och redovisning

Fyll i eller ändra i de gula rutorna

Beräkningen avser byggnaden

Albinsro

Eventuell kommentar

Atemp

1246

kvm

Inomhustemperatur

21

Klimatort

Göteborg

DVUT

-12,9

Beräknat värmeeffektbehov

34

W/m2,Atemp

Transmissionsförluster		
Byggnadsdel	Area	U-värde
	m2	W/K,m2
Fönster, typ 1	65,7	1,2
Fönster, typ 2	45,6	1,2
Fönster, typ 3	19,2	1,2
Yttervägg, typ 1	936,4	0,18
Yttervägg, typ 2	0	0
Yttervägg, typ 3	0	0
Tak, typ 1	250	0,1
Tak, typ 2	0	0
Tak, typ 3	0	0
Grundkonstruktion 0 - 1 m	250	0,15
Grundkonstruktion 1 - 6 m	0	0
Grundkonstruktion > 6 m	0	0
Källarväggar 0 - 1 m	0	0
Källarväggar 1 - 2 m	0	0
Källarväggar > 2 m	0	0
Källargolv 0 - 6 m	0	0
Källargolv >6 m	0	0
Ytterdörr, typ 1	3,2	1,1
Ytterdörr, typ 2	0	0
Annan yta	0	0
Köldbryggor i % för SILVER o BRONS		25%
Köldbryggor för GULD	Längd, m	psi, W/m,K
Bjälklagskanter	0	0
Socket	0	0
Tak-yttervägg	0	0
Fönstersmygar	0	0
Annan köldbrygga	0	0
Umedelvärde för kontroll, W/m2,K		0,31

Ventilationsförluster, aggregat 1

Luftflöde, Vs	436
Temperaturverkningsgrad, %	40

Ventilationsförluster, aggregat 2

Luftflöde, Vs	0
Temperaturverkningsgrad, %	0

Ventilationsförluster, aggregat 3

Luftflöde, Vs	0
Temperaturverkningsgrad, %	0

Luftläckageförluster

Invändig byggnadsvolym, m3	13706
Luftläckage, oms/h	0,1



Bilaga 5 – Certifieringskostnader i Miljöbyggnad

<i>Nybyggnad</i>	<i>Småhus</i>	<i>Flerbostadshus</i>	<i>Lokalbyggnad liten < 10.000 m²</i>	<i>Lokalbyggnad mellan 10.000 – 40.000 m²</i>	<i>Lokalbyggnad stor > 40.000 m²</i>
SGBC-medlem	SEK 22.750	SEK 46.150	SEK 54.010	SEK 57.380	SEK 64.120
Icke-medlem	SEK 32.533	SEK 65.995	SEK 77.234	SEK 82.053	SEK 91.692
Differens	SEK 9.783	SEK 19.845	SEK 23.224	SEK 24.673	SEK 27.572

Kostnader för certifiering vid nybyggnation (Miljöbyggnad) (SGBC, 2015i)

<i>Ombyggnad</i>	<i>Småhus</i>	<i>Flerbostadshus</i>	<i>Lokalbyggnad liten < 10.000 m²</i>	<i>Lokalbyggnad mellan 10.000 – 40.000 m²</i>	<i>Lokalbyggnad stor > 40.000 m²</i>
SGBC-medlem	SEK 18.250 – 26.650*	SEK 33.810 – 50.610*	SEK 38.260 – 55.060*	SEK 40.540 – 57.340*	SEK 42.790 – 59.590*
Icke-medlem	SEK 26.098 – 38.110*	SEK 48.348 – 72.372*	SEK 54.712 – 78.736*	SEK 57.972 – 81.996*	SEK 61.190 – 85.214*
Differens	SEK 7.848 – 11.460*	SEK 14.538 – 21.762*	SEK 16.452 – 23.676*	SEK 17.432 – 24.656*	SEK 18.400 – 25.624*

Kostnader för certifiering vid ombyggnation (Miljöbyggnad). (SGBC, 2015i)

**beräknas som första angivna värdet plus (SEK 1120 ggr antalet indikatorer som bedöms).*

<i>Befintlig byggnad</i>	<i>Småhus</i>	<i>Flerbostadshus</i>	<i>Lokalbyggnad liten < 10.000 m²</i>	<i>Lokalbyggnad mellan 10.000 – 40.000 m²</i>	<i>Lokalbyggnad stor > 40.000 m²</i>
SGBC-medlem	SEK 13.870	SEK 26.120	SEK 30.610	SEK 32.280	SEK 35.090
Icke-medlem	SEK 19.834	SEK 37.352	SEK 43.772	SEK 46.976	SEK 50.179
Differens	SEK 5.964	SEK 11.232	SEK 13.162	SEK 14.696	SEK 15.089

Kostnader för certifiering för befintlig byggnad (Miljöbyggnad). (SGBC, 2015i).

Bilaga 6 – Certifieringskostnader i LEED

Building Design and Construction Fees	USGBC-medlem	Ej USGBC-medlem	Besparing som medlem
Registration <i>Registrering</i>	SEK 7.407	SEK 9.876	SEK 2.469
Precertification Review <i>Före certifieringsbedömning</i>			
Flat fee <i>Fast avgift</i>	SEK 26.748	SEK 34.978	SEK 8.230
Expedited Review (reduce from 20-25 business days to 10-12) <i>Snabbare bedömning</i>	SEK 41.150		
Combined Review: Design and Construction <i>Kombinerad bedömning: Design och konstruktion</i>			
Bruttoarea < 4 645 m²	SEK 18.518	SEK 22.633	SEK 4.115
Bruttoarea 4 645 – 46 450 m²	SEK 4,03/m ²	SEK 5,02/m ²	SEK 0,99/m ²
Bruttoarea > 46 450 m²	SEK 185.175	SEK 226.325	SEK 41.150
Expedited Review (reduce from 20-25 business days to 10-12) <i>Snabbare bedömning</i>	SEK 82.300		
SPLIT REVIEW – Design <i>Delad bedömning – Design</i>			
Bruttoarea < 4 645 m²	SEK 16.460	SEK 18.518	SEK 2.058
Bruttoarea 4 645 - 46 450 m²	SEK 3.62/m ²	SEK 4.03/m ²	SEK 0.41/m ²
Bruttoarea > 46 450 m²	SEK 164.600	SEK 185.175	SEK 20.575
Expedited Review (reduce from 20-25 business days to 10-12) <i>Snabbare bedömning</i>	SEK 41.150		
SPLIT DESIGN – CONSTRUCTION <i>Delad bedömning – Konstruktion</i>			
Bruttoarea < 4 645 m²	SEK 4.115	SEK 6.173	SEK 2.058
Bruttoarea 4 645 - 46 450 m²	SEK 0.91/m ²	SEK 1.40/m ²	SEK 0.49/m ²
Bruttoarea > 46 450 m²	SEK 41.150	SEK 61.725	SEK 20.575
Expedited Review (reduce from 20-25 business days to 10-12) <i>Snabbare bedömning</i>	SEK 41.150		
APPEALS <i>Överklaganden</i>			
Complex Credits <i>Komplexa krediter</i>	SEK 6.584/kredit		
All other credits <i>Övriga krediter</i>	SEK 4.115/kredit		
Expedited Review (reduce from 20-25 business days to 10-12) <i>Snabbare bedömning</i>	SEK 4.115/kredit		
FORMAL INQUIRIES <i>Formella förfrågningar</i>			
Project CIRs (Credit Interpretation Requests) <i>Tolkningsbegäran av bedömning för en aspekt</i>	SEK 1.811/kredit		

Beräknat i valutakursen 1 dollar = 8,23 SEK. (USGBC, 2015b).

Bilaga 7 – Certifieringskostnader i BREEAM

Avgifter i BREEAM-SE	Medlem i SGBC	Icke-medlem i SGBC	Besparing som medlem	Villkor/information
Registrering				Avgiften avser
< 5.000 m ²	SEK 14.400	SEK 18.000	SEK 3.600	<ul style="list-style-type: none"> - Registreringsavgift återbetalas ej. - Högst 5 tekniska frågor besvaras per projekt och registrering. - Extra avgift kommer att tas ut för ytterligare tekniska frågor. - Anmälningsavgiften är en engångsavgift per granskning. - Vid kombinerad granskning kommer en högre avgift att debiteras.
5.000 – 50.000 m ²	SEK 16.800	SEK 20.400	SEK 3.600	
> 50.000 m ²	SEK 22.800	SEK 27.600	SEK 4.800	
Certifikationsavgifter				Avgiften avser
< 5.000 m ²	SEK 42.000	SEK 50.400	SEK 8.400	Total avgift som kan utformas i två enskilda delar för IC och PCR. Inkludera QA kvalitetssäkring och diplom. Plack blir en extra kostnad, beroende på vilket plack som krävs.
Provisoriskt certifikat	SEK 28.000	SEK 36.000	SEK 8.000	
Bedömning av färdig konstruktion	SEK 13.200	SEK 14.400	SEK 1.200	
5.000 – 50.000 m ²	SEK 66.000	SEK 79.200	SEK 13.200	Total avgift som kan utformas i två enskilda delar för IC och PCR. Inkludera QA kvalitetssäkring och diplom. Plack blir en extra kostnad, beroende på vilket plack som krävs.
Provisoriskt certifikat	SEK 48.000	SEK 57.600	SEK 9.600	
Bedömning av färdig konstruktion	SEK 18.000	SEK 21.600	SEK 3.600	
> 50.000 m ²	SEK 90.000	SEK 108.000	SEK 18.000	Total avgift som kan utformas i två enskilda delar för IC och PCR. Inkludera QA kvalitetssäkring och diplom. Plack blir en extrakostnad, beroende på vilket plack som krävs.
Provisoriskt certifikat	SEK 66.000	SEK 79.200	SEK 13.200	
Bedömning av färdig konstruktion	SEK 24.000	SEK 28.800	SEK 4.800	
Övriga avgifter				Avgiften avser
Översättning av BREEAM-granskning	SEK 19.365	SEK 19.365	SEK 0	<ul style="list-style-type: none"> - Debiteras när bevisningen läggs fram på ett annat språk än engelska. - Avgiften kommer att adderas till den relevanta certifieringskostnaden för att täcka översättningskostnaderna för bevisningen för ändamålet av kontroll av kvalitetssäkring. - BRE Global innehar rätten att bestämma vilken valuta avgiften debiteras i.
Ny inlämning av översatt BREEAM-granskning	SEK 6.455	SEK 6.455	SEK 0	Avgift tas ut för översättningstjänster som kräver en inlämning av den ursprungliga utvärderingsposten för kontroll av kvalitetssäkring.
Tillkommande tekniska frågor	SEK 2.160	SEK 3.000	SEK 840	Extra avgift tas ut för frågor som mottagits efter att gränsen för 5 frågor har uppnåtts. Avgiften avser en fråga.

Beräknat i valutakursen 1 pund = 12,91 SEK (SGBC, 2013g).

Bilaga 8 – Exempel av certifiering enligt BREEAM

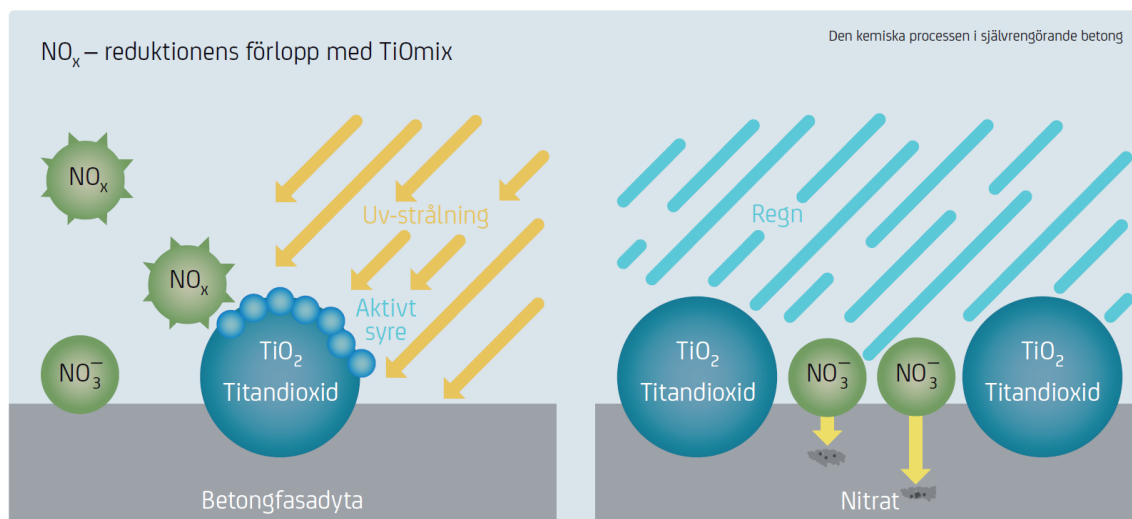
BREEAM-område	Erhållna poäng	Tillgängliga poäng	% av erhållna tillgängliga poäng	Viktningfaktor per område	Poäng per område
Ledning och styrning	10	17	59 %	0,12	7,06 %
Hälsa och inomhusmiljö	11	17	65 %	0,15	9,71 %
Energi	19	25	76 %	0,19	14,44 %
Transport	5	9	56 %	0,08	4,44 %
Vatten	4	9	44 %	0,06	2,67 %
Material	9	15	60 %	0,125	7,50 %
Avfall	3	7	43 %	0,075	3,21 %
Mark och ekologi	4	10	40 %	0,10	4,00 %
Föroreningar	8	12	67 %	0,10	6,67 %
Innovation	3	10	30 %	0,10	3,00 %
Byggnadens BREEAM-poäng				62,70 %	
Byggnadens BREEAM-betyg				VERY GOOD	
Minimistandard för betyget VERY GOOD				Uppnådd	
Man 4 - Brukarvägledning				✓	
Hea 4 - Belysning med högfrekvensdon				✓	
Ene 2 - Separat mätning av betydande energianvändare				✓	
Wat 1 - Vattenförbrukning				✓	

Exempel vid certifiering där betyget VERY GOOD uppnåtts enligt BREEAM-SE.

Bilaga 9 – Titandioxid

Titandioxid är en kemisk förening av titan och syre. Ämnet förekommer i olika produkter t.ex. i pigmentet TiOmix från CEMENTA och har en nanokristallstruktur vilket skiljer den från normalt vitpigment. Titandioxid är även en fotokatalysator som under inverkan av ultraviolet strålning bryter ned föroreningar i luften, kväveoxider och organiska föreningar. Den fotokatalytiska effekten fortgår så länge betongytan kan hållas ren. De organiska föreningarna som bryts ner på ytan sköljs bort av regn och kan på det sättet hållas ren.

Titandioxiden kan användas i flera olika områden bl.a. gatsten, parkeringshus och fasadelement.



Reaktion typ 1: Organiskt ämne → CO₂ + H₂O + svag syra

Reaktion typ 2: NO_x → NO₃⁻ + H₂O

Vid reaktion typ 1 förbrukas syre i luften för reaktionen och vid reaktion typ 2 förbrukas istället hydroxidjoner. Reaktionerna kan fortgå så länge som ytan med titandioxid skiktet hålls rent och då titandioxiden fungerar som självrengörande kommer denna effekt kvarstå under en längre tid (SBUF, 2009).