

Avdelningen för Byggnadsfysik
Examensarbete TVBH—24/5137
Lund 2024

Fallstudie av ett BREEAM- projekt

- En kostnads- och klimatjämförelse mellan BREEAM nivå Excellent och Boverkets lägsta krav om primärenergital.

Karl Thorngren



LUNDS
UNIVERSITET

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.
En kostnads- och klimatjämförelse mellan
BREEAM nivå Excellent och Boverkets lägsta
krav om primärenergital.

Karl Thorngren

Examensarbete
Avdelningen för Byggnadsfysik
Institutionen för Bygg- och miljöteknologi
Lunds Universitet
Box 118
221 00 Lund

© Karl Thorngren

ISRN LUTVDG/TVBH—24/5137—SE83
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 LUND

Sammanfattning

Titel: Fallstudie av ett BREEAM-projekt.
En kostnads- och klimatjämförelse mellan BREEAM nivå Excellent och Boverkets lägsta krav om primärenergital.

Författare: Karl Thorngren

Handledare: Akram Abdul Hamid, Intuitionen för Byggnadsfysik

Examinator: Petter Wallentén, Institutionen för Byggnadsfysik

Bakgrund: I takt med ett ökat klimatarbete och ambitioner på EU-nivå i form av EU:s taxonomi, har bygg- och anläggningssektorn tagit fram en färdplan gällande omställningen för att nå nettonollutsläpp senast 2045. Som en del av utvecklingen presenterar Swedish Green Building Council att miljöcertifieringar säkerställer hållbara byggnader, vilket även stöds av tidigare forskning. Utmaningen med miljöcertifieringarna är att det uppfattas kostnadsdrivande. Däremot råder det inte konsensus gällande kostnader således även under byggnadens drift.

Syfte: Utifrån en fallstudie är syftet att undersöka kostnadsdifferensen på en BREEAM-certifierad byggnad i jämförelse med Boverkets Byggregler (BBR) och därmed reda ut det ekonomiska motivet för att BREEAM-certifiera i förhållande mot nyttan den frambringar.

Metoder: För att uppnå studiens syfte har två olika byggnader modellerats i programmet IDA ICE 5.0, en som motsvarar BREEAM nivå Excellent och en för BBR-krav. För att skildra vilka differenser det finns mellan att bygga enligt BREEAM och BBR har aktörer lämnat uppgifter om hur mycket tid de lagt på BREEAM i projektet. Modellerna från IDA ICE har använts till kalkyler för att ta fram differens mellan modellerna med avseende på kostnad och klimat. Vidare har även differenser i byggnadens drift tagits fram via en kassaflödesanalys.

Slutsatser: Studiens slutsats är att BREEAM nivå excellent i detta fall har ökat projektkostnaden med cirka 7,6 miljoner kronor, vilket motsvarar en ökning om 8% för en omräknad projektkostnad. För kostnaden får beställaren en byggnad som presterar bättre inom klimatpåverkan, cirka 11% lägre, och som även relativt går i linje med EU:s taxonomi för hållbara investeringar.

Nyckelord: BREEAM, Taxonomin, klimatpåverkan

Abstract

This study has investigated the incentives for obtaining BREEAM certification for a building. The study focused on a case of BREEAM certification at the Excellent level and compared it with the lowest energy requirements in Sweden from an energy, cost, and climate perspective. The reference object for the study is a building, soon to be finished, in Linköping Sweden intended for healthcare and research. Previous research indicates that BREEAM is increasing the project costs and requires extensive work for evidence collection. Additionally, several added values are identified that are not quantifiable in from this study's perspective. Through calculations regarded energy, cost and climate impact, this study for two different models and collected data through project stakeholders, this study concludes that BREEAM Excellent level tends to increase projects costs by 7,6 million SEK, or 8% of the recalculated project cost. For the additional cost, the client receives a building that performs better in terms of energy and climate but cannot be justified economically.

Keywords: BREEAM, EU-taxonomy, climate impact

Förord

Jag vill rikta ett varmt tack till alla som har varit delaktiga och stöttat mig i detta arbete. Extra stort tack till min handledare från Lunds Tekniska Högskola, Akram Abdul Hamid. Även ett stort tack till Åhlin och Ekeroth Byggnads AB som samarbetat och stöttat mig genom uppsatsen, särskilt Joakim Hedsköld, Helena Hellegren och Malin Jogenäs som varit mina handledare. Dessutom vill jag tacka Intea Fastigheter AB som givit mig tillgång till material för studien samt alla medverkande aktörer från projektet.

Lund i Maj 2024

Karl Thorngren

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----|
| Sammanfattning | i |
| Abstract | ii |
| Förord..... | iii |
| Innehållsförteckning..... | v |
| 1 Inledning..... | 1 |
| 1.1 Bakgrund..... | 1 |
| 1.2 Syfte | 2 |
| 1.3 Problemformulering..... | 2 |
| 1.4 Metod | 3 |
| 1.5 Avgränsningar..... | 4 |
| 2 Tidigare studier..... | 5 |
| 2.1 Kostnader kring miljöcertifieringar | 5 |
| 2.2 Mervärden av certifieringar | 6 |
| 3 Teori..... | 9 |
| 3.1 Miljöcertifiering i Sverige..... | 9 |
| 3.1.1 Likheter och skillnader mellan olika certifieringar..... | 9 |
| 3.2 BREEAM-certifiering..... | 10 |
| 3.2.1 Betygssystemet..... | 12 |
| 3.2.2 BREEAM:s omfattning..... | 13 |
| 3.2.3 BREEAM i praktiken..... | 16 |
| 3.3 Krav inom BREEAM-SE och BBR..... | 17 |
| 3.3.1 Minimikrav i BREEAM-SE..... | 19 |
| 3.4 Finansiering..... | 21 |
| 3.4.1 Certifieringskostnad | 21 |
| 4 Metod..... | 23 |
| 4.1 Referensobjekt | 23 |
| 4.2 Energiberäkningar..... | 25 |
| 4.2.1 Konstruktion för modellerna..... | 30 |
| 4.3 Kostnadsbedömning byggskede..... | 31 |
| 4.3.1 Administrativa kostnader | 31 |
| 4.3.2 Kostnads kalkyl..... | 32 |
| 4.3.3 Kostnadsbedömning driftskede..... | 33 |
| 4.4 Klimatpåverkan byggskede..... | 35 |
| 4.4.1 Klimatpåverkan driftskede..... | 36 |
| 5 Resultat och analys | 37 |
| 5.1 Översiktligt resultat..... | 37 |
| 5.2 Detaljerat resultat av energiberäkning | 38 |
| 5.3 Detaljerat resultat av kostnadsbedömning | 39 |
| 5.4 Detaljerat resultat av klimatpåverkan | 41 |
| 5.5 Känslighetsanalyser | 43 |
| 5.5.1 Känslighet i omräkning till projektkostnad..... | 44 |

| | | |
|-----------------|--|----|
| 5.5.2 | Känslighet för kalkylränta..... | 44 |
| 5.5.3 | Känslighet för energiprisökning..... | 45 |
| 5.5.4 | Känslighetsanalys för längre tidshorisont..... | 46 |
| 5.5.5 | Känslighet i klimatpåverkan under driftskede | 47 |
| 6 | Diskussion..... | 49 |
| 6.1 | Resultatdiskussion..... | 49 |
| 6.2 | Metoddiskussion | 52 |
| 7 | Slutsats..... | 55 |
| 7.1.1 | Förslag till fortsatta studier | 55 |
| Referenser | | 57 |
| Artiklar: | | 57 |
| Digitala Källor | | 58 |
| Bilagor | | 67 |

1 Inledning

Det inledande kapitlet ger en bakgrund till studien, beskriver studiens syfte och vilka frågor som studien har som målsättning att svara på.

1.1 Bakgrund

I takt med att koncentrationen av koldioxid i atmosfären ökar fortsätter jordens medeltemperatur att öka. Medeltemperaturen har sedan innan industrialiseringen ökat med 1°C på jorden enligt Naturvårdsverket som också påpekar att frekvensen av extremväder ökar. De poängterar även att enskilda händelser inte direkt kan anknytas till den globala uppvärmningen, men menar att frekvensen av händelserna främst kan förklaras av uppvärmningen (Naturvårdsverket 2024). Under COP 21 mötet 2015 i Paris stiftades ett ramverk för hur världen ska tackla klimatförändringarna där de flesta av världens länder förbundit sig till avtalet som kom att kallas Parisavtalet. Länderna som förbundit sig ska föra en klimatpolitik som är i linje med avtalet och genomföra åtgärder som även bidrar till att målen som stiftades uppfylls (ibid).

På EU nivå antogs taxonomi-förordningen 2020, vilket är ett gemensamt klassificeringssystem för hållbara investeringar. Förordningen är avsedd att ge investerare en bättre grund för strategiska investeringsbeslut och kan liknas med en handlingsplan för sex olika klimatmål som EU-kommissionen har stiftat. Syftet med handlingsplanen är att främja en mer transparent marknad för hållbara investeringar genom finansiering av hållbar tillväxt. Målsättningen är att investeringar i större utsträckning ska styras mot vad som definieras hållbara projekt (Regeringskansliet 2022). Sedan kommissionen antog förordningen 2020 har taxonomin uppdaterats och kompletterats löpande (ibid).

Vidare skriver Swedish Green Building Council (SGBC) att totalt elva olika branscher omfattas av taxonomin som tillsammans står för 95% av utsläppen. En av de identifierade branscherna är fastighetsbranschen som står för en betydande del av utsläppen (SGBC 2024). Bygg och fastighetssektorn står för 21% av de nationella utsläppen skriver Boverket, som även menar att sektorn bidrar till stora utsläpp utomlands genom import av varor (2020). För att en investering ska klassificeras som miljömässigt hållbar gäller att investeringen bidrar väsentligt till minst ett av de sex fastställda miljömålen som taxonomin presenterar. Ett av de sex identifierade klimatmålen är att begränsa klimatpåverkan (Regeringskansliet 2022). På nationell nivå har bygg- och anläggningssektorn tagit fram en färdplan om med målet om att ha nettonollutsläpp 2045. Färdplanen är uppdelade i olika etapper med första etappmålet om att halvera utsläppen av

växthusgaser till 2030 (Byggföretagen 2024). Uppmaningen från färdplanen är bland annat att politiken ska införa gränsvärden för klimatpåverkan på nya byggnader samt att offentligt finansierade investeringar ska användas som en motor i klimatomställningen (ibid).

En del av hållbarhetsarbetet och klimatomställningen är miljöcertifieringar på byggnader. Thmair visar att tre vanliga miljöcertifieringar på den svenska marknaden är Miljöbyggnad och de internationella certifieringarna BREEAM och LEED (2021). SGBC beskriver miljöcertifierade byggnader som ”Nyckeln till hållbart samhällsbyggande” och förklarar att certifieringarna säkerställer hållbarhet genom hela arbetsprocessen (SGBC 2024). Brown Malmqvist och Wintzell bekräftar likt SGBC, att miljöcertifieringarna kvalitetssäkrar både byggprocessen och slutprodukten samtidigt som certifieringen är en investering (2014 s.14,20). I en rapport från World Green Building Council (WGBC) presenteras det att bygga klimatförbättrat inte nödvändigtvis behöver vara kostnadsdrivande. De belyser däremot att hållbara byggnader kan ha en kostnadspremie i jämförelse med konventionella byggnader. Rapporten visar även att hållbara byggnader är gynnsamma med hänsyn till lägre driftskostnad, lägre vattenanvändning och minskat underhåll (2013). Däremot menar Olin att det finns nackdelar. Det är kostnadsdrivande att certifiera och krävs mycket arbete gällande certifieringen (2016). Vidare lyfter Elland fram utmaningen att uppskatta kostnaderna för miljöcertifieringar genom att det inte råder konsensus mellan olika aktörer i bygg- och fastighetsbranschen (2012). Hållbara byggnader kommer sannolikt att bli en framtida branschstandard menar Andersson och Elofsson (2016). De lyfter fram att certifierade byggnader skapar en garanti för en bra byggnad, samtidigt som det efterfrågas hållbara byggnader av hyresgäster.

1.2 Syfte

Genom att undersöka vilken kostnadsdifferens det finns mellan att bygga enligt miljöcertifieringen BREEAM och Boverkets Byggregler (BBR) ska denna studie reda ut om det är ekonomiskt motiverat att certifiera byggnader och samtidigt undersöka vilken nytta certifieringen gör. Nyttan kvantifieras som mervärden certifieringen ger med avseende på energi, kostnad och klimatpåverkan.

1.3 Problemformulering

Utgångspunkten är att kartlägga kostnader för certifieringen och undersöka om det i dagsläget är för dyrt att BREEAM-certifiera sin byggnad eller om det ger en vinst för beställare, entreprenör såväl intressenter? Därför fokuserar studien på att genom en fallstudie redogöra hur projektet påverkas av en BREEAM-

certifiering med avseende på kostnad, energi och klimatavtryck. Centrala frågeställningar som studien ska reda ut är följande:

- Hur påverkar certifieringen slutprodukten med avseende på energi och klimatavtryck?
- Hur påverkar certifieringen projektkostnaden och är det ekonomiskt försvarbart baserat på kostnadsökningen?

1.4 Metod

Studien utförs i form av en fallstudie där en byggnad ritats och beräknats om från BREEAM nivå Excellent till BBR:s lägsta krav om primärenergital. Utifrån de två olika modellerna har kostnads- och klimatberäkningar både under byggnadens bygg- och driftskede utförts.

Modelleringen gjordes i simuleringsprogrammet IDA ICE, ett referensalternativ som avspeglar BREEAM-Excellent betyg och ett alternativ som avspeglar BBR-krav. Bortsett från att respektive modell ska klara respektive krav har data uthämtats i form av materialmängder från IDA ICE. Vidare användes mängderna som indata för byggkostnads kalkyl samt klimat kalkyl på respektive modell. Kostnadsdifferensen mellan BREEAM-excellent och BBR blir således administrativa- och certifikatkostnader samt kostnadsdifferensen i modellerna. Därmed är kostnader så som markanskaffning, projektering (utan BREEAM) samt arbetsplatsomkostnader antagits varit lika i båda fallen.

För att undersöka fler ekonomiska motiv har byggnadens drift analyserats genom en kassaflödesanalys. Av sekretesskäl har inte några verkliga siffror med avseende på olika prissättningar på byggnadsmaterial, energikostnader eller räntor publicerats. Dessa siffror har i stället antagits utifrån vilken information som finns att tillgå från exempelvis Wikells sektionsdata, banker, byggvaruhandlare eller energileverantörer. Detta för att i bästa möjliga mån avspegla ett verkligt scenario.

Parallellt med modellering och beräkning har även tidprognoser från respektive involverad aktör insamlats. Tiden har sedermera omräknats till kostnad för bevisframtagning och intyg etcetera som BREEAM-certifieringen fordrar från projektet. Eftersom byggnaden är projekterad för att nå fler poäng än minimikravet för nivå excellent avspeglas därför certifieringskostnaden för nivå Excellent. Ett högre betyg kräver sannolikt fler bevis, vilket gör det utmanande att jämföra kostnaden för olika betygsnivåer. Studien har därför avgränsats till att endast jämföra det verkliga fallet, BREEAM-Excellent, och samma byggnad utformad för att uppnå kraven i BBR.

Det unika med denna studie är att det är en fallstudie över ett BREEAM-projekt och därmed utgår utifrån implementeringen av miljöcertifieringen för just det projektet. Studien undersöker hur kostnaden påverkas av att beställaren väljer att miljöcertifiera sin byggnad och vilka nyttor det frambringar. Tidigare forskning har främst haft sin framgång genom kvalitativa intervjuer, alternativt följt flera olika projekt samtidigt. Däremot har inte jämförelsen mellan BREEAM och BBR-krav i form av en fallstudie genomförts tidigare, vilket gör denna studie unik.

1.5 Avgränsningar

För att uppfylla målsättningen med arbetet har referensbyggnaden för studien modellerats. Eftersom två olika modeller jämförs, en för BREEAM-Excellent och en modell som motsvarar Boverkets byggreglers lägsta krav (BBR-krav), begränsades studien till att endast modellera byggnadens klimatskal och inte hela byggnaden. Det vill säga att innerväggar och schakter har exkluderats från modellerna. Eftersom klimatskalet antas vara den väsentliga skillnaden mellan modellerna blir energi, - kostnads - och klimatdifferens således utifrån olika klimatskalet på byggnaden. Av sekretesskäl publiceras ej verkliga värden från referensprojektet, utan de värden som presenteras är framtagna baserade och beräknade utifrån modellerna. Ett högre BREEAM-betyg kräver sannolikt fler bevis, vilket gör det utmanande att jämföra kostnaden för olika betygsnivåer. Studien har därför avgränsats till att endast jämföra det verkliga fallet, BREEAM-Excellent, och samma byggnad utformad för att uppnå kraven i BBR.

BREEAM är ett relativt omfattande system bestående av 57 olika indikatorer viktade på olika sätt i en poängmatrix. Varje projekt kan därför se olika ut beroende på vilka indikatorer projektet valt att ta poäng på. Studien har därför valt att fokusera på att utifrån energisynpunkt uppnå BBR:s lägsta krav om energianvändning för att modellering av byggnaden. Således presenteras kostnadsdifferensen inom material, det administrativa arbetet bakom BREEAM samt certifikatkostnaden.

2 Tidigare studier

Kapitel två presenterar tidigare forskningsresultat gällande kostnader och mervärden för certifieringar.

2.1 Kostnader kring miljöcertifieringar

Tidigare forskning om miljöcertifieringar visar att de påverkar den ekonomiska aspekten av byggnadsprojekt. Det framkommer även tydliga skillnader mellan de system som används mest frekvent i Sverige, Miljöbyggnad, och de internationella systemen, BREEAM och LEED (Hedeya 2016; Thmair 2021). Skillnaderna som presenteras är främst omfattningen på systemen där de internationella certifieringarna täcker mer än bara byggnaden samtidigt som de är mer komplexa men internationellt gångbara (Thmair 2021). Elland fann genom intervjuer med olika aktörer från bygg- och fastighetsbranschen att de internationella systemen, BREEAM och LEED också var mest kostnadsdrivande (2012). Vidare lyfte Elland fram att både bygg- och fastighetsbolagen uppskattade kostnaderna för att certifiera enligt systemen GreenBuilding och Miljöbyggnad till mellan 0- och 200 tusen kronor för medelstora fastigheter. Certifieringarna BREEAM och LEED uppskattades dyrare, mellan 500- och 800 tusen kronor. De intervjuade konsulterna uppskattade däremot att kostnaderna tenderade att bli dyrare för de internationella systemen, mellan 1-och 2 miljoner kronor. Tabell 2.1 visar resultatet av Ellands studie, kostnaderna innefattar administrationskostnader, certifikatkostnader samt eventuella ökade byggkostnader för medelstora kommersiella fastigheter (2012).

Tabell 2.1 Kostnader för olika certifieringar hämtat från Elland (2012)

| Certifiering | Kostnad |
|----------------------|-----------------------|
| <i>GreenBuilding</i> | 0 – 100 000 SEK |
| <i>Miljöbyggnad</i> | 100 000 – 250 000 SEK |
| <i>BREEAM</i> | 750 000 + SEK |
| <i>LEED</i> | 750 000 + SEK |

Tidigare studier visar att tillämpning och efterlevnad av miljöcertifieringssystem är kostnadsdrivande. Det råder dock en osäkerhet kring den exakta procentuella ökningen i kostnader. Soutli och Leonard (2016) kunde fastställa i sin sammanställande rapport att certifiering enligt BREEAM-systemet hade liten påverkan på projektkostnaden gällande kontors- eller skollokaler. Däremot presenterar dem att vårdlokaler tenderar att bli dyrare, upp till 5,5% för nivå ”Excellent”. De lyfter fram att projektkostnaden ökar med cirka 0,2% för betyget ”Very Good” och illustrerar skillnaden mellan olika betyg i BREEAM systemet,

betyget ”Outstanding” kan öka projektkostnaderna med upp till 10% för kontors- eller handelslokaler (Ibid).

Ward och Mactavish (2018) visar att BREEAM certifiering för kontorsbyggnader och vilka kostnadskonsekvenser det medför. Rapporten utgår från att bedöma kostnader för en fallstudie för fem olika modeller av kontorsbyggnader med olika certifieringsbetyg till den brittiska varianten av BREEAM. Ward och Mactavish visar att ”Excellent” betyget tenderar att öka projektkostnaderna med upp till 0,75% medan betyget ”Very Good” ökar kostnaderna upp till 0,25% (ibid). Liknande resultat presenteras i studien från Nathorst-Westfelt (2013) som via kvalitativa intervjuer kom fram till att projektkostnaderna ökade mellan 0,3- och 3,5%. Att det kan skilja mellan olika projekt med samma betyg förklarar Nathorst-Westfelt som att den initiala kostnaden sjunker i takt med att antalet BREEAM projekt som inblandande aktörer från projektet varit involverade i. Nathorst-Westfelt menar att i senare projekt har mycket förarbete gjorts, samtidigt som tankesättet, mallar och rutiner redan är implementerade på företaget, och behöver därför inte tas fram på nytt till varje projekt (2013). Liknande argument presenterar Andersson och Elofsson (2016) som lyfter fram att miljöcertifieringarna kräver en inlärningsperiod som sedermera mynnar ut i rutiner för inblandade parter i projekt.

2.2 Mervärden av certifieringar

I rapporten *The business case for green building* från World Green Building Council recenserar internationella miljöcertifieringar utifrån kostnad och nytta ur ett samhälls- och investeringsperspektiv. Rapporten är en sammanställning av flera olika internationella fallstudier på området tillsammans med expertutlåtanden. Resultatet visade att bygga klimatteffektivt behöver nödvändigtvis inte kosta mer men belyser att byggnaderna kan ha en kostnadspremie i jämförelse med konventionella byggnader. Studien visar även på att hållbara byggnader är gynnsamma med hänsyn till lägre driftskostnad, vattenanvändning och minskat underhåll. De lyfter även fram att energibesparingen överstiger normalt kostnadspremien för klimatteffektiva byggnaderna som sparas in inom en rimlig återbetalningsperiod (2013).

Andersson och Elofsson presenterar fastighetsägarnas perspektiv på att certifiera sin fastighet. Slutsatserna som Andersson och Elofsson kom fram till var att utifrån fastighetsägarnas perspektiv var innemiljön och komforten i byggnaden det mest betydelsefulla, således även energiprestandan utifrån driftkostnader (2016). Liknande resultat visar Olin som belyser att det positiva med att miljöcertifiera en byggnad är att det ger en kvalitetsstämpel på projektet samtidigt som det är mer konkurrenskraftigt och stärker varumärket som beställare.

Däremot menar Olin att det finns nackdelar, det är kostnadsdrivande och krävs mycket jobb med själva certifieringen samtidigt som det är byråkratiskt (2016).

Intervjustudien gjord av Nathorst-Westfelt visade att en miljöcertifiering innebär en ökad medvetenhet som medförde att miljöarbetet och hållbarhetstänket implementerades hos alla parter berörda av projektet. Vidare menar Nathorst-Westfelt att utifrån beställarens perspektiv skapar certifieringen konkurrensfördelar genom att hyresgäster gärna väljer en certifierad lokal framför en lokal som inte är certifierad (2013). De ökade konkurrensfördelarna styrks även av Brown Malmqvist och Wintzell som lyfter fram en av miljöcertifieringens effekter är att den skapar ”nischmarknad” som ligger i intresse för både hyresgäster och potentiella investerare, som i sin tur kan minska vakansgraden (2014).

Andra nyttor som Brown Malmqvist och Wintzell lyfter fram är lägre energikostnader och därmed sänkta driftkostnader för befintlig fastighet. De konstaterar att certifieringen är en investering och ökar fastighetsvärdet samtidigt som certifieringen kvalitetssäkrar både byggprocessen och slutprodukten (2014). Däremot motsätter sig studien från Hedeya att miljöcertifieringen skulle öka värderingen av en fastighet utan lyfter fram problematiken för värdering av de ”gröna fördelar” som projekten frambringar. Hedeya menar att det som i stället är värdeskapande utifrån ett värderingsperspektiv är läge och skick på fastigheten tillsammans med driftkostnaden (2016). Liknande resonemang för Anderson och Elofsson som lyfter fram att det snarare är de ocertifierade fastigheterna som i framtiden kommer att värderas lägre (2016) Samtidigt påvisar rapporten från WGBC att flera internationella certifieringar, bland annat BREEAM och LEED har i de flesta fall en värdeökning. De presenterar ökningarna för BREEAM och LEED på mellan några få procent till 30% för kontor och flerbostadshus i jämförelse med konventionella byggnader (WGBC 2013)

Om hyresgäster får välja mellan att bedriva verksamhet i en certifierad lokal mot en lokal som inte är det, väljer hyresgästen den certifierade (Hedeya 2016, Brown, Malmqvist & Wintzell 2014, Nathorst-Westfelt 2013). Dock är inte hyresgästen villig att betala mer för den certifierade lokalen menar Hedeya (2016). Liknande resonemang lyftes fram i studien från Andersson och Elofsson som menar att betalningsviljan saknas hos hyresgästerna men att fastighetsbolagen kan motivera de ökade projektkostnaderna med exempelvis lägre livscykelkostnad och den gröna profileringen som certifieringen frambringar (2016). Däremot motsätter sig rapporten från WGBC att miljöcertifieringar inte påverkar betalningsviljan hos hyresgäster på internationell nivå. De visar att hyrespremier går upp i de flesta fall vid certifieringar i jämförelse med konventionella byggnader, i synnerhet BREEAM (2013).

Vidare beskriver Brown, Malmqvist och Wintzell att miljöcertifieringen genererar en tydlig målbild för miljöarbetet under projektet och även som lättare kan kommuniceras. Vilket också leder till tydligare dokumentation över materialval som är inbyggda och därmed en enklare försäljning av fastighet. De lyfter fram att betydligt fler mervärden och marknadsandelar skapas med de internationella certifieringarna, BREEAM och LEED. Samtidigt som det emellertid är svårt att spå framåt i tiden, de menar att det redan idag är branschstandard inom tätbebyggda områden är att bygga certifierat av hygienkrav (Brown, Malmqvist & Wintzell, 2014).

3 Teori

Kapitel tre beskriver hur BREEAM fungerar gällande bevisning och vilka områden som certifieringen omfattar. Här nämns även hur BREEAM ser ut idag jämfört med tidigare versioner och minimikrav både utifrån BREEAM samt BBR.

3.1 Miljöcertifiering i Sverige

Sweden Green Building Council (SGBC) som är Sveriges ledande medlemsorganisation för hållbart samhällsbyggande, certifierar och utbildar inom miljöcertifieringar. De beskriver miljöcertifieringar som att det ”säkerställer att hållbarhetsfrågorna blir belysta i hela arbetsprocessen” (SGBC 2024). Vidare ger certifieringarna en kvalitetsstämpel på projekt, och kan ses som en vinning för både samhället och miljön (ibid). Tre av de mer vanliga certifieringar som används idag i Sverige är Miljöbyggnad, LEED och BREEAM-SE visar Thmair (2021), som även presenterar de internationella systemen som mer heltäckande certifieringar och internationellt gångbara som även lyfts fram av både Eriksson och Moghbel (2021) samt Reinklou (2022). Vidare belyser Thmair vikten av att välja det lämpligaste certifieringssystemet beroende av storlek och projekttyp (Thmair 2021). Miljöbyggnad är den certifieringen flest använder sig av i Sverige och förklaringen ligger i komplexiteten hos BREEAM och LEED (Reinklou 2022). Andra incitament som Reinklou lyfter fram är den ekonomiska aspekten, där miljöbyggnad är billigare att certifiera sig med än BREEAM och LEED (2022).

3.1.1 Likheter och skillnader mellan olika certifieringar

Som Thmair lyfter fram är LEED och BREEAM-SE mer heltäckande certifieringar i jämförelse med exempelvis Miljöbyggnad (2021). I Tabell 3.1 beskrivs vilka bedömningsområden de tre vanligare systemen som används i Sverige utgår från (SGBC 2024 & 2022).

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 3.1 Indikatorer för olika certifieringar (SGBC 2024).

| Indikator | LEED | BREEAM-SE | Miljöbyggnad |
|-------------------------------|------|-----------|--------------|
| <i>Ledning och styrning</i> | | x | |
| <i>Hälsa och inomhusmiljö</i> | x | x | x |
| <i>Energi</i> | x | x | x |
| <i>Transport</i> | x | x | |
| <i>Vattenförbrukning</i> | x | x | |
| <i>Material</i> | x | x | x |
| <i>Avfall</i> | x | x | |
| <i>Markanvändning</i> | | x | |
| <i>Föroreningar</i> | x | x | |
| <i>Innovation</i> | x | x | |

Skillnaderna belyses tydligt i en rapport från Freitas och Zhang (2018), de visar att fördelarna med det svenskframtagna systemet Miljöbyggnad är att systemet är utformat för att möta de svenska behoven utifrån både klimat och byggnader. De belyser att en av utmaningarna som finns med Miljöbyggnad förutom de begränsade indikatorerna är flexibiliteten i poängsystemet. De menar att en sämre prestation på en indikator kan påverka slutbetyget och menar att andra certifieringssystem kan ge högre betyg för samma byggnad. Vidare beskriver Freitas och Zhang att styrkorna med de internationella systemen är de inte bara betygsätter byggnadens olika prestanda, utan betygsätter hela projektet med fler indikatorer. Även att det erbjuds utbildning samt att certifieringarna skapar möjlighet att jämföra byggnader internationellt (2018).

3.2 BREEAM-certifiering

Den internationella certifieringen BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) härstammar från Storbritannien och är utvecklat av gruppen BRE (Building Research Establishment) (SGBC 2024). Metoden grundades 1990 och förklaras enligt BRE som ett ramverk till att leverera hållbara byggnader med hög prestanda med positiv påverkan inom både miljö och social hållbarhet. Standarderna som släpps från BRE är alla flexibla och kan enkelt anpassas till aktuell nations egna standarder, vilket främjar verktyget som därför blir internationellt jämförbart (BRE u.å.).

SGBC har anpassat den internationella miljöcertifieringen BREEAM till svenska förhållanden. Ursprungsversionen som härstammar från Storbritannien tillhör skaran av de äldsta miljöcertifieringarna och sedan det grundades har cirka en halv miljon fastigheter certifierats enligt systemet (SGBC 2024). Inom BREEAM

finns möjlighet att både certifiera nya byggnader, BREEAM new construction, såväl byggnader i drift, BREEAM In-Use. Det senare med det primära syftet att minska miljöbelastningen hos befintliga byggnader och fungerar enligt SGBC som ett bra komplement till nybyggnad. Certifieringen BREEAM In-Use är inte svenskanpassad, utan där används en internationell manual och bedömningen sker via en internationell assessor (SGBC 2024).

Den internationella certifieringen översattes till svenska byggstandarder 2013 som då kom att kallas BREEAM-SE nybyggnad (SGBC 2024). Tidigare studier av Nathorst-Westfelt (2013) visar att den dåvarande översättningen inte stämde helt överens med de svenska byggnormerna och behövde anpassas mer för att få högre miljönyttor kontra investeringen. Sedan första publikationen 2013 har BREEAM-SE genomgått en total uppdatering vid två tillfällen, 2017 respektive 2023 (SGBC 2024). Skillnaderna mellan första två publikationerna är att certifieringen blev mer anpassad till den svenska byggprocessen samtidigt som indikatorerna blev omstrukturerade för att bättre överensstämna med olika byggnadsskederna. Minimikraven uppdaterades och fler hjälpverktyg och vägledningar tillkom för att öka användarvänligheten (SGBC 2017). Den senaste uppdateringen, version 6.0 som publicerades 2023, skiljer sig från tidigare publikationer genom att EU-taxonomin har integrerats i manualen och minimikraven har uppdaterats (SGBC 2023). Hur BREEAM är linjerat med taxonomin förklarar SGBC genom att indikatorerna i BREEAM-SE mäter och bedömer olika aspekter av byggnadens hållbarhet. Indikatorerna som avsevärt bidrar till klimatmålen är bland annat energieffektivitet, minimering av klimatpåverkan, återvinning och hantering av avfall, vattenanvändning samt skydd av biologisk mångfald och ekosystem (SGBC 2023). Avslutningsvis beskriver SGBC sitt åtagande kring taxonomin genom att de noggrant följer utvecklingen och kontinuerligt arbetar med att implementera den i certifieringarna. Den nya uppdateringen av BREEAM-SE v6.0 ställer därför högre krav på minskad miljöpåverkan och är mer anpassad till att följa linjerna från EU-taxonomin.

Certifieringen används för nyproducerade byggnader och bedömningen sker genom en samling av indikatorer där varje indikator poängsätts utifrån prestandan (SGBC 2024). I Sverige har vi drygt 1750 certifierade projekt enligt BREEAM-SE systemet, varav 1500 av de är klara byggnader i drift. Fördelningen mellan betygen är med fördel åt mittennivåerna och endast 1% av alla certifierade projekt i Sverige når högsta betyget på skalan, ”outstanding” (Green Book Live 2022⁽¹⁾).

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 3.2 Data över certifierade byggnader i Sverige, hämtad från (Green Book Live 2022₍₁₎)

| Betyg | Antal | Procentuell fördelning |
|---------------------|-------|------------------------|
| <i>Outstanding</i> | 16 | 0,9 % |
| <i>Excellent</i> | 181 | 10,3 % |
| <i>Very Good</i> | 956 | 54,6 % |
| <i>Good</i> | 552 | 31,5 % |
| <i>Pass</i> | 44 | 2,5% |
| <i>Unclassified</i> | 1 | < 0,1 % |

Internationellt har BREEAM systemet certifierat över 38 000 byggnader, allt från kontorsbyggnader till skolor till handelslokaler (Green Book Live 2022₍₂₎). Fördelningen av certifierade byggnader visas i tabell 3.3 nedan.

Tabell 3.3 Fördelning av BREEAM-certifieringar internationellt hämtat från (Green Book Live 2022).

| Byggnadstyp | Antal | Fördelning |
|-----------------------------------|-------|------------|
| <i>Industrier</i> | 6576 | 16,9% |
| <i>Kontor</i> | 8992 | 23,2% |
| <i>Utbildning</i> | 3313 | 8,6% |
| <i>Sjukvård</i> | 1086 | 2,8% |
| <i>Bostäder</i> | 3555 | 9,2% |
| <i>Detaljhandel</i> | 5712 | 14,7% |
| <i>Samhällen</i> | 131 | 0,3% |
| <i>Övrigt, blandad användning</i> | 9451 | 24,3% |

3.2.1 Betygssystemet

Certifieringen är indelad i tio olika delområden där bland annat energi, hälsa och välmående, ledning och styrning och material ingår. Varje delområde delas därefter indikatorer som poängsätts enskilt, exempel på sådan är minskad energianvändning eller luftkvalitet inomhus (SGBC 2023). Poängen som tilldelats inom varje enskild indikator sker i en procentsats av totalpoängen på respektive delområde. Tilldelning av poäng sker genom bevisning av att projektet uppfyller kraven för indikatorerna, vilket exempelvis kan vara kopior på en detaljplan för inritad service i närhet till byggnaden alternativt uppföljning av energiprestanda såväl inomhusklimat (SGBC 2023).

Resultatet från varje delområde viktas sedan med en viktningsfaktor som är beroende av vilken byggnadstyp samt hur inredd den är. Inredningsgraden definierar SGBC efter hur mycket arbete som krävs innan byggnaden kan tas i bruk såsom att basinstallationer är installerade eller inte (SGBC 2023).

Viktningarna är enligt SGBC konsensusbaserade och rangordnade av en expertpanel och multipliceras med poängen som projektet blivit tilldelat inom respektive delområde. De tyngst viktade parametrarna i systemet är ledning och styrning, energi samt hälsa och välmående. Extra procentpoäng går att få på området innovation som adderas extra när totalpoängen sammanställts. En så kallad ”innovationspoäng” motsvarar 1% i ökning av totalpoängen. Den maximala innovationspoängen som finns att hämta är tio poäng, vilket då motsvarar en ökning om 10% på totalsumman (SGBC 2023)

Slutbetyget bestäms sedan med hjälp av den uppmätta prestandan för byggnaden i form av en poängsumma. Summan av procenten på varje delområde genererar sedan ett slutgiltigt BREEAM-SE betyg. Gränsvärden för det slutgiltiga betyget sträcker sig mellan 30- och 85 %-poäng med graderna från pass till outstanding (SGBC 2023).

3.2.2 BREEAM:s omfattning

BREEAM-systemet består av 57 olika indikatorer fördelade på tio olika ämnesområden. I följande underrubriker förklaras varje ämnesområde översiktligt och beskriver hur bedömningen sker inom varje område. I BREEAM-SE kallas indikatorerna för exempelvis ”Man 01” eller ”Hea 05” vilket är en förkortning av namnet för indikatorn följt av numrering. Namnet är en översättning från engelska, ”Man 01” betyder således första indikatorn på området *Management* och ”Hea 05” femte indikatorn på området *Health and wellbeing* (SGBC 2023). Tabellen nedan visar översiktligt indikatorerna och poängsystemet.

Tabell 3.4 Översiktlig tabell över BREEAM:s ämnesområden med förkortningar samt poängsystemet.

| Ämnesområde | Antal poäng |
|---------------------------------|------------------|
| Ledning och styrning (Man) | 23 |
| Hälsa och Välmående (Hea) | 28 |
| Energi (Ene) | 36 |
| Transport (Tra) | 13 |
| Vatten (Wat) | 10 |
| Material (Mat) | 13 |
| Avfall (Wst) | 10 |
| Markanvändning och ekologi (Le) | 10 |
| Föroreningar (Pol) | 12 |
| Innovation (Inn) | 10 (extra poäng) |

3.2.2.1 Ledning och styrning

Lednings och styrning är indelat i sex olika indikatorer som totalt kan generera 23 poäng till slutbetyget. Området har som huvudmål att implementera hållbarhet i hela processen, från förstudier till att den färdiga byggnaden förvaltas. Indikatorerna som ingår handlar om hur ledning och styrning ska hanteras i varje programskede, exempelvis ges poäng för en samordnad projektering eller att huvudentreprenören visar på tydliga miljöledningsrutiner med hänsyn till projektets grannar och närområdet (SGBC 2023).

3.2.2.2 Hälsa och Välmående

Inom området hälsa och välmående står brukaren i centrum. Området innehåller indikatorer som luftkvalitet, ljudmiljö och visuell komfort, med strävan efter att förbättra livskvalitet genom en sund och säker inomhusmiljö. Totalpoängen på området är 28 fördelat på nio indikatorer och mätbara resultat jämförs med standarder som exempelvis ISO, BBR-krav eller allmänna råd från folkhälsomyndigheten. Bevisen som samlas in kan exempelvis vara ritningar som förtydligar att det finns tillräckligt med utomhusområden, simuleringar som visar termisk komfort eller en luftkvalitetsplan (SGBC 2023).

3.2.2.3 Energi

De 36 poäng som finns att tillgängligt på området energi är fördelade på tio olika indikatorer som exempelvis minskad energianvändning, utformning för låga koldioxidutsläpp och energieffektiv utrustning. Syftet med området är att främja energieffektiva lösningar som även bidrar till minskade koldioxidutsläpp. Den tyngsta indikatorn inom området är minskad energianvändning som själv kan ge tolv poäng som delas ut efter hur mycket bättre energiprestanda byggnaden har jämfört med den aktuella BBR versionen som ingick i byggnadens bygglov. Förbättringen räknas ut genom en kvot av prestandan som mäts i kWh/m² där differensen mellan byggnadens prestanda och BBR-kravet och dividerat med byggnadens prestanda blir den procentuella förbättringen som motsvarar ett BREEAM-betyg. Gränsvärdet för betyget excellent är minst 25% förbättring mot BBR-kravet och för betyget outstanding 50%. Bevisbördan som framgår under energiområdet är bland annat dokumentationer som ritningar eller beräkningar på byggnaden alternativt produktblad från tillverkare för komponenter (SGBC 2023).

3.2.2.4 Transport

Syftet med området transport är att uppmuntra en hållbar lösning för under produktion såväl byggnadens livscykel minska bilkörning, genom att premiera kollektiv- och cykeltrafik. Området innehåller sex indikatorer som alla ska bidra till en större tillgänglighet för byggnaden. Upp till 13 poäng kan tilldelas inom detta område och är beroende av byggnadstypen, exempelvis bostäder,

universitet eller kontorslokaler. Bevisningen som krävs för att bli tilldelad poängen inom denna kategori kan bland annat vara uppmärkta situationsplaner med inritad service i närheten alternativt en kopia av resplanen för byggnaden (SGBC 2023).

3.2.2.5 Vatten

Området vatten har fyra olika indikatorer som totalt kan generera tio poäng till totalpoängen och har som mål att sänka förbrukningen och minimera risken för läckage av dricksvatten. Poängen tilldelas genom att projektet bevisar att man exempelvis valt resurssnåla sanitära komponenter, så som snålspolande toaletter eller installerad enhet för flödeskontroll (SGBC 2023).

3.2.2.6 Material

De 13 poäng som finns att tillgå på indikatorn Material har alla som syfte att material ska anskaffas på ett ansvarfullt och effektivt sätt och de material som byggs in ska ha låg klimatbelastning. Det kan exempelvis handla om att upprätta en klimatdeklaration och uppnå en procentuell förbättring i belastning än de referensvärden som anges i BREEAM-SE, alternativt att projektera för en lång livslängd på materialen såsom att skydda känsliga och exponerade material. Bevisbördan för området kan exempelvis handla om projekteringsritningar som påvisar åtgärder för de exponerade materialen eller upprättad klimatberäkningsrapport enligt BBR (SGBC 2023).

3.2.2.7 Avfall

Området avfall uppmuntrar till en hållbar avfallshantering för projekten. De ingående indikatorerna syftar på att styra bort avfall från deponi genom ett aktivt arbete för att minska byggavfall och främja återbruk. Därtill poängsätts även åtgärder för ett minskat avfall under driften. För att på längre sikt kunna minska eller undvika byggavfall finns även poäng att tillgå för flexibla planlösningar. Området kan totalt ge tio poäng och är bestående av sju indikatorer. Bevisbördan på området handlar exempelvis om intyg för det sannolika avfallsflödet och avfallshanteringsplan för såväl uppförande som drifttid (SGBC 2023).

3.2.2.8 Markanvändning och ekologi

Syftet med området Markanvändning och ekologi är att skydda oexploaterad miljö, uppmuntra till en hållbar markanvändning och bidra till den biologiska mångfalden på lång sikt. Området kan totalt ge tio poäng och bevisningen sker exempelvis via att en sakkunnig ekolog bedömt och ger intyg på hur fastigheten ska skötas och vilka påverkansfaktorer den bidrar med till omgivande ekosystem (SGBC 2023).

3.2.2.9 Föroreningar

De fem indikatorerna inom området föroreningar strävar efter att begränsa byggnadens påverkan på omgivningen och miljön. Detta inkluderar hänsyn till utsläpp för luft, mark och vatten, översvämningar och buller. Poängfördelningen visar att den mest betydelsefulla indikatorn, ytvattenavrinning, kan ge upp till fem poäng av totalt tolv. Övriga poäng tilldelas för aspekter som minskning av köldmediers påverkan eller bidrag till minskade utsläppsnivåer av kväveoxid (NO_x). Bevisningen kan bestå av olika produktdatablad från tillverkare eller, i fallet med ytvattenavrinning, utredningar och intyg som visar dagvattenhantering, riskområden och projekteringsritningar som bekräftar vidtagna åtgärder (SGBC, 2023).

3.2.2.10 Innovation

Utöver de 100 poängen som BREEAM innehåller finns även 10 extra poäng ett projekt kan bli tilldelat. Innovation har BREEAM valt att tilldela poäng för exemplariska nivåer på någon indikator alternativt innovativa produkter eller tjänster (SGBC 2023).

3.2.3 BREEAM i praktiken

Certifieringsprocessen leds av en licensierad ”assessor”, som fungerar som projektets revisor. Assessorns uppgift är att granska dokumentation och utförandet av projektet samt tilldela poäng inom varje indikator (SGBC 2024). Medlemsorganisationen belyser vikten av att redan i projektets programskede analysera indikatorerna och sätta upp målbild kring vilket betyg projektet strävar efter. Eftersom assessorn ska ge objektiva bedömningar och vara opartisk skriver SGBC att det kan vara lämpligt att anlita en ”Advisory Professional” (AP) för projektet, vars uppgift är att ge expertråd inom projekteringskedet. När projektet väl är registrerat, vilket görs av assessorn, kan projektet ansöka om ett preliminärt certifieringsbetyg i projekteringsstadiet. Vilket utförs genom tydligt bevisande handlingar. Det slutgiltiga certifikatet fås sedan tillhanda efter färdig byggnad och kontroller utförts (SGBC 2024). För andra byggnadstyper än de som BREEAM ny- och tillbyggnad omfattar kan projektet ansöka om anpassade kriterier, så kallade ”Bespoke” kriterier. Ansökan sker genom att projektet skickar in planritningar och rumsbeskrivningar till SGBC som sedermera lämnar ett anbud. De framtagna kriterierna används sedan tillsammans med manualen (SGBC 2023).

3.2.3.1 Bevisning

För att kunna bibehålla enhetligheten mellan olika betyg och olika projekt måste därför alla certifieringsbeslut vara förankrade och verifierade skriver SGBC (2023). De menar att det inte enbart är för att standarden ska efterlevas, utan handlar om säkerhet för både Assessor och kunder. Assessorns roll under

projektet är att sammanställa och ta fram en bedömningsrapport som senare ligger till grund för BREEAM-SE certifikatet som utfärdas av SGBC. Bedömningen ska ske opartiskt och vara utan rimligt tvivel till att en nivå ska uppnås. Assessorn ska sedermera kunna hänvisa till bevisningen som underlag för bedömningen. Samtidigt skriver SGBC att bevismängden ska hållas kort och koncis för att främja effektivitet och därmed sänkta kostnader. Bevisen som läggs fram i bedömningsrapporten ska alltså vara tydligt motiverade och hänvisade för att kunna visa en oberoende granskare att kriterierna uppfylls. Bevisen kan därmed härstamma från befintlig projektinformation och vara kopplade till relevanta kriterier. För att underlätta och avgöra lämpligheten på bevisningen har SGBC sammanställt vilka principer som bevisningen bör utgå från i tabell 9. Det är sedermera assessorns roll att bevisningen följer de principer (SGBC 2023 s.39).

3.3 Krav inom BREEAM-SE och BBR

Varje projekt kan fritt välja vilka indikatorer som ska ingå i det slutgiltiga BREEAM-betyget, det vill säga att det inte behövs poäng på varje indikator för att kunna bli certifierad. SGBC beskriver systemet som flexibelt och har därför utformat systemet för att det ska gå att kompensera sämre betyg på några indikatorer med ett bättre betyg på andra. Däremot har SGBC satt upp ramar för att fortfarande säkerställa att prestandan på byggnaden och projektet håller en hög nivå. Detta genom att implementera minimikrav på ett urval av indikatorer som projektet måste uppfylla med exempelvis att erhålla poäng på en särskild nivå eller klara specifika krav för att kunna certifiera (SGBC 2023). Utöver minimikraven finns även skallkrav, vilka är för att krav för att projekt ska kunna ta poäng inom en särskild indikator. Exempelvis kan detta handla indikatorn ”Ansvarsfullt byggande” (MAN 03) där projektet ska följa gällande arbetsmiljölagstiftning.

I BBR:s senaste version (BFS 2020:4) framställs kraven på byggnaders energiprestanda genom ett primärenergi-tal (EP_{PET}) för byggnaden tillsammans med en genomsnittlig värmegenomgångskoefficient (U_m) samt installerad effekt för uppvärmning. Kraven redovisas i tabell 3.5 nedan.

Tabell 3.5 prestandakrav för lokaler hämtad från BFS 2020:4 tabell 9:2a

| | Primärenergi-tal [kWh/m ² , år] | Uppvärmningseffekt [kW] | U-medel [W/m ² K] |
|---------|---|------------------------------|---------------------------------|
| Lokaler | 70 | 4,5+ 1,7 x ($F_{GEO} - 1$) | 0,5 |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 3.6 och 3.7 visar poängmatrisen för upplaga v6.0 och 2017 inkluderande av procentuell förbättring till BBR:s krav om högsta tillåtna primärenergital. Poängen som tilldelas för varje betyg används sedermera i BREEAM-betyget. För att exempelvis erhålla betyget Excellent ska byggnaden prestera 25%, i matrisen för manual v6.0, eller bättre mot BBR:s krav på primärenergital. Byggnaden kan även prestera bättre, men måste erhålla fem poäng eller bättre för att kunna certifieras med betyget Excellent (SGBC 2023).

Tabell 3.6 Minikrav på energiprestanda enligt BREEAM-SE nybyggnad v6.0 hämtat från (SGBC 2023)

| BREEAM-SE betyg | BREEAM-poäng | % bättre än BBR-krav |
|-------------------|-----------------------|----------------------|
| <i>Good</i> | 1 | 5% |
| | 2 | 10% |
| <i>Very Good</i> | 3 | 15% |
| | 4 | 20% |
| <i>Excellent</i> | 5 | 25% |
| | 6 | 30% |
| | 7 | 35% |
| <i>Oustanding</i> | 8 | 40% |
| | 9 | 50% |
| | 10 | 60% |
| | 11 | 70% |
| | 12 | 80% |
| | 12+ exemplarisk poäng | 90% |
| | 12+ exemplarisk poäng | 100% |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 3.7 Minimikrav på energiprestanda enligt BREEAM-SE upplaga 2017 hämtat från (SGBC 2023)

| BREEAM-SE betyg | BREEAM-poäng | % bättre än BBR-krav |
|-------------------|--------------|----------------------|
| <i>Excellent</i> | 1 | 3% |
| | 2 | 5% |
| | 3 | 8% |
| | 4 | 11% |
| | 5 | 16% |
| | 6 | 20% |
| | 7 | 24% |
| <i>Outsanding</i> | 8 | 28% |
| | 9 | 33% |
| | 10 | 40% |
| | 11 | 50% |
| | 12 | 60% |
| | 13 | 80% |
| | 14 | 100% |

3.3.1 Minimikrav i BREEAM-SE

I Manualen för BREEAM-SE presenteras antalet minimikrav som projektet måste uppfylla för att kunna nå det projekterade BREEAM-betyget. Under varje indikator finns även skullkrav som projektet måste uppfylla för att kunna poängsättas (SGBC 2023). Tabellen 3.8 beskriver översiktligt vilka minimikrav med efterföljande beskrivningar i BREEAM-SE nybyggnad v6.0.

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 3.8 Sammanfattning av minimikraven från BREEAM-SE (SGBC 2023)

| BREEAM-SE indikator | Beskrivning |
|---|--|
| Ledning och styrning | |
| Man 03 Ansvarsfullt byggande | Rådande arbetsmiljölöslagstiftning är skallkrav och för de två högsta betygen ska projektet ta poäng på hänsynsfullt byggande. |
| Man 04 Driftsättning och överlämning | De två högsta betygen ska en brukarvägledning sättas samman och överlämnas till brukare. |
| Man 05 Förvaltningsstöd | Två högsta betygen ska ta poäng för säsongsmissig driftsättning genom uppföljning av installationer vid olika belastningsgrader. |
| Hälsa och Välmående | |
| Hea 01 Visuell komfort | Fluorescerande belysning ska vara försedda med högfrekvensskydd, gäller alla betyg. |
| Hea 06 Tillgänglighet | Endast betyget outstanding ska ta poäng för inkluderande och tillgänglig utformning enligt BBR kapitel 3 (endast bostäder). |
| Hea 08 Utomhusområde | Endast betyget outstanding ska ta en poäng (endast bostäder) |
| Hea 09 Mikrobiell förorening | Minimerad risk för föroreningar i vattensystem så som legionella, gäller alla betyg. |
| Energi | |
| Ene 01 Minskad energianvändning | Poäng enligt tabell 3.5, 3.6. |
| Ene 02a Energiövervakning | Betygen Very good eller bättre ska ta poäng för undermätning av energi på byggnadsnivå. |
| Ene 04 Utformning för låga koldioxidutsläpp | För betyget outstanding, en valfri poäng. |
| Vatten | |
| Wat 01 Vattenanvändning | En poäng för betygen Good eller bättre, respektive två poäng för outstanding. |
| Wat 02 Vattenmätning | För betygen Good eller bättre ska en vattenmätare för inkommande vatten installeras. |
| Material | |
| Mat 01 Byggnadens klimatpåverkan | De två högsta betygen ska genomföra en livscykelanalys på byggnaden. |
| Mat 03 Ansvarsfull anskaffning av material | Inköpt virke har avverkats på ett lagligt sätt, gäller alla betyg. |
| Avfall | |
| Wst 01 Hantering av byggavfall | En poäng endast för betyget Outstanding. |
| Wst 03 Avfall från byggnadens driftskede | En poäng för de två högsta betygen, avfall från byggnadens driftskede. |

3.4 Finansiering

SGBC skriver att certifieringar ger både möjlighet till gröna lån och finansiering av projekt (SGBC 2024). Exempel på grönt lån beskriver Swedbank och Danske Bank som att beställare eller finansiär av projekt har möjlighet att ansöka om gröna lån. De visar att lånet innebär en ränterabatt om tio räntepunkter på räntan. Förutsättningarna är att byggnaden ska uppfylla energiklass A eller B alternativt inneha någon miljömärkning så som Miljöbyggnad silver- eller guld (Swedbank 2024, Danske bank 2024). Enligt Boverket är energiklasser en indelning av byggnaders energiprestanda på en bokstavlig skala där klassning A motsvarar den bästa energiprestandan och G den lägsta, likt de system som vitvaror och annan elektronik använder sig av. Eneriklass C motsvarar byggnadens energikrav, den högsta klassningen motsvarar 50% eller bättre än byggnadskravet (Boverket 2024).

3.4.1 Certifieringskostnad

Avgifter som SGBC redovisar är avgifter i en form av årlig licensiering, registrering, certifiering och övriga avgifter såsom ändringar i certifikat (SGBC 2023). Tabell 3.9 presenterar avgifter utifrån en byggnad med nettoarea mellan fem- och tiotusen kvadratmeter.

Tabell 3.9 Certifieringsavgifter hämtade från SGBC (2023), för byggnad mellan 5–10 000 m²

| Avgifter | SEK (exklusive mervärdesskatt) |
|---|--------------------------------|
| <i>Registreringsavgift <10 000 kvm</i> | 44 000 kr |
| <i>Registrering i utgången manual</i> | 4 000 kr |
| <i>Total certifieringsavgift</i> | 157 000 kr |
| <i>Byte av assessororganisation</i> | 7 000 kr |
| <i>Tekniska frågor</i> | 4 000 kr |
| <i>Green Guide Bespoke</i> | 4 000 kr |
| <i>Certifikatändringar</i> | 4 000 kr |
| <i>Snabbgranskning</i> | 14 000 kr (10 dagar) |
| <i>Bespoke</i> | 100 000 kr |
| <i>Energisimuleringsprogram</i> | 14 000 kr |

4 Metod

I Kapitel 4 beskrivs metoden för studien, vilka indata som används samt vilka antagandes som behövt göras.

4.1 Referensobjekt

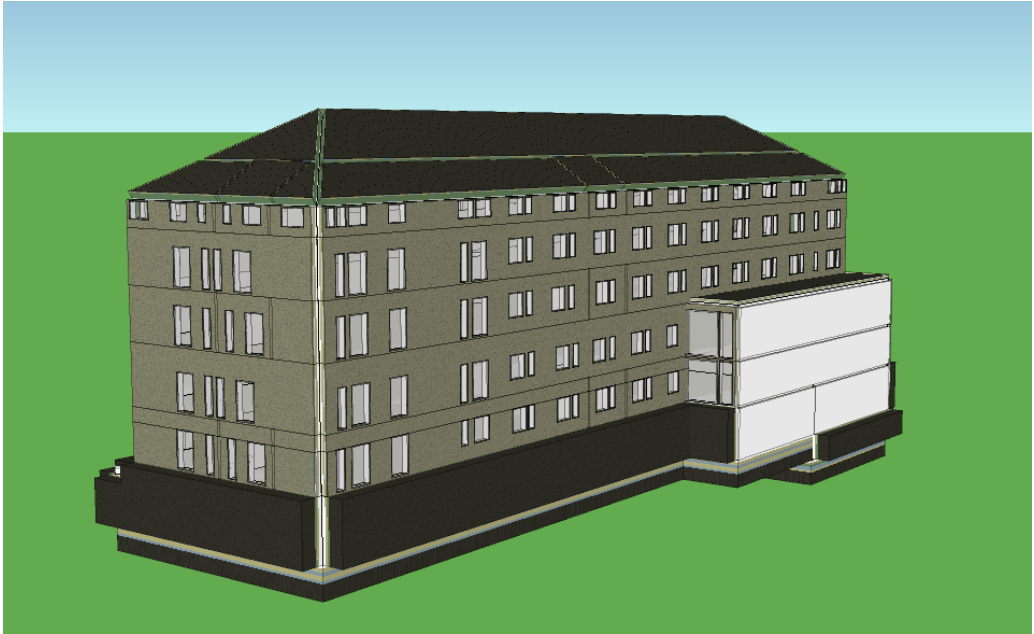
Referensobjektet för studien var en byggnad i Linköping ämnad för vård och forskning. Byggnaden har certifierats enligt BREEAM-SE 2017, föregångaren till nybyggnad v6.0. Byggnaden planeras vara i drift under 2025 och dockas ihop med tidigare uppförda byggnader. Området som byggnaden byggdes i ger relativt lite utrymme för flexibilitet gällande materialval eftersom de flesta byggnader ska se lika ut enligt detaljplan. Omgivningen är därför relativt tätbebyggt med fler likartade byggnader i närheten. Även grönområden och närhet till kollektivtrafik erbjuds i området.

Byggnaden projekterades för att nå 9 poäng på indikatorn Ene 01 vilket betyder mer än 33 procentig förbättring mot BBR-krav. Översatt till nybyggnad v6.0 generar detta sju poäng och därmed klarat minimikrav för nivå excellent. I slutändan blev den projekterade förbättringen drygt 40% bättre än BBR-kravet, vilket motsvarar betyget outstanding i upplaga 2017 och excellent i senaste upplagan. För att få kraven mer skraddarsyddas för projektet med avseende på den betänkta verksamheten har projektet i samråd med SGBC tagit fram en ny kravställningsmatris (Bespoke). Projektet var av förstagångskaraktär för flera parter i projektet.

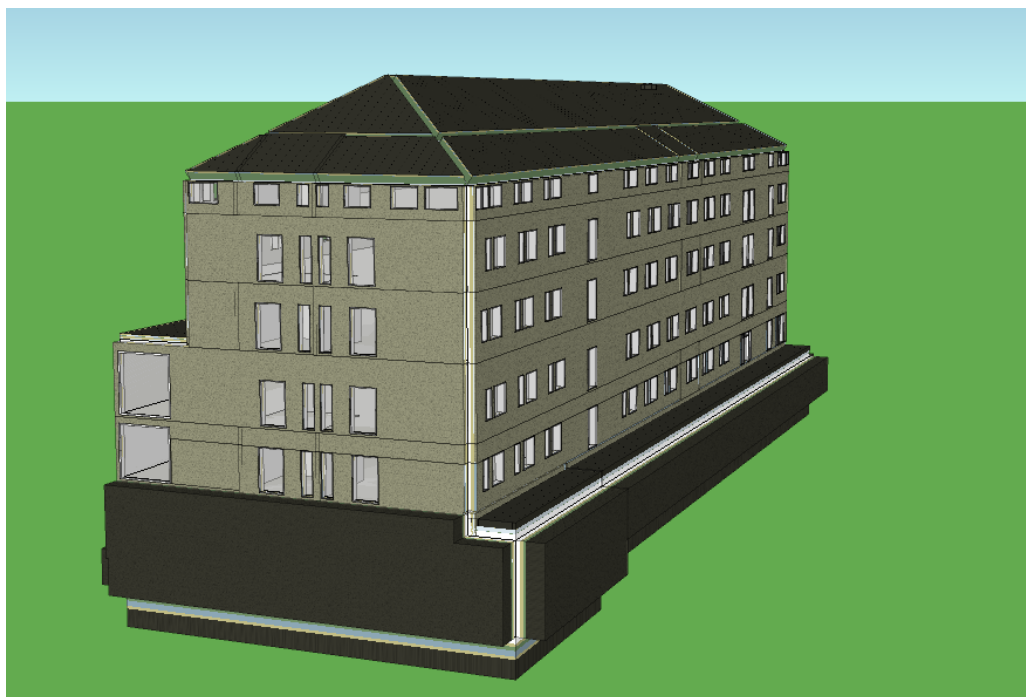
Referensobjektet har en uppvärmd area om cirka 6620 m² fördelad på sex hela våningsplan exklusive ett halvplan i källaren samt ett vindsplan. Geometrin för byggnaden är utvändigt cirka 65x16 meter och höjden cirka 25 meter. Befintlig mark är berg, varför det understa skiktet är av packad sprängsten. Byggnadens bärande element är av betong där väggar är prefabricerade och bjälklag är av typen håldäck (HDF), resterande betong är platsgjuten. Grundplattor, bjälklag och marköverbyggnad (terassbjälklag) är klimatförbättrad betong. Dimensioner för betongkonstruktionen är 200- och 350 mm för grunden, sultjockleken vid lastbärande konstruktioner är 550 mm. Källarväggar har bredden 400 mm undertill och 250 mm overtill. De prefabricerade betongelementen för ytterväggar är 150 mm och är täckta av pirisolering och beklätt med slammat tegel, utom entréplan som är av granitsten. Taktäckningen är bestående av tegeltakpannor och plåt för takfönster med lutningen 25,5°.

Byggnaden drivs via fjärrvärme/fjärrkyla och ventileras via två olika aggregat av typen FTX (värmeåtervinning), den ena delen är ett behovsstyrt VAV-system medan den andra delen av ett CAV-system. De nedre planen innehåller de

teknikrum som krävs för att hålla byggnaden i drift samt omklädningsrum och konferensrum, medan planen ovan mark har olika funktioner med olika typer av vård som ska erbjudas.



Figur 4.1 Vy över referensbyggnad från sydöst (bild hämtad från IDA ICE)



Figur 4.2 Vy över referensbyggnad från nordväst (bild hämtad från IDA ICE)

4.2 Energiberäkningar

I följande avsnitt beskrivs metoden för att framtagning av respektive modell, vilka antaganden som gjorts samt indata för varje modell. Byggnaden modellerades i simuleringsverktyget IDA ICE version 5.0. Verktöget används med syftet om att studera byggnader genom flerzons- och helårsstudier för att kunna säkerställa en hög byggnadsprestanda. IDA ICE har flera användningsområden som exempelvis analys av energianvändning och optimering av den termiska komforten där resultaten överensstämmer med verkligheten. Verktöget jämför byggnaden med en klimatfil som loggat utomhusklimatet under ett helt års timmar och på det sättet går det att förutspå hur byggnaden presterar under olika förhållanden. Genom att simulera byggnaden visas exempelvis hur mycket kyleffekt som behövs under de varmaste dagarna, givet hur belastad byggnaden är eller hur mycket värmeenergi som krävs under de kyligaste vinterdagarna. Detta genom att bland annat ta hänsyn till värmetransmission genom byggnadens klimatskal, byggnadens uppvärmnings- och kylsystem samt hur byggnaden ventileras. Simuleringen sker sedan i samspel med internlaster som exempelvis personvärme och spillvärme

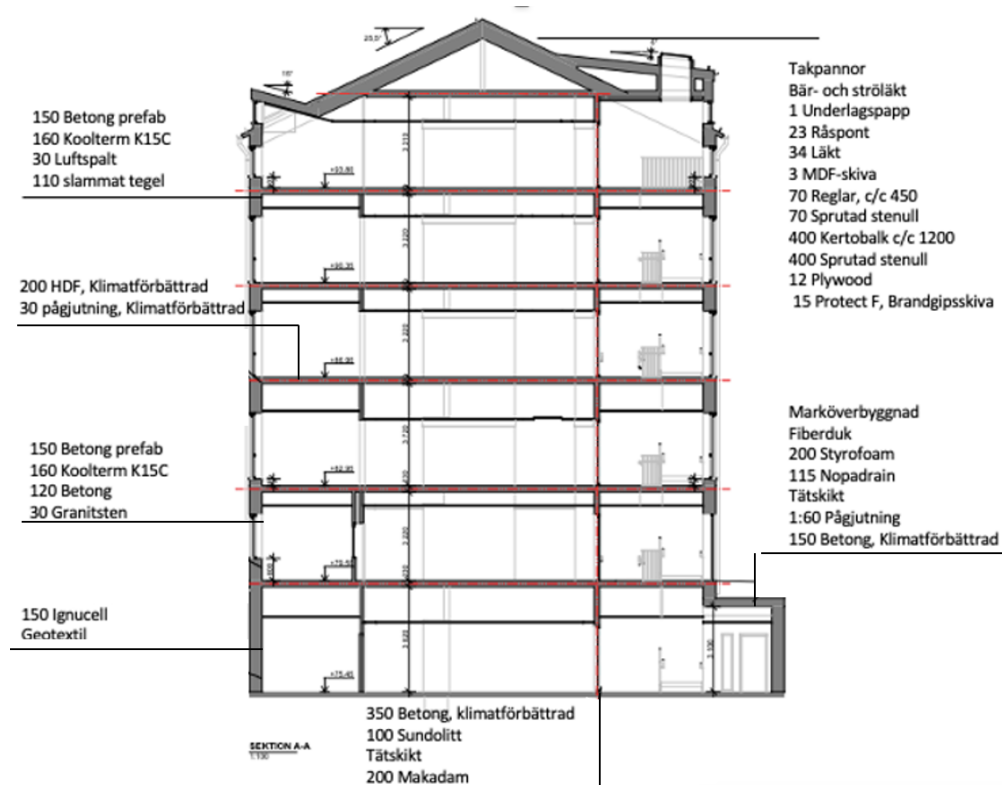
från apparater för att sedan beräkna det totala värme- och kylbehovet för byggnaden (EQUA 2023).

För modelleringen i verktyget ritades byggnaden upp med stöd av en IFC-fil som erhöles från referensprojektet. Filen fungerade som en geometrisk mall för zonuppbyggnaden. Modellerna baserades sedan på bygghandlingar så som A- och K-ritningar tillhandahållna från referensprojektet. Modellerna är upprättade för att i bästa möjliga mån efterlikna det verkliga resultatet, samtidigt krävdes det förenklingar för att inte göra modellen för komplex och omfattande för denna studie. Förenklingar som gjordes var bland annat att takkupor med plåttak exkluderades och ersattes med ett sadeltak beklätt av taktegel samt att zonerna inte följde planlösning. Sammanfattningsvis blev modellerna lika en huskropp med ventilation på varje våning eftersom de väsentliga skillnaderna mellan energikraven inom BREEAM-excellent och BBR-krav antogs vara i varierande klimatskal för byggnaden.

Våningsplanen delades in i en stor zon per våning samt ett kontor på 18 m² i varje väderstreck på plan 10, 12 och 14. Våningsnumreringen på referensbyggnaden utgår från att plan 10 är entréplan, tredje våningen blir således plan 12 och källare plan 09. Sammanfattningsvis består byggnaden av åtta större zoner, vilka inte kommer analyseras med avseende på inomhusklimat samt tolv kontor.

Modellerna har tagits fram iterativt med målet att precis uppnå minimivåer för respektive krav. Utgångspunkten var att endast ändra konstruktionen för de olika kraven, dock utan att påverka stommen och de bärande elementen för byggnaden. Ändringen av konstruktionen har därför skett genom tillverkarens dimensioner av produkten för att underlätta kalkyleringen. Nedan visas en sektionsritning av byggnaden med ingående material taget för modellen BREEAM-excellent. Ritningen är en A-ritning hämtad från referensprojektet och är justerad för att visa så mycket som möjligt om vilka material som ingår i byggnaden.

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.



Figur 4.3, Sektionsritning för referensbyggnad med material för BREEAM-excellent. Bild Hämtad från referensprojekt.

Följande tabeller visar gemensam indata för modellerna. Indatan är framtagen från referensprojektet för studien som delvis härstammar från Boverket eller är beställarkrav. För internlastar har IDA-ICE standardvärde 60% som kan tillgodoses som värme, vilket även denna studie använt för att motsvara normala förhållanden. Följande tabeller redovisar vilken indata som har använts vid modellering.

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 4.1 allmänna indata för IDA ICE-modeller. Källa: Referensprojekt

| Indata | Värde |
|---------------------|---|
| Klimat | Linköping Malmslätt. Klimatdata: ASHRAE lvec 2. |
| Vind | Urban |
| Markförutsättningar | Bergsten, temp = konstant 10°C |

Eftersom studien jämför två olika scenarion gällande energikrav valdes en tillgänglig klimatfil från programmet. Filen är hämtad för mindre förort till Linköping, vilken låg närmst referensbyggnaden. Annan klimatfil hade sannolikt renderat i annat resultat, däremot blir det mindre betydande i jämförande syfte.

Tabell 4.2 Byggnadstekniska indata för IDA ICE-modeller. Källa: Referensprojekt

| Indata | Värde |
|------------------------|--|
| Köldbryggor | 30% påslag på transmissionsförluster ($U \cdot A$) |
| Solavskärmning | Screenmarkis, solavskärmning 40% Neddraget vid 100W solinstrålning |
| Infiltration/lufttätet | 0,3 l/s m ² vid 50 Pa |

Gällande köldbryggorna har antagits ett påslag om 30% på transmissionsförlusterna för byggnaden enligt brukarmanual hämtad från referensprojektet. Framtida brukare för lokalerna har krav på god lufttätet, varför Infiltrationen har satts till 0,3 l/s m², vilket är passivhusstandard och därmed bättre än det värde som Boverket rekommenderar att beräkna med. Däremot skriver Boverket att för att minska risken för fuktskador bör byggnader ha så god lufttätet som möjligt för klimatavskiljande delar (Boverket 2024). Eftersom detta är en ny byggnad med höga brukarkrav antogs därför infiltrationen vara god.

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 4.3 Installationstekniska indata för IDA ICE-modeller. Källa: Referensprojekt

| Indata | Värde |
|---|--|
| Uppvärmning | Fjärrvärme |
| Kylning | Fjärrkyla |
| Distributionsförluster | 5 % |
| Tappvarmvatten | 2 kWh/m ² |
| VVC- förluster | 5 kWh/m ² |
| Verksamhetsel som tillförs till rumsvärme | 60% |
| Spillvärme varmvatten | 100% till zoner |
| Ventilation | FTX, återvinningsgrad 77% |
| Innetemperatur | 21–24° C utom plan 08 (källare) samt vindsplan (18–27°C) |
| Till- och frånluftsflyde, q-medel | 0,44 l/s, m ² |
| Till- och frånluftsflyde för kontor | 0,55 l/s, m ² |
| Tilluftstemperatur | Temperaturreglerad kurva 17–20°C |
| Fläktar, SFP-tal | 1,29 kW/(m ³ /s) |

För allmänna utrymmen i byggnaden var brukarkrav 0,44 l/s m² av hygiensjäl. Däremot ställdes högre krav på flödet på kontoren och behandlingsrummen där fler personer kan vistas på liten yta en kortare tid, varför ventilationskravet var 0,55 l/s m².

Tabell 4.4 Brukarindata för IDA ICE-modeller. Källa: Referensprojekt

| Indata | Värde |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Drifttid ventilation, plan | 6–18 vardagar, övrig tid 50% |
| Drifttid ventilation kontor | 8–17 vardagar, övrig tid 0. |
| Verksamhetsel | 21 kWh/m ² |
| Belysning | 10 W/m ² |
| Drifttid fastighetsbelysning, plan | 7–18 vardagar |
| Drifttid belysning kontor | 8–17 vardagar |
| Utomhusbelysning | 0,32 W/m ² |
| Drifttid utomhusbelysning | 20–08 alla dagar |
| El till VVC-pumpar | 5% av tillförd TVV |
| El till VS-pumpar | 5% av tillförd rumsvärme/kyla |
| Hissar | 3500 kWh/år och hiss (3 hissar) |

Personnärvaro

Eftersom Zonindelningen inte blev enligt planlösning har därför ett genomsnitt i antal personer per våning tagits fram. På grund av detta skiljer sig närvarotiden mellan olika våningsplan beroende på rummets funktion, varför närvaron

omräknats från exempelvis två timmar per dygn till närvaro mellan 07–18, tabellen nedan visar hur beräkningen sett ut.

Tabell 4.5 Indata för personnärvaro

| Rumsfunktioner | Belastning |
|----------------------|--|
| Personalrum | 50 personer (2h per dag) |
| Väntrum | 4 personer utom entréplan (20 personer) (7–18) |
| Omklädningsrum | 15 personer (2h per dag) |
| Undersökningsrum/LAB | 3 personer (7–18) |

Tabell 4.6 Personnärvaro per plan (7–18 vardagar)

| Plan | Belastning (antal personer) |
|---------|------------------------------|
| Plan 08 | 0 personer |
| Plan 09 | 25 personer |
| Plan 10 | 78 personer |
| Plan 11 | 53 personer |
| Plan 12 | 56 personer |
| Plan 13 | 70 personer |
| Plan 14 | 64 personer |
| Plan 15 | 0 personer |
| Kontor | 3 personer per kontor (8–17) |

4.2.1 Konstruktion för modellerna

Enligt Boverket får ett tillägg på kravet om primärenergital användas för referensbyggnaden (BFS 2020:4). Tillägget innebär att det nya kravet för byggnaden blir $73,6 \text{ kWh/m}^2$, A-temp och år för referensbyggnaden. Detta eftersom ventilationsflödet för byggnaden är utökat av hygieniska själ, från 0,35- till $0,443 \text{ l/s, m}^2$, varför ett tillägg om $70 + 40 \cdot (q_{medel} - 0,35)$ inräknats.

Tabell 4.8 visar sammanställning av U-värden för byggnadsdelar som ingår i modellerna. Byggnadsdel med ingående material och dimension visas i Bilaga B och C. För ändring av byggnad för att klara kraven utifrån BBR antogs det mest representativa var att modellera BBR-modellen utifrån de rekommenderade U-värden enligt tabell 4.7 (BFS 2020:4 tabell 9:92).

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 4.7 rekommenderade U-värden utifrån (BFS 2020:4, tabell 9:92)

| U_i | W/m^2K |
|---------------|----------|
| U_{tak} | 0,13 |
| $U_{vägg}$ | 0,18 |
| U_{golv} | 0,15 |
| $U_{fönster}$ | 1,2 |
| $U_{dörrar}$ | 1,2 |

Tabell 4.8 U-värden för Konstruktion i modellerna BREEAM-excellent och BBR

| Konstruktion | BREEAM U-värde ($W/m^2 K$) | BBR-krav U-värde ($W/m^2 K$) |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Yttervägg | 0,11 | 0,18 |
| Yttervägg entréplan | 0,11 | 0,18 |
| Källarvägg | 0,11 | 0,14 |
| Yttertak | 0,08 | 0,09 |
| Sedumtak | 0,11 | 0,26 |
| Marköverbyggnad | 0,16 | 0,16 |
| Platta på mark plan 08 | 0,10 | 0,19 |
| Platta på mark plan 09 | 0,12 | 0,15 |
| Fönster | 0,90 | 1,19 |
| Dörrar | 1,19 | 1,19 |
| U-medel | 0,26 | 0,37 |
| Köldbryggor | 442 W/K | 699 W/K |

4.3 Kostnadsbedömning byggskede

Syftet med kostnadsbedömningen är att påvisa skillnader i kostnad mellan modellerna BREEAM-Excellent och BBR. Bedömningen sker genom att härleda administrativa kostnader för certifieringen och kostnadsdifferensen mellan modellerna i material. De administrativa kostnaderna kvantifieras som den extra nedlagda tiden i projektet som kopplas till certifieringen som annars inte behövs, om byggnaden följt BBR. Det handlar bland annat om framtagning av bevis och intyg som aktörer från projektet behövt ta fram.

4.3.1 Administrativa kostnader

För att härleda administrativa kostnader har aktörer från projektet presenterat bokförd tid samt prognoser om hur mycket tid de har lagt som endast kan kopplas till BREEAM. Tiden som aktörerna svarade konverterades till kostnad utifrån timpenning för de olika tjänsterna och de eventuella åtgärder som behövts för certifieringen har även aktören fått ge kostnadsuppgifter på. Kostnaderna kommer att kallas administrationskostnader för certifiering senare i studien.

Frågorna besvarades via ett mail, se Bilaga A. Timkostnaderna är hämtade ur referensprojektet där studien räknat med en kostnad om 800 kr/h för entreprenörer och 1000 kr/h för konsulter.

Involverade aktörer:

- Beställare
- Projektchef
- Projektingenjör
- Projekteringsledare
- Produktionschef
- El projektör
- El entreprenör
- VVS projektör
- VVS Entreprenör
- Installationssamordnare
- Arkitekt
- Konstruktör
- Projektledare Prefab
- Landskapsarkitekt
- Platschef Mark
- Sprinklerprojektör
- Fuktsakkunnig
- Uppdragsansvarig Energi och AP
- Ombud Drift
- Akustikkonsult
- Projektledare Styrteknik

För aktörer som inte besvarat har saknad information tagits från liknande befattningar och utifrån mängden bevis aktören tagit fram.

4.3.2 Kostnadskalkyl

För att bestämma kostnadsdifferensen mellan modellerna har en kostnadskalkyl på klimatskalet upprättats i jämförande syfte. På grund av att data från referensprojektet i form av specifika priser ej ska publiceras, blev kalkylerna utförda för att avspegla modellerna. Kalkylen är därför inte helt jämförbara med verkligheten, men kan dock fortfarande jämföras med varandra. I jämförande syfte baseras därför kalkylerna på det som skiljer mellan modellerna, materialmängderna. Det vill säga att markanskaffning, arbetsplatsomkostnader, projekteringskostnader och eventuella extrakostnader har exkluderats från kalkylen däremot är monterings- och därmed kostnad inräknat. Tidigare forskningsresultat har presenterat BREEAM:s inverkan på projektkostnaden procentuellt. För att därför kunna jämföra resultaten omräknas resultatet för att kunna motsvara en potentiell projektkostnad. Enligt Byggföretagen (2020) utgör materialkostnaden 42% av den totala projektkostnaden. Sedermera är tillförlitligheten i resultatet sämre baserat på denna metod. Den omräknade projektkostnaden används som jämförelse med tidigare resultat. Däremot har en känslighetsanalys om resultatet upprättats som då visar ett alternativt resultat där klimatskalet står för 34% respektive 50% av projektkostnaden.

Indatan för kostnads kalkylerna är hämtade efter programmet Wikells-sektionsdata och uppställda i separat Excell, se Bilaga F och G. Kalkylprogrammet är en databas innehållande av ett brett urval av färdiga byggdelar och å-prislistor som kan användas till att kalkylera byggprojekt. Medräknat i databasen är ingående omkostnader som material, drift och spill utifrån branschens prislistor och standardrabatter (Wikells u.å.). För material som ej ingått i databasen har separat data hämtats från exempelvis byggvaruhandlare eller tillverkare. Monteringskostnaden för dessa material har då tagits från likvärdigt material i programmet.

Värmeåtervinningen för referensalternativet har antagits vara flera aggregat på grund av bristfällig information från leverantörer. Totalt resulterade detta i 14 aggregat, två per våning. Modellen som valdes är Swegon Casa R7H som stämde överens med det förväntade flödet för byggnaden. För den klimatförbättrade betongen har kalkylen utgått från att betongen är 5% dyrare än vanlig betong (Skanska 2021).

Tabell 4.9 Monteringskostnader enligt Wikells

| | |
|----------------------|----------|
| Arbetslön för arbete | 239 kr/h |
| Omkostnadspåslag | 272% |
| Omkostnadspåslag UE | 10% |

4.3.3 Kostnadsbedömning driftskede

För att undersöka driftens påverkan på kostnaden har en kassaflödesanalys upprättats. Kassaflödesanalys kan kort förklaras som en analys av ett företags in- och utbetalningar under en viss tidsperiod (Fortnox 2024), i detta fall en tioårsperiod med endast prognostiserade utbetalningar. Syftet med analysen är att undersöka skillnaden mellan den certifierade byggnaden och BBR-alternativet under driftskede för att undersöka förhållandet mellan olika räntor (gröna lån) med driftskostnaden. Nämnvärt för analysen är att den används i jämförande syfte och därför exkluderas underhållskostnader från analysen. Detta eftersom de antogs vara lika för båda modellerna under byggnadens första tio år i drift. Analysen visar därför ett potentiellt scenario för hur betalningsutvecklingen ser ut för en tioårsperiod med ingående data som driftkostnad samt kostnader för lånat kapital. En längre tidshorisont kräver fler ingående faktorer som exempelvis underhållskostnader och mer precisa data om ränteutveckling än vad som finns tillgängligt, varför en tioårsperiod valdes. Eftersom analysen bygger på prognoser har känslighetsanalyser utförts. Syftet med analyserna är att undersöka känsligheten i resultatet och lyfta fram hur ett potentiellt bättre eller sämre scenario påverkar lönsamheten i resultatet. De känslighetsanalyser som utförts för byggnadens driftskede är olika räntor, energiprisökning och längre

tidshorisont (30 år). För den längre tidshorisonten antas då att räntan hålls konstant från år tio till 30.

Indata till kassaflödesanalysen grundar sig i resultaten från energiberäkningen och kostnadsbedömningen. Prognoser gällande ränteutvecklingen framöver hämtades från Sveriges Riksbank (2024). Tillsammans med ränta om 1% för lånet via banken (SEB 2024). Fjärrvärmekostnaden hämtades från Tekniska Verken (Linköping) som är distributör av det lokala fjärrvärmenätet. Priset för fjärrvärmekostnaden är baserat på en maxeffekt om 128,6 kW, hämtat från framtagna modeller. Effektspannet ger då en årlig avgift på 6720 kr. Vidare räknades snittpris på den använda fjärrvärmeenergin för årets månader (Tekniska Verken 2024). På grund av bristfällig prissättning hämtades priset för fjärrkyla från energimarknadsinspektionen, 630kr/MWh förbrukad fjärrkyla (2013). Elnätsavgiften har satts till 13 950 kr efter Tekniska Verkens prissättning för 2024 (Tekniska Verken 2024). El-handelspriset är satt till 0,9 kr/kWh baserat på statistik från Statistiska central byrån (SCB) för ett genomsnittspris senaste tre åren för ett större hushåll i elområde SE3 (SCB 2024). Analysen finns som Bilaga J och K.

Utgifter som väntas av framtida brukare är samlade i tabell 4.10 nedan, med vilket värde som ingått i analysen samt källa.

Tabell 4.10 indata för kassaflödesanalys

| Indata | Värde | Källa |
|----------------------------------|--------------------------------------|--|
| Fastighetsskatt | 0% då de räknas som specialenhet | (Skatteverket u.å.) |
| Kostnad fjärrvärme | 0,26 kr/kWh + 6720 kr i årlig avgift | (Tekniska Verken 2024) |
| Kostnad fjärrkyla | 630 kr/MWh | (Energimarknadsinspektionen 2013) |
| Driftenergi uppvärmning/kyllning | | Hämtad från energiberäkning |
| Handelspris el, elnätsavgift | 90 öre/kWh, 13 950 kr fast avgift | (SCB 2024), (Tekniska Verken 2024) |
| Projektkostnad | | Hämtade från resultat av kalkyl, administration-och certifieringskostnad |
| Styrränta | 3,8% 2024 med en nedåtgående trend. | (Sveriges Riksbank 2024) |
| Bankränta | 1% | (SEB 2024) |
| Ränteavdrag grönt lån | 0,10 %-enheter | (Swedbank & Danske Bank 2024) |

4.3.3.1 Antaganden till Kostnadsbedömning driftskede

Styrränteutvecklingen för kalkylen fortsätter på samma nivå efter den sista prognostiserade räntan utifrån Sveriges Riksbanks styrränteprogno, se tabell 4.11 (Sveriges Riksbank 2024). Löptiden på lånet beräknades till 50 år med en årlig amortering om 2%. Egeninsatsen för investeringen har satts till 15% av projektkostnaden. Driftkostnaden antas att vara densamma över analysens tidshorisont, det vill säga att ingen ökning sker. Ingen värdeökning på fastighet är inräknad. Historik över styrräntan visar att den varierat mellan -0,5% och 4,75% sedan 2006 (Sveriges Riksbank 2024). För kalkylräntan har därför en avvikelse om 2% för känslighetsanalysen antagits. Statistik från Energimyndigheten visar att energipriset för fjärrvärme för flerbostadshus ökade som mest mellan 2000 och 2010, då med cirka 2% per år. Prisökningen var som minst mellan 2012 och 2022, 0,2% per år (Energimyndigheten 2022). För känslighetsanalysen på energipris antas därför en ökning om 2% respektive 0,2% per år. Energiprisökningen har antagits gälla för hela driftskostnaden, det vill säga att ökningen inkluderar fjärrkyla- och elpris. Likaså är det troligt att energipriset inte hålls konstant för den längre tidshorisonten, varför den analysen visar ett scenario med kontant energipris respektive ett scenario med en ökning om 2% per år.

Tabell 4.11 Riksbankens Styrränteprogno hämtat från (Sveriges Riksbank 2024)

| 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
|------|------|------|------|------|
| 0,8% | 3,5% | 3,8% | 3,0% | 2,7% |

4.4 Klimatpåverkan byggskede

Från den första januari 2022 blev det i Sverige lag på att klimatdeklarera bygglovskrävande nybyggnationer. Syftet med lagen är att bidra till minskad klimatpåverkan från byggskedet och är byggherrens ansvar att beräkna (Boverket 2021). Vid beräkning av en byggnads klimatpåverkan delas byggnadens livscykel in i tre faser, byggskede (A1 till A5), användningsskede (B1 till B7) och slutskede (C1 till C4). Deklarationen ska idag innehålla uppgifter från enbart byggskedet (Boverket 2023).

Likt kostnads-kalkylerna utfördes klimat-kalkylerna på likande sätt med materialmängder och koldioxidavtryck per enhet som huvudindata. Klimat-kalkylerna är uppställda efter den data som finns att tillgå via Boverkets klimatdatabas. Den generiska indata som används för klimat-kalkylen har hämtats från version 02.05.000 med senaste uppdateringen 2024-01-25 för databasen (Boverket 2023). Vid specifika material ej ingående i klimatdatabasen har separata EPD:er (produktvarudeklationer) hämtats från exempelvis databasen EPD international (u.å.). Boverkets klimatdatabas presenterar generiska data för

stegen A1-A3 byggproduktens klimatpåverkan, A4 transport och A5 byggspill (Boverket 2023). För de separata EPD:erna som endast redovisat miljöpåverkan i produktframtagningssteget, har data för de senare stegen, transport och spill, då tagits från ett likvärdigt material ur boverkets klimatdatabas.

Klimatdatabasen presenterar två olika värden, ett typiskt värde och ett konservativt värde. Enligt Boverket är det konservativa värdet satt efter ett medelvärde av olika EPD:er för produkten med ett tillägg på 25%. Det högre värdet efter tillägget ska enligt Boverket påverka tillverkare att ta fram egna EPD:er på sina produkter, som då kan påvisa en lägre klimatpåverkan (Boverket 2023). Eftersom studien jämför två olika modeller, samtidigt som inte hela kalkylen utgörs av enbart data från klimatdatabasen, har det typiska värdet använts. Klimatkalkylen finns som Bilaga H och I.

Genom Interpellation (2019 /20:466) som besvarades 2020, presenterades förslag om höjd värdering av koldioxidekvivalenter. Den rekommenderade värderingen av koldioxidekvivalenter höjdes därmed från 1,14- till sju kronor per kilogram (Sveriges riksdag 2020). För att jämföra kostnader mot eventuell klimatpåverkan presenterar resultatet för denna studie ett resultat utifrån värderingen av koldioxidekvivalenter om sju kronor per kg.

4.4.1 Klimatpåverkan driftskede

Utöver kalkylen beräknades även klimatpåverkan under byggnadens drift (B6 driftenergi) vilket inte är lagstadgat att ingå i klimatdeklarationen. Klimatavtrycket för respektive energislag visas i tabell 4.12 nedan.

Tabell 4.12 indata för klimatpåverkan från olika energislag

| Energislag | g CO ₂ e/kWh | Källa |
|------------|-------------------------|--------------------------|
| Fjärrvärme | 10 | (Tekniska Verken 2023) |
| Fjärrkyla | 11,3 | (Tekniska Verken 2023) |
| El | 26 | (Energimyndigheten 2023) |

För den generiska data som finns att tillgå med avseende på fjärrvärme finns olika värden för Linköpings kommun publicerade. Det ena värdet är det som Tekniska Verken publicerat i en EPD. Fjärrvärmens klimatpåverkan är i de fallet 10 g CO₂ ekv/kWh (Tekniska Verken 2023). Andra värden som finns att tillgå är exempelvis Energiföretagen som menar att fjärrvärmens från samma distributör har en klimatpåverkan om 90,8 g CO₂ ekv/kWh (2022). Medelvärdet i Sverige är 56 g CO₂ ekv/kWh enligt Boverket (2024). Vidare analyseras detta i känslighetsanalysen.

5 Resultat och analys

Följande kapitel visar resultatet från beräkningarna för de olika modellerna, analys för resultaten samt flera känslighetsbedömningar.

5.1 Översiktligt resultat

Resultatet presenterar både resultat för kostnadsbedömningen som differens i kronor samt en potentiell projektkostnad utifrån Byggföretagens kostnadsfördelning i projekt (2020). I följande avsnitt har denna ökning betraktats genom att materialet har omräknats till en projektkostnad för BREEAM-excellent. Resultatet är disponerat efter dispositionen för metodavsnittet. Tabell 5.1 till 5.3 visar ett översiktligt resultat. Beräkningar, kalkyler och analyser för modellerna finns i Bilaga D- till L. Vidare presenteras även ett resultat som illustrerar de totala kostnaderna och klimatpåverkan för byggnaden efter tio år i drift. För jämförande tabeller i resultatet har eventuella öknings från BBR till BREEAM-excellent markerats med ett plustecken och eventuella besparingar med ett minustecken.

Tabell 5.1 översiktlig tabell över resultat för energiberäkning

| | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|---|------------------|----------|-----------|
| Primärenergi-tal kWh/m ² , Atemp och år | 43,5 | 71,6 | -28,1 |
| Marginal till BBR för krav gällande primärenergital | 40,9% | 2,7% | -38,2% |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 5.2 översiktlig tabell över resultat för kostnadsbedömning

| | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|--|------------------|---------------|---------------|
| Materialkostnad exklusive mervärdesskatt (42% av totalkostnad) | 38 100 295 kr | 35 530 333 kr | +2 569 962 kr |
| Omräknad totalkostnad | 90 714 988 kr | 88 145 026 kr | +2 569 962 kr |
| Certifieringskostnad | 301 000 kr | | |
| Administrationskostnader certifiering | 4 738 636 kr | | |
| Totalkostnad, exklusive mervärdesskatt | 43 139 624 kr | 35 530 333 kr | +7 609 598 kr |
| Total kostnad för omräknat resultat, exklusive mervärdesskatt | 95 754 624 kr | 88 145 026 kr | +8% |
| Driftkostnad (kr/år) | 289 929 kr/år | 358 364 kr/år | -68 435 kr/år |
| Kassaflödesanalys | 6 348 kkr./år | 6 043 kkr./år | +4,8% |
| Totalt för tidshorisont tio år | 159 237 kkr. | 148 522 kkr. | +6,7% |

Tabell 5.3 översiktlig tabell över resultat för klimatpåverkan

| | BREEAM-Excellent (ton CO ₂ ekv/år) | BBR-krav (ton CO ₂ ekv/år) | Differens |
|---|--|--|-----------|
| Klimatpåverkan byggnad | 976 | 1078 | -9,5% |
| Koldioxidutsläpp drift | 8 | 10,6 | -24,7% |
| Totalt för tidshorisont tio år | 1056 | 1184 | -10,8% |
| Klimatpåverkan omräknat i kronor. (7 kr/kg CO ₂ ekv) | 7 389 kkr. | 8 287 kkr. | -898 kkr. |

Efter omräkning av koldioxidekvivalenter till kostnad blir således kostnadsdifferensen mellan BREEAM-Excellent och BBR-krav 6,7 miljoner kr, vilket motsvarar 6,5% i den omräknade projektkostnaden.

5.2 Detaljerat resultat av energiberäkning

Resultatet för energiberäkningen visas i den konsoliderade tabellerna nedan. Tabellerna presenterar utdata från IDA ICE med ingående parametrar som uppvärmnings- och kylenergi samt fastighetsel så som el till fläktar, pumpar hissar och belysning. Hela tabellen inklusive uträkningar visas i Bilaga D- och E.

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 5.4 Resultat av energiberäkning för BREEAM-Excellent

| Energipost | kWh/m ² | Primärenergital (kWh/m ² , Atemp, år) |
|---|--------------------|--|
| Uppvärmning | 29,0 | 20,3 |
| Komfortkyla | 5,6 | 3,4 |
| Fastighetsel | 10,9 | 19,6 |
| Totalt | 45,5 | 43,2 |
| Marginal till BBR-krav om primärenergital | | 41,3% |

Tabell 5.5 Resultat av energiberäkning för BBR-krav

| Energipost | kWh/m ² | Primärenergital (kWh/m ² , Atemp, år) |
|---|--------------------|--|
| Uppvärmning | 66 | 46,2 |
| Komfortkyla | 4,0 | 2,4 |
| Fastighetsel | 12,8 | 23,1 |
| Totalt | 82,8 | 71,6 |
| Marginal till BBR-krav om primärenergital | | 2,7% |

BBR kravet för byggnaden är 73,6 kWh/m², Atemp. Ovan presenteras resultatet för båda modellerna som visar att BREEAM-modellen har ett mindre värmebehov än BBR-modellen vilket är på grund av att mängden isolering i klimatskalet är större än BBR-modellen samt mindre värmeförluster på grund av köldbryggor. Detta eftersom köldbryggorna beräknades som ett schablonpåslag om 30% av transmissionsförlusterna ($U_i \cdot A_i$). Kylbehovet för modellerna är förhållandevis lika. För fastighetselen beror skillnaderna på att el till pumpar skiljer mellan modellerna. Ventilationssystemet för byggnaden är behovsstyrt vilket gör fläktelen snarlik i modellerna med avseende på kylbehovet och lika belastningsgrad i båda fallen. Däremot kan skillnaden i fastighetsel förklaras genom att el för Vatten Sanitet (VS) pumpar beräknades som ett schablonpåslag om 5% av tillförd rumsvärme/kyla. Eftersom värmebehoven ej är lika blir därmed el till pump högre i BBR-modellen.

5.3 Detaljerat resultat av kostnadsbedömning

Tabellerna nedan visar resultatet av kostnadsbedömningen mellan BREEAM-Excellent och BBR-krav. Inkluderat i kostnaderna för BREEAM är certifieringsavgift, administrations och produktionskostnad. För BBR-modellen gäller endast materialkostnaden för klimatskalet samt den omräknade projektkostnaden. Vidare redovisas även projektkostnad för båda modellerna. Administrativa kostnader från referensprojektet visas som Bilaga F.

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 5.6 Resultat för kostnadsbedömning

| Kostnad | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|--|------------------|---------------|---------------|
| Registrering | 44 000 kr | | |
| Total certifieringsavgift | 157 000 kr | | |
| Bespoke | 100 000 kr | | |
| Administrativa kostnader | 4 738 636 kr | | |
| Materialkostnad ex moms | 38 100 295 kr | 35 530 333 kr | +2 569 962 kr |
| Totalkostnad ex moms | 43 139 931 kr | 35 530 333 kr | +7 609 598 kr |
| Omräknad projektkostnad (42% material) | 95 754 624 kr | 88 145 026 kr | +8% |

Nedan visas driftkostnaden för modellerna baserade på resultatet från energiberäkningen. Tabellerna är uppdelade efter modellerna och visar den årliga kostnaden för byggnaden i drift och visar totala kostnaden för hela uppvärmda arean (6619,3 m²) på byggnaden

Tabell 5.7 Driftkostnad för BREEAM-Excellent

| Energipost | kWh/m2 | kr/kWh | Kostnad kr/år |
|---------------|--------|--------|---------------|
| Uppvärmning | 29,0 | 0,26 | 56 765 kr |
| Komfortkyla | 5,6 | 0,63 | 23 284 kr |
| Fastighetsel | 10,9 | 0,5 | 78 964 kr |
| Verksamhetsel | 21,9 | 0,5 | 130 916 kr |
| Totalt | | | 289 929 kr |

Tabell 5.8 Driftkostnad för BBR-krav

| Energipost | kWh/m2 | kr/kWh | Kostnad kr/år |
|---------------|--------|--------|---------------|
| Uppvärmning | 66,0 | 0,26 | 120 531 kr |
| Komfortkyla | 4,0 | 0,63 | 16 639 kr |
| Fastighetsel | 12,8 | 0,9 | 90 288 kr |
| Verksamhetsel | 21,9 | 0,9 | 130 916 kr |
| Totalt | | | 358 364 kr |

Tabell 5.9 visar resultatet av kassaflödesanalysen som presenterar den ekonomiska utvecklingen för byggnaden under en tioårs period. Resultatet är uppdelat efter indatan till analysen som är den omräknade projektkostnaden inklusive mervärdesskatt, betalningsnettot för den tioåriga perioden samt ett snittnetto per år.

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 5.9 Resultat av kassaflödesanalys

| Kostnad | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|-------------------------|------------------|---------------|-------------|
| Projektkostnad ink moms | 119 693 kkr. | 110 181 kkr. | +9 512 kkr. |
| Betalningsnetto tio år | 63 482 kkr. | 60 380 kkr. | +3 102 kkr. |
| Snittkostnad kr/år | 6 348 kkr./år | 6 043 kkr./år | +4,8% |

Av resultatet ovan presenteras kostnaderna för att BREEAM-certifiera baserat på detta fall. Resultatet visar att kostnadsökningen för BREEAM från denna fallstudie är 7,6 miljoner kronor, vilket gav en ökning om 8% i den potentiella projektkostnaden. Vidare visas även att den ökade projektkostnaden och därmed större andel lånat kapital har en större påverkan på betalningsnettot än driftskostnaden i detta fall. I förhållande mot tidigare forskning hamnar denna studie i ovankant gällande kostnadsökningen. Elland visade att BREEAM-certifieringen tenderade att öka kostnaderna med 750 000 SEK för medelstora kommersiella byggnader (2012). På projektkostnadsnivå redovisade tidigare forskning ökning mellan mindre än 1% ökning upp till 5,5% fördelade på byggnader med både olika funktioner och BREEAM betyg. Däremot är den procentuella ökningen denna studie presenterat inte helt tillförlitlig i och med omräkningen från material till total projektkostnad, vilket gör det svårt att helt jämföra resultaten.

Fördelningen av kostnaderna indikerar att administrativa kostnader utgör en större del tillsammans med de ökade byggkostnaderna för att klara energikravet för BREEAM Excellent, medan certifikatkostnaden är mindre betydande. Vilket även Olin belyste, en av nackdelarna med BREEAM som att den kan uppfattas byråkratisk och tidskrävande (2016).

5.4 Detaljerat resultat av klimatpåverkan

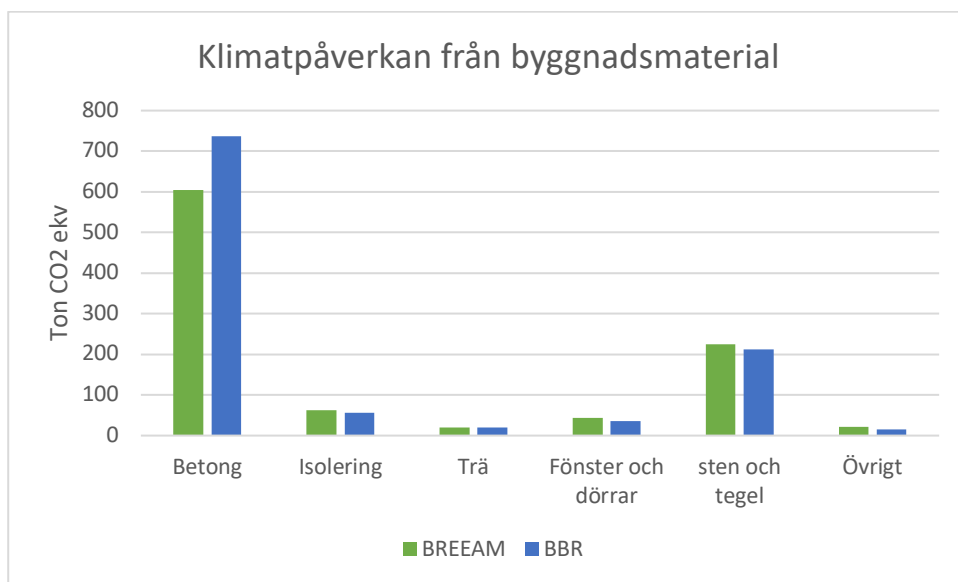
Nedan redovisas resultatet av klimatberäkningarna. Resultatet är för klimatskalet på byggnaden och visar påverkan på klimatet för alla inkluderade byggnadsdelar i kalkylen.

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 5.10 Klimatavtryck för respektive byggnadsdel i modellerna

| Byggnadsdel | BREEAM-Excellent kg CO2 ekvivalenter | BBR-krav kg CO2 ekvivalenter |
|---------------------|---|---------------------------------|
| Grund | 131 370 | 152 778 |
| Källarvägg | 104 292 | 104 292 |
| Yttervägg entréplan | 57 601 | 57 601 |
| Yttervägg | 273 076 | 261 115 |
| Bjälklag | 250 846 | 359 013 |
| Yttertak | 87 889 | 85 268 |
| Sedumtak | 4077 | 3156 |
| Marköverbyggnad | 17 176 | 17 943 |
| Fönster och dörrar | 43 725 | 36 363 |
| FTX-aggregat | 5765 | - |
| Totalt | 975 819 | 1 077 529 |

Följande diagram, Figur 5.1 beskriver fördelningen av klimatavtryck mätt i ton CO₂ ekvivalenter från byggnadsmaterialen för respektive modell.



Figur 5.1 koldioxidfördelning i klimatskalet

Tabellerna 5.11 och 5.12 visar klimatpåverkan för byggnaden under drift. Klimatpåverkan är baserat på resultatet från energiberäkningen med klimatdata för fjärrvärme, fjärrkyla och el. Tabellerna visar totala klimatpåverkan för hela uppvärmda arean (6619,3 m²) på byggnaden.

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 5.11 Klimatavtryck under driftskede för BREEAM-Excellent

| Energipost | kWh/m ² | kg CO ₂ e/kWh | kg CO ₂ ekv/år |
|---------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| Uppvärmning | 29,0 | 0,01 | 1921 |
| Komfortkyla | 5,6 | 0,011 | 418 |
| Fastighetsel | 10,9 | 0,026 | 5641 |
| Verksamhetsel | 21,9 | 0,026 | 3769 |
| Totalt | | | 7979 |

Tabell 5.12 Klimatavtryck under driftskede för BBR-krav

| Energipost | kWh/m ² | kg CO ₂ e/kWh | kg CO ₂ ekv/år |
|---------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| Uppvärmning | 66,0 | 0,01 | 4368 |
| Komfortkyla | 4,0 | 0,011 | 298 |
| Fastighetsel | 12,8 | 0,026 | 5966 |
| Verksamhetsel | 21,9 | 0,026 | 3769 |
| Totalt | | | 10 632 |

Tabell 5.13 visar klimatavtryck omräknad till kostnad enligt nuvarande värdering av koldioxidekvivalenter.

Tabell 5.13 Klimatavtryck omräknat till kostnad

| Energipost | BREEAM-Excellent | BBR-krav |
|---|------------------|------------|
| Byggnad (7 kr/CO ₂ ekv) | 6831 kkr. | 7 543 kkr. |
| Drift tio år (7 kr/CO ₂ ekv) | 558 kkr. | 744 kkr. |
| Totalt | 7 389 kkr. | 8 287 kkr. |

Av ovan presenterade klimatberäkningar visar att BREEAM-Excellent ger en koldioxidbesparing om 9,5% i jämförelse med BBR-modellen. Detta trots att BREEAM-modellen innehåller större mängd material. Av figur 5.1 presenteras att större delen av klimatpåverkan från konstruktionen är från betongen. Besparingen i BREEAM-excellent är därför till stora delar på grund av den klimatförbättrade betongen. I driftsfasen är besparingen cirka 2500 kg CO₂ ekv/år, vilket motsvarar 24,7%. Omräknat till kostnad blir besparingen för BREEAM-modellen ca 900 tusen kronor.

5.5 Känslighetsanalyser

För att bedöma känsligheten i resultatet har följande analyser undersökt insamlad information till resultatet följt av en utvärdering av analysen. Detta med hänsyn till bedömningarna lönsamhet och klimat. Syftet med känslighetsanalyserna är att redogöra för potentiella avvikelser i resultatet för studien.

5.5.1 Känslighet i omräkning till projektkostnad

Eftersom klimatskalet inte utgör hela mängden material för byggnaden blir därför omräkningen om 42% inte helt korrekt. Differenserna i den omräknade projektkostnaden är därför inte helt tillförlitlig. Som exempel visas nedan resultatet av två alternativa omräkningar, där klimatskalet står för 34- respektive 50% av den totala projektkostnaden.

Tabell 5.14 alternativkalkyl för omräkning till projektkostnad

| | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|----------------------------------|------------------|----------------|--------------|
| Materialkostnad | 38 100 295 kr | 35 530 333 kr | 2 569 962 kr |
| Utjämnat för 34% av totalkostnad | 112 059 691 kr | 109 489 729 kr | - |
| Certifieringskostnad | 301 000 kr | - | |
| Administrativkostnad | 4 738 636 kr | - | |
| Total projektkostnad | 117 099 327 kr | 109 489 729 kr | 6,5% |

Tabell 5.15 alternativkalkyl för omräkning till projektkostnad 50%

| | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|----------------------------------|------------------|---------------|--------------|
| Materialkostnad | 38 100 295 kr | 35 530 333 kr | 2 569 962 kr |
| Utjämnat för 50% av totalkostnad | 76 200 590 | 73 630 628 kr | - |
| Certifieringskostnad | 301 000 kr | - | |
| Administrativkostnad | 4 738 636 kr | - | |
| Total projektkostnad | 81 240 226 kr | 73 630 628 kr | 9,4% |

Syftet med omräkningen var att procentuellt kunna jämföra tidigare studiers resultat med denna och som visas i tabellen ovan finns det en avvikelse i jämförelse med det tidigare resultatet om 8%. Eftersom detta resultat inte visat sig helt tillförlitligt, framhävs i stället skillnaden mellan projektet som en kostnad baserad på differensen i modellerna och det extra som BREEAM kostar.

5.5.2 Känslighet för kalkylränta

Tabell 5.16 och 5.17 visar potentiella scenarion med en avvikelse om 2% i ränteutveckling från den som Sveriges riksbank prognostiserat. Kassaflödesanalysen visar följande resultat.

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 5.16 Resultat för kassaflödesanalys för 2% lägre kalkylränta

| Kostnad | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|-------------------------|------------------|---------------|------------|
| Projektkostnad ink moms | 119 693 kkr. | 110 181 kkr. | 9 512 kkr. |
| Betalningsnetto tio år | 43 119 kkr. | 41 714 kkr. | 1 405 kkr. |
| Snittkostnad kr/år | 4 312 kkr./år | 4 171 kkr./år | 3,3% |

Tabell 5.17 Resultat för kassaflödesanalys för 2% högre kalkylränta

| Kostnad | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|-------------------------|------------------|---------------|------------|
| Projektkostnad ink moms | 119 693 kkr. | 110 181 kkr. | 9 512 kkr. |
| Betalningsnetto tio år | 83 574 kkr. | 79 039 kkr. | 4 535 kkr. |
| Snittkostnad kr/år | 8 357 kkr./år | 7 904 kkr./år | 5,4% |

För resultatet visas att en 2% lägre kalkylränta ger en differens om 3,3% för snittkostnaden och 5,4% för den högre räntan. Vidare visar känslighetsanalysen att ränteutvecklingen inte påverkar lönsamheten mellan modellerna, BBR-modellen är billigare i drift för alla tre jämförda räntor. Däremot minskar differensen med en lägre kalkylränta.

5.5.3 Känslighet för energiprisökning

Tabell 5.18 och 5.19 visar scenarion med energiprisökning, driftkostnaden har då en ökning i kassaflödesanalysen med 0,2- respektive 2%.

Tabell 5.18 Resultat för kassaflödesanalys för 0,2% ökning av energipris

| Kostnad | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|-------------------------|------------------|---------------|------------|
| Projektkostnad ink moms | 119 693 kkr. | 110 181 kkr. | 9 512 kkr. |
| Betalningsnetto tio år | 63 521 kkr. | 60 416 kkr. | 3 105 kkr. |
| Snittkostnad kr/år | 6 352 kkr./år | 6 042 kkr./år | 4,9% |

Tabell 5.19 Resultat för kassaflödesanalys för 2% ökning av energipris

| Kostnad | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|-------------------------|------------------|---------------|------------|
| Projektkostnad ink moms | 119 693 kkr. | 110 181 kkr. | 9 512 kkr. |
| Betalningsnetto tio år | 63 892 kkr. | 60 796 kkr. | 3 096 kkr. |
| Snittkostnad kr/år | 6 389 kkr./år | 6 080 kkr./år | 4,8% |

Av ovan tabeller visar att energiprisökningen inte har avsevärt stor påverkan på resultatet. Utan energiprisökning blev resultatet 4,8% högre för BREEAM-modellen, vilket är lika med det ovan presenterade.

5.5.4 Känslighetsanalys för längre tidshorisont

Eftersom denna studie utgått från en tioårig tidshorisont visas ett scenario med 30 år som tidshorisont nedan. Tabellerna visar ett scenario där energipriset hålls konstant samt ett scenario med en ökning om 2% per år, kalkylräntan antas hållas konstant från år tio och framåt. Exkluderat från kalkylen är underhållskostnaden och andra eventuella kostnader.

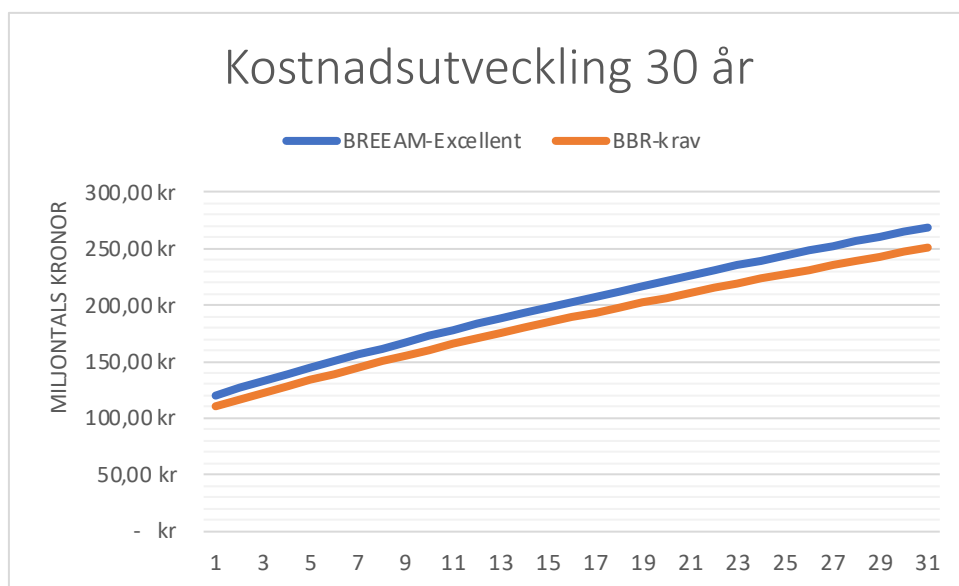
Tabell 5.20 Resultat för kassaflödesanalys (30 år) med konstant energipris

| Kostnad | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|-------------------------|------------------|---------------|------------|
| Projektkostnad ink moms | 119 693 kkr. | 110 181 kkr. | 9 512 kkr. |
| Betalningsnetto 30 år | 148 887 kkr. | 140 189 kkr. | 8 698 kkr. |
| Snittkostnad kr/år | 4 963 kkr./år | 4 673 kkr./år | 5,8% |

Tabell 5.21 Resultat för kassaflödesanalys (30 år) med 2% energiprisökning

| Kostnad | BREEAM-Excellent | BBR-krav | Differens |
|-------------------------|------------------|---------------|------------|
| Projektkostnad ink moms | 119 693 kkr. | 110 181 kkr. | 9 512 kkr. |
| Betalningsnetto 30 år | 149 296 kkr. | 140 608 kkr. | 3 096 kkr. |
| Snittkostnad kr/år | 4 977 kkr./år | 4 687 kkr./år | 5,8% |

Tabellerna ovan visar att en längre tidshorisont inte påverkar lönsamheten modellerna sinsemellan. Figur 5.2 visar en grafisk illustration av betalningsutvecklingen för tidshorisont 30 år med energiprisökning.



Figur 5.2 Illustration av betalningsutveckling för 30 årig tidshorisont med inräknad energiprisökning

Vid tidshorisont 30 år visas att BREEAM-Excellent i detta fall är mindre lönsam än BBR-krav. Likt tidigare resultat är kostnaden för det lånade kapitalet betydligt mycket större än vinningen i lägre energikostnad tillsammans med ränterabatten för BREEAM-modellen.

5.5.5 Känslighet i klimatpåverkan under driftskede

Eftersom det fanns olika klimatdata att tillgå för fjärrvärmens i Linköpings kommun presenterar tabellerna nedan ett resultat utifrån Energiföretagens indata (2022).

Tabell 5.22 Klimatavtryck under driftskede BREEAM-Excellent (justerad)

| Energipost | kWh/m ² | kg CO ₂ e/kWh | kg CO ₂ e/år |
|---------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| Uppvärmning | 29,3 | 0,091 | 17 438 |
| Komfortkyla | 5,5 | 0,011 | 418 |
| Fastighetsel | 10,9 | 0,026 | 5641 |
| Verksamhetsel | 21,9 | 0,026 | 3769 |
| Totalt | | | 23 496 |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell 5.23 Klimatavtryck under driftskede för BBR-krav (justerad)

| Energipost | kWh/m ² | kg CO ₂ e/kWh | kg CO ₂ e/år |
|--------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| Uppvärmning | 29,3 | 0,091 | 39 658 |
| Komfortkyla | 5,5 | 0,011 | 298 |
| Fastighetsel | 10,9 | 0,026 | 5966 |
| Versamhetsel | 21,9 | 0,026 | 3769 |
| Totalt | | | 45 922 |

Resultatet från Energiföretagens värde visar att reduktionen för klimatavtryck i driftskedet blir 49% för BREEAM-modellen, i stället för 24,7% som Tekniska Verkens värde visade. Differensen i den totala klimatpåverkan efter tidshorisonten om tio år blir således med Energiföretagens värde 21,21% lägre för BREEAM-modellen i jämförelse med det tidigare beräknade 10,8%.

6 Diskussion

I följande kapitel diskuteras resultaten, hur de ställer sig mot tidigare forskningsresultat samt en diskussion gällande metodval och antaganden.

6.1 Resultatdiskussion

Utifrån tidigare forskning är det tydligt att miljöcertifieringar, särskilt BREEAM-systemet, medför ökade kostnader för projekt. Flera studier har identifierat olika fördelar med BREEAM, exempelvis ökade konkurrensfördelar, lägre driftskostnader och förbättrat inneklimat. Utifrån resultatet från denna studie visas att BREEAM-modellen presterar bättre i alla avseenden vad gäller utsläpp och klimatpåverkan under såväl byggskede som driftskede. Däremot kan den inte motiveras ekonomiskt baserat på vad denna studie kunnat påvisa. Av resultatet kan utläsas att en betydande del av kostnadsökningen beror på det administrativa arbetet, vilket även var en identifierad nackdel från tidigare forskning. Å andra sidan blir det mer tidseffektivt i kommande projekt för inblandade aktörer, vilket minskar kostnadsökningen.

Vidare skildrar analysen av byggnadens driftskede att den högre driftskostnaden hos BBR-modellen påverkar utfallet i relativt liten utsträckning givet dagens ränteläge. Det bör dock noteras att driftskostnaden skulle vara annorlunda vid en annan värmekälla. Om ett dyrare energislag hade använts, skulle skillnaden mellan modellerna ha varit mindre. På samma sätt skulle lägre räntesatser ha påverkat resultatet som känslighetsanalysen kunde påvisa, dock utan att påvisa lönsamhet. Ytterligare faktorer som påverkar driftsfasen inkluderar planerat underhåll av byggnaden över tid. Eftersom BREEAM-systemet betonar att material inte ska exponeras för krävande miljöer och att materialen i byggnaden ska projekteras för lång livslängd som möjligt. Detta innebär att BBR-modellen sannolikt kommer att kräva mer underhåll under sin livslängd, som även framhålls av WGBC i deras rapport (2013). Ett antagande från studien var att underhållskostnaden vara lika för de första tio åren, varför den inte ingick i analysen. Hade däremot analysen täckt större del av byggnadens livscykel skulle underhållskostnaderna varit en faktor. Däremot finns det svårigheter att även värdesätta den under de första 30 åren i drift med hänsyn till livslängder på dagens installationer och byggnadsmaterial. Som visas i känslighetsanalysen är BREEAM-modellen inte lönsam även på längre sikt. Skillnaderna som analysen presenterade var att BREEAM-modellen kostade cirka 300 tusen kronor mer i drift per år baserat på den 30 åriga tidshorizonten med inräknad energiprisökning.

Sammanfattningsvis är det svårt att direkt motivera de ekonomiska fördelarna med certifieringen med tanke på kostnadsdifferensen mellan de olika modellerna och de många mervärden som är svåra att kvantifiera ekonomiskt med de antagna förutsättningarna. Värderas koldioxidutsläppet in i kostnadsresultatet blir

differensen mellan att bygga via BREEAM-systemet och BBR:s krav 6,7 miljoner kronor dyrare i byggskedet, vilket motsvarar 6,5%. Detta trots att den rekommenderade värderingen av koldioxidekvivalenter nyligen höjdes till sju kronor per kg.

För att färdplanen för bygg- och anläggningssektorn ska följas om nettonollutsläpp till 2045 är det möjligen en högre värdering av koldioxidekvivalenterna som behövs för att minimerat klimatavtryck ska bli mer gynnsamt ekonomiskt, baserat på vad denna studie kunnat påvisa. Emellertid visar resultatet från denna studie att den större besparingen för produktionen av byggnaden var genom den klimatförbättrade betongen. Däremot bestod inte alla betongelement av klimatförbättrad betong vilket gör att det finns potentiellt ytterligare besparingar att göra på klimatområdet. Å andra sidan är klimatförbättrad betong 5% dyrare än vanlig betong (Skanska 2021). Sammantaget blir då kostnadsökningen således större om andelen klimatförbättrad betong ökar.

Fallstudien baseras på BREEAM-systemets upplaga från 2017. I Jämförelse med den nyare upplagan är 2017-versionen mindre i linje med EU-taxonomin. Följderna av detta kan exempelvis påverka potentiella investeringar och byggnadens uppfattade hållbarhet. Enligt den senaste revideringen har minimikrav och indikatorer som bättre stämmer överens med taxonomin implementerats. Sammantaget innebär detta en avvikelse i hur väl byggnaden går i linje med taxonomin, vilket försvårar framhävandet av taxonomin som ett tydligt mervärde. Emellertid presterar BREEAM-modellen bättre än BBR-modellen med avseende på taxonomin trots att den certifieras enligt den äldre upplagan.

Som BREEAM-systemet idag är uppbyggt främjas en hög flexibilitet genom vilka indikatorer ett projekt väljer att ta poäng på. Hur detta påverkar hur ”miljövänligt” ett projekt antas vara är svårt bekräfta utan verifiering när projektet är färdigt. Däremot kan flexibiliteten i poängsystemet medföra att det blir mer svårdefinierat vilka byggnader som går mer- och vilka som går mindre i linje med taxonomin. Möjligen är det fler minimikrav som behöver implementeras för att projektet med större sannolikhet ska följa taxonomin. Å andra sidan kan fler minimikrav göra att tröskeln till att certifiera blir större, eftersom projektet väntas ta fler, och troligtvis mer utspridda poäng. Fler olika poäng kan även innefatta att fler sakkunniga konsulter inkluderas och fler bevis behöver läggas fram, vilket från denna studie visat sig ha varit det som haft störst inverkan på kostnadsökningen. Dessutom baserat på de mervärden som denna- och tidigare studier lyft fram, riskeras incitamenten för att certifiera en byggnad om trösklarna höjs.

Andersson och Elofsson visade att inneklimatet och komforten i byggnaderna var något som fastighetsägarna framhöll som mervärden (2016). Däremot kopplat till denna studie var brukarindatan för modellerna i form av behovsstyrd ventilation. Inneklimatet blev därför lika i respektive modell. Skillnaden är att modellen för BBR-krav behöver använda mer värmeenergi för att upprätthålla det efterfrågade inneklimatet, medan BREEAM-modellen behöver använda mer kylenergi. Vilket har sin förklaring i klimatskalet eftersom transmissionsförlusterna är större i BBR-modellen krävs det alltså ett större tillskott av värmeenergi och vice versa. Däremot innefattar flera poäng med avseende på inneklimat att uppföljningar krävs för att projektet ska bli tilldelat poängen på indikatorn (SGBC 2023). Sannolikt blir också inneklimatet på lång sikt bättre med en högre andel nöjda brukare om det följs upp och justeras efter behov.

Avslutningsvis utifrån ett perspektiv vilka mervärden som uppkommer i takt med certifieringen gav tidigare studier parametrar som är svåra att kvantifiera ur kostnads-, - klimat - och energiperspektiv. Studier från bland annat Nathorst-Westfelt (2013) visade på ett ökat hållbarhetstänk när miljöarbetet implementerats, vilket även studien från Brown, Malmqvist och Wintzell (2014) lyfte fram. Vilka leder till ett större intresse hos potentiella investerare och hyresgäster samtidigt som det skapar konkurrensfördelar. Alternativt som Andersson och Elofsson underströk, att gröna byggnader kommer att vara branschstandard i framtiden, och det snarare är de byggnader som inte certifierats som kommer att minska i värde (2016).

Att BREEAM visade sig kostar mer än vad det smakar baseras i denna fallstudie på att kostnadsdifferensen mellan modellerna var större än den kvantifierade vinningen. Resultatet från denna studie motsätter sig därför rapporten från WGBC (2013), som lyfte fram att energibesparingen normalt överstiger kostnadspremie för certifieringen. Förklaringen kan vara att energipriset för fjärrvärme gör det mindre gynnsamt för lågenergibygnader. Vid kostnadsanalysen för byggnadens driftskede bestod delar av indata av en insats om 15%, vilken var lika för båda modellerna. Eftersom BREEAM-byggnaden går bättre i linje med taxonomin än BBR-byggnaden är den däremot också intressant för potentiella investerare, vilket även lyftes fram av Brown, Malmqvist och Wintzell (2014). Om eventuella investerare skulle ingå i insatsen för byggnaden skulle det kunna frambringa ett resultat som troligen visat motsatsen med avseende på driftsekonomin. Samtidigt säkerställer BREEAM ett hållbarhets- och kvalitetstänk för byggprocessen och den färdiga slutprodukten, vilket sett över tid troligen frambringar ett gynnsamt projekt för samtliga parter. För att öka incitamenten för företag såväl beställare kan en större subventionering av hållbara byggnader genom exempelvis större ränterabatt vid gröna lån, göra de mer ekonomiskt lönsamma. Om fler parter kan se vinningen inte bara ur hållbarhetsaspekten, utan den ekonomiska aspekten likaså, ökar sannolikt mängden BREEAM-projekt. Däremot som denna studie kunnat påvisa är det

administrativa arbetet omfattande, cirka 4,8 miljoner kronor för byggnader i detta. Varför det möjligtvis är SGBC som behöver öka incitamenten med ett enklare administrativt arbete för att tröskeln in ska minskas. I händelse av att mallar och drifrutiner är framtagna från SGBC inför projektet skulle möjligen utfallet sett positivare ut, och möjligen få fler aktörer in på nischmarknaden.

6.2 Metoddiskussion

Den valda metodiken för studien hade naturligtvis kunnat utföras på flera olika sätt. Exempelvis hade flera olika betyg inom certifieringen BREEAM kunnat analyserats. Detta för att kunna dra slutsatsen om vilka betyg som ger störst nytta mot investerad krona. Å andra sidan eftersom referensbyggnaden är projekterad att nå betyg Excellent blir därför insamlade konstansuppgifter kopplat till nivå excellent. Med anledning av att BREEAM-modellen i detta fall har ett ramverk att förhålla sig till har det påverkat materialvalen för just den modellen. Varför det troligtvis inte hade använts samma material om projektet endast skulle följt BBR:s krav. Emellertid som figur 5.1 visar står betongen för större delen av klimatbelastningen, vilket gör att förändringar i materialval inte nödvändigtvis hade haft avgörande betydelse med avseende på klimat. Däremot hade andra material påverkat kostandsdifferensen mellan modellerna. Det som motsätter att materialflexibiliteten är en påverkande faktor är att området där byggnaden byggs är styrt gällande materialval, vilket möjligen gör att andra material inte varit godkända.

Eventuella begräsningar som påverkar resultatet efter vald metodik är bland annat valet av avgränsningen kring att endast undersöka klimatskalet på byggnaden. Givetvis kan detta ha sin påverkan av energianvändningen för byggnaden i ett driftsskede då fler rum med olika funktioner och krav troligtvis hade inneburit annat utfall. Större zoner medför även svårigheter att undersöka inomhusklimatet, vilket medförde att analys av inomhusklimatet avgränsades bort. Å andra sidan är brukarkraven för inomhusklimatet höga med avseende på den tänkta verksamheten och i jämförande syfte modellerna sinsemellan bör inte inneklimatet variera avsevärt eftersom kraven överstiger både BREEAM nivå Excellent och BBR. Den väsentliga skillnaden är att BREEAM ställer krav på uppföljning av inomhusklimatet vilket säkerställer bra klimat.

Den valda klimatfilen för simuleringarna var ASHRAE-Ivec 2, andra klimatfiler såsom Sveby klimatdata som representerar ett typår hade kunnat valts. Eftersom detta är en jämförande studie, förblir klimatfilen dock densamma för båda fallen. Gällande övrig indata till IDA ICE är exempelvis schablonen för köldbryggor hög och infiltrationen låg. Dessa värden är hämtade ur referensprojektet och var därför inte nödvändiga att ändra i jämförande syfte. Hade däremot en modell

simulerats och analyserats hade det varit fördelaktigt om olika schabloner använts, delvis för att både kunna förutspå hur byggnadens system fungerar i ett bra fall med relativt tätt hus och ett sämre fall. Dessutom för att kunna ge en tydligare prognos om olika utfall för byggnaden i praktiken vilket exempelvis påverkar dimensionering av klimatskal och installationssystem.

Eftersom flertalet av certifieringens mervärden är svåra att kvantifiera ur ett energi-, klimat- och kostnadsperspektiv skulle studien sannolikt ha berikats av kvalitativa intervjuer även utförts. Informationen intervjuerna bidragit med skulle ha kunnat nyansera förståelsen av BREEAM-certifieringens praktiska värde och tillhandahålla fler parametrar till analys.

Påverkande faktorer som sänker tillförlitligheten i resultatet är bland annat svarsprocenten från aktörerna i referensprojektet samt metodvalet för studien.

Hur nära sanningen svaren är svåra att svara på. Däremot baserat på känsligheten i resultaten är det värt att belysa möjliga avvikelser från sanningen i resultatet denna studie presenterat. Tidshorisonten som denna studie utgått från är tio år, vilket inte kan anses ge en överskådlig inblick i investering på längre sikt. Å andra sidan skulle en längre tidshorisont behövt ta hänsyn till underhållskostnader, fler prognoser och även oförutsägbara händelser som kan påverka byggnadens drift. Vilka kan sänka tillförlitligheten och avgränsades därför bort. Om resultatet ska användas i fler projekt ska det därför inte användas ordagrant, utan mer som riktvärde. Resultatet visade på den procentuella ökningen i projektkostnaden genom BREEAM för referensprojektet och i jämförelse med andra studiers resultat finns likheter, även om denna studie påvisade något högre inverkan av BREEAM. Å andra sidan har inga verkliga kostnader eller värden publicerats från referensprojektet vilket kan påverka både resultatet och tillförlitligheten för studien. Med en viss försiktighet kan detta resultat vara tillförlitligt för byggnader av omfattning likt referensbyggnaden. Emellertid är inget projekt är det andra likt, vilket gör det svårt att applicera detta resultat till andra projekt.

7 Slutsats

Studiens syfte var att utifrån en fallstudie bestämma hur en BREEAM-certifiering påverkar en byggnad med avseende på energi och klimatavtryck och samtidigt redogöra om det är ekonomiskt försvarbart i jämförelse mot att bygga enligt BBR:s krav.

Utifrån studiens resultat bekräftas det att BREEAM-certifieringen påverkar projektkostnaden. I detta fall med 7,6 miljoner kronor, alternativt 8% efter den omräknade projektkostnaden. Större delen av kostnadsökningen beror på det administrativa arbetet bakom certifieringen. Inräknas klimatpåverkan som kostnad blev den totala differensen 6,5 miljoner kr. Utifrån analysen av driftskedet framgår det att i detta fall var inte BREEAM-certifieringen ekonomisk lönsam, även på längre sikt utifrån de antagna faktorerna.

Slutsatsen blir därmed att incitamenten till att BREEAM-certifiera inte kan motiveras av ekonomiska skäl. Däremot får beställaren en byggnad som har avsevärt lägre driftenergi och ett lägre klimatavtryck över livscykeln, som även går relativt med hänsyn till vald manual i linje med EU:s taxonomi.

Denna studie baseras på ett projekt med en 6620 m² stor byggnad ämnad för vård och forskning. Studien har jämfört ett fall av en BREEAM-certifiering i jämförelse till BBR:s krav utifrån energiprestanda och resultatet är därför inte applicerbart för alla byggnader.

7.1.1 Förslag till fortsatta studier

Det hade varit intressant att undersöka incitamenten mellan de olika betygen i BREEAM för att kunna dra slutsatsen om vilket betyg som ger störst nytta utifrån parametrarna som denna studie undersökt.

Referenser

Artiklar:

Brown, N. Malmqvist, T. & Wintzell, H. (2014). *Miljöcertifiering och mervärden – Vad säger svenska lokalfastighetsägare?*. Kungliga Tekniska Högskolan.
<https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:769479/FULLTEXT01.pdf>
[Hämtad 2024-01-24]

Elland, F (2012). *Incitament för ett mer aktivt arbete med miljöcertifieringar*. Masteruppsats. Väg- och Vattenbyggnad. Lunds Tekniska Högskola.
<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOid=3288169&fileOid=3288170>
[Hämtad 2024-01-16]

Eriksson, R. & Moghbel, S. (2021). *Nytta med både Miljöbyggnad och BREEAM-SE?*. Kandidatuppsats. Byggingenjörprogrammet. Örebro universitet
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1529319/FULLTEXT01.pdf>
[Hämtad 2024-02-04]

Freitas, I.A.S & Zhang, X (2018). *Green building rating systems in Swedish market – A Comparative analysis between LEED, BREEAM-SE, GreenBuilding and Miljöbyggnad*. Elveiser Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.10.066>
[Hämtad 2024-01-20]

Nathorst-Westfelt, E. (2013). *Miljöcertifieringssystemet BREEAM – En studie av processen och dess effekter*. Kandidatuppsats. Fastighet och finans. Kungliga Tekniska Högskolan.
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:633701/FULLTEXT01.pdf>
[Hämtad 2024-01-19]

Olin, J. (2017). *Värden med miljöcertifiering av byggnader. En fallstudie av samverkande byggaktörers erfarenhet från två husbyggnadsprojekt*. Masteruppsats. Arkitektur. Luleå tekniska universitet.
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1091572/FULLTEXT01.pdf>
[Hämtad 2024-04-09]

Reinklou, K. (2022). *Miljöcertifieringar, hur viktiga är dem idag?* Kandidatuppsats. Byggingenjör hållbart byggande. Mittuniversitetet
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1722447/FULLTEXT01.pdf>

[Hämtad 2024-01-16]

Soulti, E. & Leonard, D. (2016) *Briefing paper. The value of BREEAM – A review of latest thinking in the commercial building sector.*

<https://tools.breeam.com/filelibrary/Briefing%20Papers/BREEAM-Briefing-Paper----The-Value-of-BREEAM--November-2016----123864.pdf>

[Hämtad 2024-01-26]

Thmair, A (2021). *Miljöcertifieringssystemen BREEAM, LEED och Miljöbyggnad*. Kandidatuppsats. Byggnadsteknik. Mittuniversitetet.

<http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:1580698/FULLTEXT01.pdf>

[Hämtad 2024-01-15]

Ward, C, & Mactavish, A (2020). *Briefing Paper – Delivering Sustainable Buildings: Savings and Payback.*

https://files.bregroup.com/breeam/briefingpapers/Delivering-Sustainable-Buildings-Savings-and-Payback-Office-Case-Study-BREEAM-NC-2018_BREEAM_BRE_115359_BriefingPaper.pdf

[Hämtad 2024-01-20]

World Green Building Council (2013). *THE BUSINESS CASE FOR GREEN BUILDING.*

https://group.skanska.com/4af531/siteassets/sustainability/reporting-publications/reports-on-green-building/business_case_for_green_building_report_web_2013-03-13.pdf

[Hämtad 2024-05-09]

Digitala Källor

Boverket (2021). *Klimatdeklaration av byggnader*

<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/>

[Hämtad 2024-08-13]

Boverket (2023). *Klimatdeklarationens omfattning*

<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/omfattning/>

[Hämtad 2024-08-13]

Boverket (2023). *Om Boverkets klimatdatabas.*

<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/klimatdatabas/om-klimatdatabas/>

[Hämtad 2024-04-07]

Boverket (2024). *Energideklarationens innehåll*
<https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/energideklarationens-innehall/>
[Hämtad 2024-04-10]

Boverket (2024). *Boverkets klimatdatabas (version 02.05.000)*.
<https://klimatdatabasen.boverket.se/detaljer/2/6000000014> Hämtad 2024-04-16
[Hämtad 2024-04-16]

Utöver Klimatdatabasen har även följande produktvarudeklarationer använts:
Från EPD:erna har den totala fossila klimatpåverkan använts för beräkning.

Beaulieu Technical Textiles (2022). *Environment Product Declaration, Woven geotextile*. Reg. no. S-P-05133.
<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/cd7fbdd6-913b-490b-e661-08da019c6d51/Data>
[Hämtad 2024-04-12]

Bergknapp AS (2022). *Environment Product Declaration, Sedum - Flatt tak*.
NEPD-4032-3067-NO. https://www.epd-norge.no/getfile.php/1328117-1671707286/EPDer/Byggevarer/Takbelegg_membraner/NEPD-4032-3067_Sedum---flatt-tak.pdf
[Hämtad 2024-04-16]

Campolonghi Italia (2021). *Environment Product Declaration, Granite Manufactured Products By Campolonghi Group*. Reg. no. S-P-04298.
<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/797bc078-24c4-4140-563c-08dbdfa90a02/Data>
[Hämtad 2024-04-12]

Energimyndigheten (2023). *Växthusgasberäkning*
<https://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/hallbarhetslagar/fragor-och-svar/vaxthusgasberakning/>
[Hämtad 2024-03-10]

EPS Sverige (2020). *Environment Product Declaration, EPS 80 insulation*.
Reg. no. S-P-02035.
https://www.sundolitt.com/globalassets/inriver/resources/epd_sundolitt-s60-s300mx_2025-05-25.pdf
[Hämtad 2024-04-02]

Kingspan Insulation B.V. (2022). *Environment Product Declaration, Therma TR26 Therma TT46*. Reg. no. EPD-KSI-20220298-LT1-EN

[Hämtad 2024-03-29]

Kingspan Insulation B.V. (2023). *Environment Product Declaration, Koolterm K15C*. Reg. no. EPD-KSI-20230318-CBA1-EN.

<https://www.kingspan.com/content/dam/kingspan/kil/products/kooltherm-k15c-kice/kingspan-kooltherm-k15c-epd-en-kice.pdf>

[Hämtad 2024-03-29]

Metsä (2022). *Environment Product Declaration, Kerto LVL*. Reg. no. S-P-02802.

https://www.metsagroup.com/contentassets/e39dfa793cc343918376a4166feda0c4/epd_for_kerto_lvl.pdf

[Hämtad 2024-04-10]

NCC Industry Nordic AB (2022). *Environment Product Declaration for aggregates from Östersund quarry – Rannåsen*. Reg. no. S-P-06096

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/59c71878-9ac5-42fb-752f-08da3cad8b13/Data>

[Hämtad 2024-04-15]

Norbord Europe Ltd (2022). *Environment Product Declaration, Medium Density Fiberboard (MDF)*. Reg. no. S-P-01851.

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/4b46d53b-e5df-4c8c-83b3-08dbb657dbae/Data>

[Hämtad 2024-04-10]

Svenska Fönster AB (2022). *Environment Product Declaration- Wood and wood aluminum clad windows and patio doors*. Reg. no. S-P-01969

https://19912053.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/19912053/FinFoDocuments/1724427/SF_EPD-4.pdf

[Hämtad 2024-04-09]

Swegon group AB (2022). *Environmental Product Declaration, Swegon CASA air handling units*. Reg. no. S-P-05388

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/44d0684c-87db-4965-c721-08da1b891163/Data>

[Hämtad 2024-04-05]

Tekniska Verken (2023). *Miljövarudeklaration-EPD. Fjärrvärme för Linköpings fjärrvärmenät*. Reg. no. S-P-08296

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/771aa035-e606-4688-2482-08db259f9365/Data>

[Hämtad 2024-03-10]

Tekniska Verken (2023). Miljövarudeklaration-EPD. *Fjärrkyla för Linköpings fjärrkylanät City*. Reg. no. S-P-11014

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/e064c204-da5e-4c3a-f4ab-08dbfbf67387/Data>

[Hämtad 2024-03-10]

Veg Tech AB (2023). *Environmental Product Declaration, Extensive Green Roof Vegetation mat: Veg Tech Sedummatta med Biokol*. Reg. no. S-P-11092.

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/aba30dbd-ec6d-4284-f54d-08dbfbf67387/Data>

[Hämtad 2024-04-08]

Fler digitala källor som använts till studien:

Boverket (2023). *Mål för cirkularitet i byggsektorn*.

<https://www.boverket.se/sv/byggande/cirkular-ekonomi/cirkulara-byggnader/mal-cirkularitet/>

[Hämtad 2024-05-13].

Bulding Research Establishment (u.å.). *BREEAM certification from BRE*

<https://bregroup.com/products/breeam/>

[Hämtad 2024-01-26]

Bulding Research Establishment (u.å.). *BREEAM New construction*.

<https://bregroup.com/products/breeam/breeam-technical-standards/breeam-new-construction>

[Hämtad 2024-01-26]

Byggföretagen (2020). *Byggkostnader och konkurrens-hur är det egentligen?*

<https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/02/Byggkostnader-och-konkurrens-hur-%C3%A4r-det-egentligen.pdf>

[Hämtad 2024-05-06]

Byggföretagen (2024). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft. Bygg- och anläggningssektorn*.

https://byggforetagen.se/app/uploads/2024/02/Bygg_Anlaggningssektorns-fardplan-200224.pdf

[Hämtad 2024-05-24]

Danske bank 2024 – *grönt bolån för gröna hem*.

https://danskebank.se/privat/produkter/bolan/grona-bolan?sc_cid=ppc_google_2017903166_78384365664&ps_kw=bol%C3%A5n

[&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw2PSvBhDjARIsAKc2cgNhmeOKcyu84e0JPANrVCGjmGzEuCVR1QZpHhVxR-9YdcrE4kFjH6saAmu1EALw_wcB&gclsrc=aw.ds](https://www.energiforetagen.se/49d1fb/globalassets/energiforetagen/statistik/fjarrvarme/miljovardering-av-fjarrvarme/fjarrvarmens-lokala-miljovarden-2022.xlsx)
[Hämtad 2024-03-22]

Energiföretagen (2022) *Fjärrvärmens-lokala-miljövården*. [Excell]
Sökinställningar: Företag: Tekniska Verken AB. Nät: Linköping.
<https://www.energiforetagen.se/49d1fb/globalassets/energiforetagen/statistik/fjarrvarme/miljovardering-av-fjarrvarme/fjarrvarmens-lokala-miljovarden-2022.xlsx>
[Hämtad 2024-04-24]

Energimarknadsinspektionen (2013). *Kartläggning av marknaden för fjärrkyla*.
<https://www.ei.se/download/18.d4c49f01764cbd606218a97/1608305083456/Kartl%3%A4ggning-av-marknaden-f%3%B6r-fj%3%A4rrkyla-Ei-R2013-18.pdf>
[Hämtad 2024-03-25]

Energimyndigheten (2024) *Energiläget*. (Excel, version 2024-04-22).
Sökinställningar: Fjärrvärme flerbostadshus. Bräkningar: snitthöjning av energipris per tioårsperiod.
<https://www.energimyndigheten.se/4985ff/globalassets/statistik/energilaget/energilaget-i-siffror-2023-excel.xlsx>
[Hämtad 2024-05-23]

EPD International (u.å.) *Our DNA is made out of EPD and PCR*.
<https://environdec.com/about-us/epd-international-ab-about-the-company-behind-the-system>
[Hämtad 2024-04-19]

EQUA simulation AB (2023). *IDA ICE*.
<https://www.equa.se/se/ida-ice>
[Hämtad 2024-04-10]

Fortnox (2023) *Vad är kassaflödesanalys?*.
<https://www.fortnox.se/fortnox-foretagsguide/ekonomisk-ordlista/kassaflodesanalys>
[Hämtad 2024-03-28]

Green Book Live (2022). *Certified BREEAM Assesments*. Sökinställningar: (1)Projekt Phase: New Counstruction, Country: Sweden (2): Project Type: en sökning för varje typ av byggnad.
<https://www.greenbooklive.com/search/scheme.jsp?id=202>

[Hämtad 2024-01-18]

Naturvårdsverket (2024). *Ämnesområde-Klimatomställning*

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/#E1538315510>

[Hämtad 2024-01-15]

Regeringskansliet (2022) *En taxonomi för hållbara investeringar*

<https://www.regeringen.se/regeringens-politik/finansmarknad/taxonomi-ska-gora-det-enklare-att-identifiera-och-jamfora-miljomassigt-hallbara-investeringar/>

[Hämtad 2024-04-15]

Sveriges Riksbank (2024). *Penningpolitisk rapport*.

<https://www.riksbank.se/globalassets/media/rapporter/ppr/penningpolitiska-rapporter-och-uppdateringar/svenska/2024/penningpolitisk-rapport-mars-2024.pdf>

[Hämtad 2024-03-28]

SEB (u.å.). *Aktuella Bolåneräntor*

<https://seb.se/privat/bolan/bolanerantor>

[Hämtad 2024-03-28]

Skanska (2021). *Betongen som tar byggandet in i framtiden*

<https://www.skanska.se/om-skanska/press/nyheter/betongen-som-tar-byggandet-in-i-framtiden/>

[Hämtad 2024-05-01]

Skatteverket (u.å.). *Fastighetsavgift och fastighetsskatt*.

<https://skatteverket.se/privat/fastigheterochbostad/fastighetsavgiftochfastighetsskatt.4.69ef368911e1304a625800013531.html>

[Hämtad 2024-03-28]

Sveby (2013). *Brukarindata kontor* (version 1.1)

<https://www.sveby.org/wp-content/uploads/2013/06/Brukarindata-kontor-version-1.1.pdf>

[Hämtad 2024-03-10]

Sveriges Riksbank (2024) *Styrränta, in- och utlåningsränta*

<https://www.riksbank.se/sv/statistik/rantor-och-valutakurser/styrranta-in--och-utlaningsranta/>

[Hämtad 2024-05-23]

Sveriges riksdag (2020) *Interpellation 2019/20:466 av Magnus Johansson (KD). Koldioxidpriset och Infrastrukturplaneringen.*

https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/interpellation/koldioxidpriset-och-infrastrukturplaneringen_h710466/

[Hämtad 2024-05-22]

Sveriges Miljömål (2023). *Utsläpp av växthusgaser till år 2030.*

<https://www.sverigemiljomal.se/etappmalen/utslapp-av-vaxthusgaser-till-ar-2030/>

[Hämtad 2024-05-13]

Swedbank (2024). *Grönt Bolån.*

<https://www.swedbank.se/privat/boende-och-bolan/bolan-for-olika-behov/grona-bolanet.html>

[Hämtad 2024-03-22]

Sweden Green Building Council (2023). *BREEAM-SE Bespoke.*

<https://www.sgbc.se/certifiering/breeam-se/certifieringsstod-for-breeam-se/breeam-se-bespoke/>

[Hämtad 2024-05-24]

Sweden Green Building Council & BRE Global (2023). *BREEAM-SE nybyggnad 2017 Teknisk manual 1.1* [Manual]

<https://www.sgbc.se/app/uploads/2018/06/BREEAM-SE-2017-1.1-Swedish-version.pdf>

[Hämtad 2024-03-20]

Sweden Green Building Council & BRE Global (2023). *BREEAM-SE Nybyggnad v6.0 Teknisk manual* [Manual]

https://www.sgbc.se/app/uploads/2023/05/Manual_BREEAM-SE_SV_v6.0.2.pdf

[Hämtad 2024-01-20]

Sweden Green Building Council (2024). *Certifiering.*

<https://www.sgbc.se/certifiering/>

[Hämtad 2024-01-22]

Sweden Green Building Council (2024). *Certifieringsprocessen för BREEAM-SE.*

<https://www.sgbc.se/certifiering/breeam-se/certifieringsprocessen-for-breeam-se/>

[Hämtad 2024-02-07]

Sweden Green Building Council (2024). *Manualer och verktyg för certifiering i BREEAM-SE*.

<https://www.sgbc.se/certifiering/breeam-se/certifieringsstod-for-breeam-se/manualer-och-verktyg-for-certifiering-i-breeam-se/>

[Hämtad 2024-01-23]

Sweden Green Building Council (2017). *New construction 2017 - Sammanfattning av förändringar*

<https://www.sgbc.se/app/uploads/2018/10/F%C3%B6r%C3%A4ndringar-i-BREEAM-SE-2017.pdf>

[Hämtad 2024-01-23]

Sweden Green Building Council (2023). *Prislista BREEAM-SE*. Dok.nr: SGBC BR003

<https://www.sgbc.se/app/uploads/2023/06/SGBC-BR-003-Fee-Sheet-1.14.pdf>

[Hämtad 2024-01-23]

Sweden Green Building Council (2023). *BREEAM-SE v6.0 – Sammanfattning av förändringar*.

<https://www.sgbc.se/app/uploads/2023/01/F%C3%B6r%C3%A4ndringar-i-BREEAM-SE-v6.0-230131.pdf>

[Hämtad 2024-01-23]

Sweden Green Building Council (2024). *Vad är BREEAM-SE?*

<https://www.sgbc.se/certifiering/breeam-se/vad-ar-breeam-se/>

[Hämtad 2024-01-15]

Sweden Green Building Council (2024). *Vad är EU:s gröna taxonomi?*

<https://www.sgbc.se/utveckling/eu-taxonomin/vad-ar-eus-grona-taxonomi/>

[Hämtad 2024-04-19]

Sweden Green Building Council (2024). *Vad är LEED?*

<https://www.sgbc.se/certifiering/leed/vad-ar-leed/>

[Hämtad 2024-04-11]

Sweden Green Building Council (2022). *Vad är Miljöbyggnad?*

<https://www.sgbc.se/certifiering/miljobyggnad/vad-ar-miljobyggnad/>

[Hämtad 2024 04 11]

Tekniska Verken (2024). *Företag och BRF- priser och avtalsvillkor fjärrvärme 2024*.

<https://www.tekniskaverken.se/kundservice/priser-och-avtal/fjarrvarmepris/foretag-brf-samfallighet-2024/>

[Hämtad 2024-03-25]

Wikells sektionsdata (u.å.) *Gör effektiva kalkylberäkningar med Wikells Sektionsdata ROT.*

https://wikells.se/program/bygg-rot/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwoPOwBhAeEiwAJuXRh7Ih1-Pe97xhZWzeUABnhE7JmdgIm3G98KrkwQCrnD2S_reoXfa8bBoCTJUQAvD_BwE

[Hämtad 2024-04-15]

Utöver datan som finns att tillgå i Wikells har följande data kompletterats: Kostnaden är hämtad som företagskund, det vill säga att moms inte är inräknat.

Bauhaus (u.å.). *Isolering recticell eurothane ewall PIR 30x1200x2400*

<https://www.bauhaus.se/isolering-recticel-eurothane-ewall-pir-30x1200x2400mm>

[Hämtad 2024-04-14]

Beijer byggmaterial (u.å.). *Fasadskiva K15C Koolterm*

<https://www.beijerbygg.se/privat/sv/produkter/byggmaterial/isolering/glasull/fasadskiva-k15c-kooltherm-alu-glasfiber-rak-159x1200x600-008148055>

[Hämtad 2024-04-13]

Ventilation (u.å.). *Swegon Casa R7-H*

https://ventilation.se/sv/products/swegon-casa-r7-h-smart/2299?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwoPOwBhAeEiwAJuXRh52VszFpBiU7wVaHIVDfeVvjbWyDzVbY5OitYppnYZMLvzj3ZX4thRoCG5QQA vD_BwE

[Hämtad 2024-04-15]

Bilagor

Bilaga A; frågeformulär till aktörer från referensprojekt

- Hur mycket tid bedömde din disciplin att lägga på BREEAM vid projektstart under projekteringsskedet? (Bevismaterial, eller annat)
- Hur mycket blev det faktiska utfallet i tid (i projekteringsskedet)?
- Hur mycket tid är bedömt för produktionsskedet?
- Har din disciplin behövt göra några åtgärder inom projektet som bara har med BREEAM att göra, d.v.s ej hade behövts göras om inte byggnaden skulle ha certifierats. Isåfall vilka åtgärder? Hur mycket bedömer du att de åtgärderna kostar exempelvis i extra material och/eller montering?

Bilaga B, Material och dimensioner för BREEAM-excellent

Tabell B1 Material och dimension grund plan 08

| Grund Plan 08 | dimension (mm) |
|--------------------------|----------------|
| Betong, Klimatförbättrad | 350 |
| Sundolitt | 150 |
| Tätskikt | |
| Makadam (8/16) | 200 |
| Packad sprängsten | 300 |

Tabell B2 Material och dimension grund plan 09

| Grund Plan 09 | dimension (mm) |
|--------------------------|----------------|
| Betong, Klimatförbättrad | 200 |
| Sundolitt | 150 |
| Tätskikt | |
| Sundolitt | 100 |
| Makadam (8/16) | 200 |
| Packad sprängsten | 300 |

Tabell B3 Material och dimension Källarväggar

| Källarvägg | dimension (mm) |
|---------------|----------------|
| Prefab Betong | 250 |
| Igncell | 150 |
| Geotextil | |

Tabell B4 Material och dimension yttervägg entréplan

| Yttervägg entréplan | dimension (mm) |
|---------------------|----------------|
| Prefab Betong | 150 |
| Koolterm K15C | 160 |
| Betong | 120 |
| Granitsten | 30 |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell B5 Material och dimension yttervägg

| Yttervägg | dimension (mm) |
|---------------|----------------|
| Prefab Betong | 150 |
| Koolterm K15C | 160 |
| Luftspalt | 30 |
| Slammat tegel | 110 |

Tabell B6 Material och dimension Yttertak

| Yttertak | dimension (mm) |
|-----------------------|----------------|
| Protect F (brandgips) | 15 |
| Plywood | 12 |
| Kertobalk c/c 1200 | 400 |
| Sprutad stenuil | 400 |
| Reglar c/c 450 | 70 |
| Sprutad stenuil | 70 |
| MDF-skiva | 3 |
| Läkt | 34 |
| Råspont | 23 |
| Underlagspapp | |
| Läkt | 34 |
| Takpannor | |

Tabell B7 Material och dimension Bjälklag

| Bjälklag | dimension (mm) |
|------------------------------|----------------|
| HDF, Klimatförbättrad | 200 |
| Pågjutning, Klimatförbättrad | 30 |

Tabell B8 Material och dimension Sedumtak

| Sedumtak | dimension (mm) |
|--------------------------------------|----------------|
| Takboard | 50 |
| Therma TR26 | 100 |
| Therma TT46 (takfallsskiva) | 50 |
| Stenullsborad rob 60 | 20 |
| Tätskikt | |
| Sedumtak (rotsydd, droppskydd, jord) | 93,3 |
| Torrängsmatta | 30 |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell B9 Material och dimension Marköverbyggnad

| Marköverbyggnad | dimension (mm) |
|-----------------------------------|----------------|
| Betong, Klimatförbättrad | 280 |
| Pågjutning 1:60, Klimatförbättrad | 28 |
| Tätskikt YEP 6500 | |
| Nopadrain 115 | 15 |
| Styrofoam 700 | 200 |
| Fiberduk | |
| Marköverbyggnad | 350 |

Tabell B10 Dimension fönster och dörrar

| Fönster (notering från wikells) | dimension (cm) | Antal (st) |
|--|----------------|------------|
| NCS 11.03 fast U=0,8 | 68,5 x 158,5 | 70 |
| NCS 11.03 horisontalöppning U=0,8 | 148,5 x 158,5 | 69 |
| NCS 11.03 fast U=0,8 | 68,5 x 238,5 | 24 |
| NCS 11.03 utåtgående fönsterdörr U=0,8 | 148,5 x 238,5 | 36 |
| NCS 11.03 fast U=0,8 | 68,5 x 238,5 | 27 |
| NCS 11.03 horisontalöppning U=0,8 | 148,5 x 108,5 | 35 |
| NCS 11.03 horisontalöppning U=0,8 | 174,7 x 108,5 | 4 |
| NCS 11.03 utåtgående fönsterdörr U=0,8 | 315 x 339,5 | 8 |
| NCS 11.03 utåtgående fönsterdörr U=0,8 | 113,5x 339,5 | 2 |
| Dörrar | | |
| Entrédörr glasad | 400 x 240 | 1 |

Bilaga C, Material och dimensioner för BBR-krav

Tabell C1 Material och dimension grund plan 08

| Grund Plan 08 | dimension (mm) |
|-------------------|----------------|
| Betong | 350 |
| Sundolitt | 100 |
| Tätskikt | |
| Makadam (8/16) | 200 |
| Packad sprängsten | 300 |

Tabell C2 Material och dimension grund plan 09

| Grund Plan 09 | dimension (mm) |
|-------------------|----------------|
| Betong | 200 |
| Sundolitt | 100 |
| Tätskikt | |
| Sundolitt | 100 |
| Makadam (8/16) | 200 |
| Packad sprängsten | 300 |

Tabell C3 Material och dimension Källarväggar

| Källarvägg | dimension (mm) |
|---------------|----------------|
| Prefab Betong | 250 |
| Igncell | 150 |
| Geotextil | |

Tabell C4 Material och dimension yttervägg entréplan

| Yttervägg entréplan | dimension (mm) |
|---------------------|----------------|
| Prefab Betong | 150 |
| Koolterm K15C | 100 |
| Betong | 120 |
| Granitsten | 30 |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell C5 Material och dimension yttervägg

| Yttervägg | dimension (mm) |
|---------------|----------------|
| Prefab Betong | 150 |
| Koolterm K15C | 100 |
| Luftspalt | 30 |
| Slammat tegel | 110 |

Tabell C6 Material och dimension Yttertak

| Yttertak | dimension (mm) |
|-----------------------|----------------|
| Protect F (brandgips) | 15 |
| Plywood | 12 |
| Kertobalk c/c 1200 | 400 |
| Sprutad stenull | 400 |
| MDF-skiva | 3 |
| Läkt | 34 |
| Råspont | 23 |
| Underlagspapp | |
| Läkt | 34 |
| Takpannor | |

Tabell C7 Material och dimension Bjälklag

| Bjälklag | dimension (mm) |
|------------------------------|----------------|
| HDF, Klimatförbättrad | 200 |
| Pågjutning, Klimatförbättrad | 30 |

Tabell C8 Material och dimension Sedumtak

| Sedumtak | dimension (mm) |
|--------------------------------------|----------------|
| Takboard | 50 |
| Therma TR26 | 30 |
| Therma TT46 (takfallsskiva) | 30 |
| Tätskikt | |
| Sedumtak (rotsydd, droppskydd, jord) | 93,3 |
| Torrängsmatta | 30 |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Tabell C9 Material och dimension Marköverbyggnad

| Marköverbyggnad | dimension (mm) |
|--------------------------------------|----------------|
| Betong, Klimatförbättrad | 280 |
| Pågjutning 1:60, Klimatförbättrad | 28 |
| Tätskikt YEP 6500 | |
| Nopadrain 115 | 15 |
| Styrofoam 700 | 100 |
| Fiberduk | |
| Marköverbyggnad | 350 |

Tabell C10 Dimension fönster och dörrar

| Fönster (notering från wikells) | dimension (cm) | Antal (st) |
|--|----------------|------------|
| NCS 11.03 fast U=1,1 | 68,5 x 158,5 | 70 |
| NCS 11.03 horisontalöppning U=1,1 | 148,5 x 158,5 | 69 |
| NCS 11.03 fast U=1,1 | 68,5 x 238,5 | 24 |
| NCS 11.03 utåtgående fönsterdörr U=1,1 | 148,5 x 238,5 | 36 |
| NCS 11.03 fast U=1,1 | 68,5 x 238,5 | 27 |
| NCS 11.03 horisontalöppning U=1,1 | 148,5 x 108,5 | 35 |
| NCS 11.03 horisontalöppning U=1,1 | 174,7 x 108,5 | 4 |
| NCS 11.03 utåtgående fönsterdörr U=1,1 | 315 x 339,5 | 8 |
| NCS 11.03 utåtgående fönsterdörr U=1,1 | 113,5x 339,5 | 2 |
| Dörrar | | |
| Entrédörr glasad | 400 x 240 | 1 |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Bilaga D, resultat av energiberäkning BREEAM-excellent

| Område | Specifik energianvändning kWh | Specifik energianvändning kWh/m2 | Fgeo | faktor | Primärenergital kWh/m2, år |
|---|-------------------------------|----------------------------------|------|--------|----------------------------|
| Uppvärmning | | | | | |
| uppvärmning värme inklusive regel- och distributionsförluster | 121842,4 | 18,4 | 1 | 0,7 | 12,9 |
| uppvärmning ventilation inklusive regel- och distributionsförluster | 25786 | 3,9 | 1 | 0,7 | 2,7 |
| Tappvarmvatten | 13238,6 | 2,0 | 1 | 0,7 | 1,4 |
| VVC förluster | 33096,5 | 5,0 | 1 | 0,7 | 3,5 |
| Komfortkyla | | | | | |
| Komfortkyla inklusive regel- och distributionsförluster | 36582,8 | 5,5 | 1 | 0,6 | 3,3 |
| Fastighetsel | | | | | |
| El till pumpar | 8583,2 | 1,3 | 1 | 1,8 | 2,3 |
| El till fläktar | 25715 | 3,9 | 1 | 1,8 | 7,0 |
| Fastighetsbelysning | 18630 | 2,8 | 1 | 1,8 | 5,1 |
| Utomhusbelysning | 9000 | 1,4 | 1 | 1,8 | 2,4 |
| Hissar | 10500 | 1,6 | 1 | 1,8 | 2,9 |
| Energiprestanda | | 45,8 | | | 43,5 |
| Verksamhetsel | | 21,9 | | | |
| | | | | | |
| Marginal till BBR | | | | | 40,9% |

Bilaga E, resultat av energiberäkning BBR-krav

| Område | Specifik energianvändning kWh | Specifik energianvändning kWh/m ² | F _{geo} | faktor | Primärenergital kWh/m ² , år |
|---|-------------------------------|--|------------------|--------|---|
| Uppvärmning | | | | | |
| uppvärmning värme inklusive regel- och distributionsförluster | 382866 | 54,8 | 1 | 0,7 | 38,5 |
| uppvärmning ventilation inklusive regel- och distributionsförluster | 26555 | 4,0 | 1 | 0,7 | 2,8 |
| Tappvarmvatten | 13238,6 | 2,0 | 1 | 0,7 | 1,4 |
| VVC förluster | 33096,5 | 5,0 | 1 | 0,7 | 3,5 |
| Komfortkyla | | | | | |
| Komfortkyla inklusive regel- och distributionsförluster | 26411,5 | 3,7 | 1 | 0,6 | 2,4 |
| Fastighetsel | | | | | |
| El till pumpar | 20020,805 | 3,0 | 1 | 1,8 | 5,4 |
| El till fläktar | 26367 | 4,0 | 1 | 1,8 | 7,2 |
| Fastighetsbelysning | 18630 | 2,8 | 1 | 1,8 | 5,1 |
| Utomhusbelysning | 9000 | 1,4 | 1 | 1,8 | 2,4 |
| Hissar | 10500 | 1,6 | 1 | 1,8 | 2,9 |
| Energiprestanda | | 82,3 | | | 71,3 |
| Verksamhetsel | | 21,9 | | | |
| | | | | | |
| Marginal till BBR | | | | | 2,7% |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Bilaga F, Resultat av administrativa kostnader för BREEAM.

| Aktör | Tid projektering timmar | Tid Produktion timmar | kr/h | Summa |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------|--------------|
| Beställare* | 50 | 20 | 1000 | 70 000 kr |
| Totalentreprenör | | | | |
| Projektchef | 40 | 40 | 800 | 64 000 kr |
| Projektingenjör | 270 | 270 | 800 | 432 000 kr |
| Projekteringsledare | 40 | 0 | 800 | 32 000 kr |
| Produktionschef | - | 431,5 | 800 | 237 325 kr |
| Sakkunniga/Projektörer | | | | |
| Arkitekt | 210 | 10 | 1000 | 220 000 kr |
| Konstruktör | 60 | 0 | 1000 | 60 000 kr |
| Energi/AP | 600 | 1850 | 1000 | 2 450 000 kr |
| Landskapsarkitekt | 40 | 0 | 1000 | 40 000 kr |
| Vent och VS | 60 | 8 | 1000 | 68 000 kr |
| VS Sprinkler* | 10 | 10 | 1000 | 20 000 kr |
| EI* | 80 | 0 | 1000 | 80 000 kr |
| Fukt | 30 | 10 | 1000 | 40 000 kr |
| Drift* | 20 | 20 | 1000 | 40 000 kr |
| Akustik | 24 | 10 | 1000 | 34 000 kr |
| Styrteknik* | 30 | 10 | 1000 | 40 000 kr |
| Mark | 80 | 40 | 1000 | 120 000 kr |
| Prefab | 20 | 20 | 1000 | 40 000 kr |
| Entreprenörer | | | | |
| Vent och VS | 20 | 20 | 800 | 32 000 kr |
| EI | 30 | 0 | 800 | 24 000 kr |
| | | | | |
| Totalt | | 4483,5 h | | 4 251 200 kr |
| Åtgärder kopplat till BREEAM | | | | |
| Från entreprenad | Etablering, checklista A1 etc | | | 407 436 kr |
| Mark | Invallade parkeringsplatser | | | 65 000 kr |
| Landskapsarkitekt | Insektshotell | | | 15 000 kr |
| | | | | |
| Totalt | | | | 4 738 636 kr |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Bilaga G, Kostnads kalkyl BREEAM-excellent

| BREEAM-Excellent | | | | | |
|---------------------------|-------|--------|-------------|-----------------|--|
| Byggekalkyl | Enhet | Mängd | a' pris | kostnad | Notering Wikells |
| Grundkonstruktion | | | | | Betong klimatförbättrad* |
| Grundplatta plan 08 | m2 | 300,5 | 1 937,34 kr | 582 169,29 kr | 4.018 omräknat efter mängd |
| Grundplatta plan 09 | m2 | 970,8 | 1 679,13 kr | 1 630 096,69 kr | 4.018 omräknat efter mängd |
| Källarvägg | | | | | |
| Prefab betong 250 | m2 | 649 | 2 619,16 kr | 1 699 833,47 kr | GSC.52 |
| Igncuell 150 | m2 | 649 | 317,90 kr | 206 317,10 kr | IBC.1 (100+50) |
| Geotextil | m2 | 649 | 38,79 kr | 25 174,71 kr | IBE.1 |
| Yttervägg entréplan | | | | | |
| Prefab betong 150 | m3 | 284 | 2 420,00 kr | 687 280,00 kr | GSC.52 |
| Koolterm K15C 160 | m2 | 284 | 2 886,69 kr | 819 819,30 kr | Montering enligt IBE.252 |
| Betong 120 | m2 | 284 | 2 207,72 kr | 626 992,28 kr | GSC.52 |
| Granitsten 30 | m2 | 284 | 4 702,50 kr | 1 335 510,00 kr | MBB.121 |
| Yttervägg | | | | | |
| Prefab betong 150 | m2 | 1678 | 2 420,00 kr | 4 060 760,00 kr | GSC.52 |
| Koolterm K15C 160 | m2 | 1678 | 2 886,69 kr | 4 843 861,94 kr | Montering enligt IBE.252 |
| Slammat tegel 110 | m2 | 1678 | 1 310,50 kr | 2 199 019,00 kr | FSG.22 |
| Tunn puts slammad yta | m2 | 1678 | 170,09 kr | 285 411,02 kr | LBS |
| Yttertak | | | | | |
| Takkonstruktion | m2 | 1130 | 3 512,27 kr | 3 968 860,50 kr | 11.037 |
| Bjälklag | | | | | |
| HDF+ överbetong | m2 | 5844,5 | 1 710,20 kr | 9 995 252,21 kr | 9.042 |
| Sedumtak | | | | | |
| takboard | m2 | 120 | 219,28 kr | 26 313,60 kr | IBF.5 |
| Terma TR26 100 | m2 | 120 | 1 204,91 kr | 144 588,96 kr | Montering enligt IBG.1 |
| Therma TT46 50 | m2 | 120 | 724,91 kr | 86 988,96 kr | Montering enligt IBG.1 |
| Stenullsboard rob 60 (20) | m2 | 120 | 155,80 kr | 18 696,00 kr | IBF.31 |
| Tätskikt | m2 | 120 | 396,00 kr | 47 520,00 kr | JSE.1521 |
| Rotskydd | m2 | 120 | 166,23 kr | 19 947,17 kr | LCS.6 |
| Nopadrain 220 | m2 | 120 | 184,80 kr | 22 176,00 kr | JSH |
| Grodan TT100/40 | m2 | 120 | 431,00 kr | 51 720,00 kr | JSJ |
| Veg tech takjord | m2 | 120 | 95,70 kr | 11 484,00 kr | JSJ |
| Torrängsmatta | m2 | 120 | 709,50 kr | 85 140,00 kr | JSK |
| Marköverbyggnad | | | | | Klimatförbättrad betong* |
| Platsgjutet betong | m3 | 45,64 | 2 909,53 kr | 132 790,90 kr | ESE.21 |
| Påggjutning fall 1:60 | m3 | 4,62 | 2 909,53 kr | 13 437,17 kr | ESE.21 |
| Tätskikt | m2 | 163 | 715,37 kr | 116 604,59 kr | Montering enligt JSC.114 |
| Nopadrain 15 | m2 | 163 | 184,80 kr | 30 122,40 kr | JSH |
| Styrofoam 700, 200 | m2 | 163 | 398,20 kr | 64 906,60 kr | IBC.1 |
| fiberduk | m2 | 163 | 38,79 kr | 6 322,77 kr | DBB.31 |
| Marköverbyggnad | m2 | 163 | 217,80 kr | 35 501,40 kr | DCB.21 |
| Fönster (b x h) | | | | | |
| 0,685x1,585 | st | 70 | 5 620,43 kr | 393 430,10 kr | NSC.11.03, 6x16 fast, U-0,8 |
| 1,485x1,585 | st | 69 | 13 761 kr | 949 532,46 kr | NCS.1103, 15x14 horisontalöppning, U-0,8 |
| 0,685x2,385 | st | 24 | 6 929,58 kr | 166 309,92 kr | NCS.1103, 6x21 fast, U-0,8 |
| 1,485x2,385 | st | 36 | 31 438,6 kr | 1 131 788,16 kr | NCS.1103, 16x21 utåtg (fönsterdörr), U-0,8 |
| 0,685x1,085 | st | 27 | 4 950,28 kr | 133 657,56 kr | NCS.1103, 6x12 fast, U-0,8 |
| 1,485x1,085 | st | 35 | 13 054 kr | 456 901,90 kr | NCS.1103, 12x16 horisontalöppning, U-0,8 |
| 1,747x1,085 | st | 4 | 13 054,3 kr | 52 217,36 kr | NCS.1103, 12x16 horisontalöppning, U-0,8 |
| 3,15x3,395 | st | 4 | 62 877,1 kr | 251 508,48 kr | NCS.1103, 16x21 utåtg (fönsterdörr) x 2, U-0,8 |
| 1,135x3,395 | st | 2 | 31 438,6 kr | 62 877,12 kr | NCS.1103, 16x21 utåtg (fönsterdörr), U-0,8 |
| Dörrar | | | | | |
| Entrédörr glasad 40x24 | st | 1 | 91 761,0 kr | 91 761,02 kr | 16.069 Entréparti 40x24 av aluminium |
| FTX Aggregat | st | 14 | 37835,21 | 529692,94 | Swegon casa R7H / Ventilation.se |
| Summa | | | | 38 100 295 kr | ex moms |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Bilaga H, Kostnadskalkyl BBR-krav

| BBR-krav | | | | | |
|------------------------|-------|--------|--------------|------------------|--|
| | Enhet | Mängd | a' pris | kostnad | Notering Wikells |
| Grundkonstruktion | | | | | |
| Grundplatta plan 08 | m2 | 300,5 | 1 392,10 kr | 418 326,95 kr | 4.018 omräknat efter mängd |
| Grundplatta plan 09 | m2 | 970,8 | 1 387,75 kr | 1 347 228,67 kr | 4.018 omräknat efter mängd |
| Källarvägg | | | | | |
| Prefab betong 250 | m2 | 649 | 2 619,16 kr | 1 699 833,47 kr | GSC.52 |
| Ignucell 150 | m2 | 649 | 317,90 kr | 206 317,10 kr | IBC.1 (100+50) |
| Geotextil | m2 | 649 | 38,79 kr | 25 174,71 kr | IBE.1 |
| Yttervägg entréplan | | | | | |
| Prefab betong 150 | m3 | 284 | 2 420,00 kr | 687 280,00 kr | GSC.52 |
| Koolterm K15C 100 | m2 | 284 | 3 108,91 kr | 882 930,41 kr | Montering enligt IBE.252 |
| Betong 120 | m2 | 284 | 2 207,72 kr | 626 992,28 kr | GSC.52 |
| Granitsten 30 | m2 | 284 | 4 702,50 kr | 1 335 510,00 kr | MBB.121 |
| Yttervägg | | | | | |
| Prefab betong 150 | m2 | 1678 | 2 420,00 kr | 4 060 760,00 kr | GSC.52 |
| Koolterm K15C 100 | m2 | 1678 | 3 108,91 kr | 5 216 750,83 kr | Montering enligt IBE.252 |
| Slammat tegel 110 | m2 | 1678 | 1 310,50 kr | 2 199 019,00 kr | FSG.22 |
| Tunn puts slammad yta | m2 | 1678 | 170,09 kr | 285 411,02 kr | LBS |
| Yttertak | | | | | |
| Takkonstruktion | m2 | 1130 | 3 044,89 kr | 3 440 720,28 kr | 11.037 |
| Bjälklag | | | | | |
| HDF+ överbetong | m2 | 5844,5 | 1 628,76 kr | 9 519 287,82 kr | 9.042 |
| Sedumtak | | | | | |
| Betong HDF 200 | | | | | Betong inräknat i bjälklag |
| takboard | m2 | 120 | 219,28 kr | 26 313,60 kr | IBF.5 |
| Terma TR26 30 | m2 | 120 | 552,11 kr | 66 252,96 kr | Montering enligt IBG.1 |
| Therma TT46 30 | m2 | 120 | 552,11 kr | 66 252,96 kr | Montering enligt IBG.1 |
| Tätskikt | m2 | 120 | 396,00 kr | 47 520,00 kr | JSE.1521 |
| Rotskydd | m2 | 120 | 166,23 kr | 19 947,17 kr | LCS.6 |
| Nopadrain 220 | m2 | 120 | 184,80 kr | 22 176,00 kr | JSH |
| Grodan TT100/40 | m2 | 120 | 431,00 kr | 51 720,00 kr | JSJ |
| Veg tech takjord | m2 | 120 | 95,70 kr | 11 484,00 kr | JSJ |
| Torrängsmatta | m2 | 120 | 709,50 kr | 85 140,00 kr | JSK |
| Marköverbyggnad | | | | | |
| Platsguten betong | m3 | 45,64 | 2 770,98 kr | 126 467,53 kr | ESE.21 |
| Pågutning fall 1:60 | m3 | 4,62 | 2 770,98 kr | 12 797,31 kr | ESE.21 |
| Tätskikt | m2 | 163 | 715,37 kr | 116 604,59 kr | Montering enligt JSC.114 |
| Nopadrain 15 | m2 | 163 | 184,80 kr | 30 122,40 kr | JSH |
| Styrofoam 700, 100 | m2 | 163 | 199,10 kr | 32 453,30 kr | IBC.1 |
| fiberduk | m2 | 163 | 38,79 kr | 6 322,77 kr | DBB.31 |
| Marköverbyggnad | m2 | 163 | 217,80 kr | 35 501,40 kr | DCB.21 |
| Fönster (b x h) | | | | | |
| 0,685x1,585 | st | 70 | 4 736,43 kr | 331 550,10 kr | NSC 11.03, 6x16 fast, U-1,1 |
| 1,485x1,585 | st | 69 | 10 318,34 kr | 711 965,46 kr | NCS.1103, 15x14 horisontalöppning, U-1,1 |
| 0,685x2,385 | st | 24 | 5 819,58 kr | 139 669,92 kr | NCS.1103, 6x21 fast, U-1,1 |
| 1,485x2,385 | st | 36 | 22 793,56 kr | 820 568,16 kr | NCS.1103, 16x21 utåtg (fönsterdörr), U-1,1 |
| 0,685x1,085 | st | 27 | 3 892,28 kr | 105 091,56 kr | NCS.1103, 6x12 fast, U-1,1 |
| 1,485x1,085 | st | 35 | 10 081,34 kr | 352 846,90 kr | NCS.1103, 12x16 horisontalöppning, U-1,1 |
| 1,747x1,085 | st | 4 | 10 081,34 kr | 40 325,36 kr | NCS.1103, 12x16 horisontalöppning, U-1,1 |
| 3,15x3,395 | st | 4 | 45 587,12 kr | 182 348,48 kr | NCS.1103, 16x21 utåtg (fönsterdörr) x 2, U-1,1 |
| 1,135x3,395 | st | 2 | 22 793,56 kr | 45 587,12 kr | NCS.1103, 16x21 utåtg (fönsterdörr), U-1,1 |
| Dörrar | | | | | |
| Entrédörr glasad 40x24 | st | 1 | 91 761,02 kr | 91 761,02 kr | 16.069 Entréparti 40x24 av aluminium |
| Summa | | | | 35 530 332,62 kr | ex moms |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Bilaga I, Klimatkalkyl BREEAM-excellent

| CO2 kalkyl | A1-A3 | A4 | A5 | faktor | Omräkningsfaktor | Enhet | CO2 e/enhet | Mängd | kg CO2 ekv | Anmärkning |
|------------------------|----------|---------|--------|--------|------------------|------------------|-------------|------------|-------------|---|
| Grund plan 08 | | | | | | | | | | |
| Betong 350 | 0,0867 | 0,0039 | 0,0034 | 1,03 | | 2350 kg CO2 e/kg | 0,0940711 | 247161,25 | 23250,7307 | Fabriksbetong husbyggnad C30/37, klimatförbättrad |
| Sundolit 150 | 1,8745 | 0,00973 | 0,0214 | - | | 1 kg CO2 e/m2 | 1,905619 | 970,8 | 1849,97493 | EPD sundolit |
| Plastfolie | 2,2 | 0,0495 | 0,28 | 1,1 | | 900 kg CO2 e/kg | 2,5575 | 540,9 | 1383,35175 | Plastfolie, ångspärr |
| Makadam 200 (8/16) | 0,0031 | 0,0645 | 0,011 | 1,05 | | 1400 kg CO2 e/kg | 0,07915 | 355964 | 28174,5506 | EPD makadam 8/16, A4, A5 från boverkets klimatdatabas, kalksten |
| Packad sprängsten 300 | | | | | | | | | | Fines på plats* |
| Grund plan 09 | | | | | | | | | | |
| Betong 200 | 0,0867 | 0,0039 | 0,0034 | 1,03 | | 2350 kg CO2 e/kg | 0,0940711 | 456276 | 42922,3852 | Fabriksbetong husbyggnad C30/37, klimatförbättrad |
| Sundolit 150 | 1,8745 | 0,00973 | 0,0214 | - | | 1 kg CO2 e/m2 | 1,905619 | 970,8 | 1849,97493 | EPD sundolit |
| Plastfolie | 2,2 | 0,0495 | 0,28 | 1,1 | | 900 kg CO2 e/kg | 2,5575 | 1747,44 | 4469,0778 | Plastfolie, ångspärr |
| Sundolit 100 | 1,8745 | 0,00973 | 0,0214 | - | | 1 kg CO2 e/m2 | 1,905619 | 300,5 | 572,63851 | EPD sundolit |
| Makadam 200 | 0,0031 | 0,0645 | 0,011 | 1,05 | | 1400 kg CO2 e/kg | 0,07915 | 355964 | 28174,5506 | EPD makadam 8/16, A4, A5 från boverkets klimatdatabas, kalksten |
| Packad sprängsten 300 | | | | | | | | | | Fines på plats* |
| Källarvägg 649 m2 | | | | | | | | | | |
| Prefab betong 250 | 0,198 | 0,045 | 0 | 1 | | 2400 kg CO2 e/kg | 0,243 | 389400 | 94624,2 | Prefabricerat armerat betonelement, övrigt |
| Ignucell 150 | 3,2 | 0,0324 | 0,0282 | 1,07 | | 30 kg CO2 e/kg | 3,262574 | 2920,5 | 9528,34737 | EP5 från boverket, ingen EPD finns på ignucell |
| Geotextil | 0,191 | 0,00154 | 0,0231 | | | 1 kg CO2 e/m2 | 0,21564 | 649 | 139,95036 | EPD från envirodec |
| Yttervägg entréplan | | | | | | | | | | |
| Prefab betong 150 | 0,198 | 0,045 | 0 | 1 | | 2400 kg CO2 e/kg | 0,243 | 102240 | 24844,32 | Prefabricerat armerat betonelement, övrigt |
| Koolterm K15C 160 | 11,8059 | 0,04531 | 0,2655 | - | | 1 kg CO2 e/m2 | 12,116712 | 284 | 3441,14621 | EPD från Kingspan, omräknat med faktor för rätt tjocklek |
| Betong 120 | 0,116 | 0,00973 | 0,0045 | 1,03 | | 2350 kg CO2 e/kg | 0,1245041 | 80088 | 9971,28436 | Betong c30/37 |
| Granitsten 30 | 64 | 3,483 | 0,5994 | 1,05 | | 1800 kg CO2 e/m2 | 68,11237 | 284 | 19343,9131 | Granit EPD, A4 & A5 taget från Kalksandsten |
| Yttervägg | | | | | | | | | | |
| Prefab betong 150 | 0,198 | 0,045 | 0 | 1 | | 2400 kg CO2 e/kg | 0,243 | 604080 | 146791,44 | Prefabricerat armerat betonelement, övrigt |
| Koolterm K15C 160 | 11,8059 | 0,04531 | 0,2655 | - | | 1 kg CO2 e/m2 | 12,116712 | 1678 | 20331,8427 | EPD från Kingspan, omräknat med faktor för rätt tjocklek |
| Slammat tegel 110 | 0,251 | 0,049 | 0,018 | 1,05 | | 1800 kg CO2 e/kg | 0,3189 | 332244 | 105952,612 | Tegelsten |
| Tunn puts slammad yta | | | | | | | | | | |
| Yttertak | | | | | | | | | | |
| Protect F 15 | 0,256 | 0,0232 | 0,0412 | 1,12 | | 830 kg CO2 e/kg | 0,325344 | 14068,5 | 4577,10206 | Brandgipsskiva |
| Plywood 12 | 0,358 | 0,042 | 0,049 | 1,1 | | 460 kg CO2 e/kg | 0,4539 | 6237,6 | 2831,24664 | Plywood |
| Kertoblad 400 cc 1200 | 276 | 19,5 | 19,9 | | | 1 kg CO2 e/m3 | 315,4 | 45,2 | 14256,08 | EPD från Kertto, räknad med 10% trä/m2 |
| Sprutad stenull 400 | 1,26 | 0,0345 | 0,1663 | 1,01 | | 28 kg CO2 e/kg | 1,310963 | 11390,4 | 14932,393 | Stenull, lössull, vindbjälklag. Räknat med 90%/m2 |
| Reglar 70 cc 450 | 0,064 | 0,0158 | 0,0096 | 1,1 | | 455 kg CO2 e/kg | 0,090338 | 2609,31125 | 235,71996 | Sågat virke, räknat 7,5%/m2 |
| Sprutad stenull 70 | 1,26 | 0,0345 | 0,1663 | 1,01 | | 28 kg CO2 e/kg | 1,310963 | 1993,32 | 2613,16877 | Stenull, lössull, vindbjälklag. Räknat med 92,5%/m2 |
| MDF-skiva 3 | 251 | 23,2 | 8,8 | - | | 650 kg CO2 e/m3 | 283 | 3,39 | 959,37 | MDF EPD |
| Läkt 34 | 0,064 | 0,0158 | 0,0096 | 1,1 | | 455 kg CO2 e/kg | 0,090338 | 262,2165 | 23,6881142 | Sågat Virke omräknat för 15% trä/m2 |
| Råspont 23 | 0,064 | 0,0158 | 0,0096 | 1,1 | | 455 kg CO2 e/kg | 0,090338 | 11825,45 | 1068,2875 | Sågat Virke omräknat för 15% trä/m2 |
| Underlagspapp 1 | 0,65 | 0,0345 | 0,0442 | 1,05 | | 4 kg CO2 e/m2 | 0,73091 | 4520 | 3303,7132 | Takspapp, enskiktstättning |
| Läkt 34 | 0,064 | 0,0158 | 0,0096 | 1,1 | | 455 kg CO2 e/kg | 0,090338 | 262,2165 | 23,6881142 | Sågat Virke omräknat för 15% trä/m2 |
| Takpannor 75 | 0,216 | 0,0495 | 0,016 | 1,05 | | 1800 kg CO2 e/kg | 0,2823 | 152550 | 43064,865 | Tegeltakpannor |
| | | | | | | | | | | |
| bjälklag | | | | | | | | | | |
| Häldäck 200 | 0,102 | 0,0324 | 0 | 1 | | 1350 kg CO2 e/kg | 0,1344 | 1578015 | 212085,216 | Hälbjälklag HD/F, klimatförbättrad |
| överbetong 30 | 0,0867 | 0,0039 | 0,0034 | 1,03 | | 2350 kg CO2 e/kg | 0,0940711 | 412037,25 | 38760,7973 | Fabriksbetong husbyggnad C30/37, klimatförbättrad |
| Sedumtak | | | | | | | | | | |
| Takboard 50 | 1,28 | 0,0324 | 0,114 | 1,07 | | 180 kg CO2 e/kg | 1,43438 | 1080 | 1549,1304 | Stenull, takskiva |
| Therma TR 26 100 | 8,383 | 0,02515 | 0,1793 | | | 1 kg CO2 e/m2 | 8,587429 | 120 | 1030,49148 | Kingspan Therma EPD |
| Therma TT46 50 | 3,724375 | 0,01117 | 0,0797 | | | 1 kg CO2 e/m2 | 3,81519813 | 120 | 457,823775 | Kingspan Therma EPD |
| Tätskikt | 2,2 | 0,0495 | 0,28 | 1,1 | | 900 kg CO2 e/kg | 2,5575 | 216 | 552,42 | Plastfolie, ångspärr |
| Sedumtak | 0,46065 | 0,26311 | 0,0365 | | | 1 kg CO2 e/m2 | 0,76028 | 120 | 91,2336 | EPD från Bergknapp, underliggande skikt i sedum |
| Torrängsmatta | 0,361 | 0,7 | 2,24 | - | | 1 kg CO2 e/m2 | 3,301 | 120 | 396,12 | EPD från Veg-Tech |
| Marköverbyggnad | | | | | | | | | | |
| Betong 280 | 0,0867 | 0,0039 | 0,0034 | 1,03 | | 2350 kg CO2 e/kg | 0,0940711 | 107254 | 10089,5018 | Fabriksbetong husbyggnad C30/37, klimatförbättrad |
| Påglutning 1:60 | 0,0867 | 0,0039 | 0,0034 | 1,03 | | 2350 kg CO2 e/kg | 0,0940711 | 10853,08 | 1020,96149 | Fabriksbetong husbyggnad C30/37, klimatförbättrad |
| Tätskikt 0,001 | 2,2 | 0,0495 | 0,28 | 1,1 | | 900 kg CO2 e/kg | 2,5575 | 146,7 | 375,18525 | Plastfolie, ångspärr |
| Styrofoam 200 | 3,6 | 0,0324 | 0,453 | 1,1 | | 42 kg CO2 e/kg | 4,1307 | 1369,2 | 5655,75444 | XPS |
| Fiberduk | 0,191 | 0,00154 | 0,0231 | | | 1 kg CO2 e/m2 | 0,21564 | 163 | 35,14932 | EPD från envirodec |
| Marköverbyggnad | | | | | | | | | | |
| Fönster | | | | | | | | | | |
| 0,685x1,585 | 86,4 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 kg/m2 | kg CO2 e/m2 | 88,0884 | 67,2 | 5919,54048 | EPD från Svenska fönster, U-värde 0,78, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 1,485x1,585 | 86,4 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 kg/m2 | kg CO2 e/m2 | 88,0884 | 144,9 | 12764,0092 | EPD från Svenska fönster, U-värde 0,78, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 0,685x2,385 | 86,4 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 kg/m2 | kg CO2 e/m2 | 88,0884 | 30,24 | 2663,79322 | EPD från Svenska fönster, U-värde 0,78, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 1,485x2,385 | 86,4 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 kg/m2 | kg CO2 e/m2 | 88,0884 | 120,96 | 10655,17229 | EPD från Svenska fönster, U-värde 0,78, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 0,685x1,085 | 86,4 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 kg/m2 | kg CO2 e/m2 | 88,0884 | 19,44 | 1712,4385 | EPD från Svenska fönster, U-värde 0,78, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 1,485x1,085 | 86,4 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 kg/m2 | kg CO2 e/m2 | 88,0884 | 67,2 | 5919,54048 | EPD från Svenska fönster, U-värde 0,78, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 1,747x1,085 | 86,4 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 kg/m2 | kg CO2 e/m2 | 88,0884 | 7,68 | 676,518912 | EPD från Svenska fönster, U-värde 0,78, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 3,15x3,395 | 78,7 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 36 kg/m2 | kg CO2 e/m2 | 80,212 | 26,88 | 2156,09856 | EPD från Svenska fönster, U-värde 0,92, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 1,135x3,395 | 78,7 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 36 kg/m2 | kg CO2 e/m2 | 80,212 | 6,72 | 539,02464 | EPD från Svenska fönster, U-värde 0,92, A4 från boverkets klimatdatabas |
| Dörrar | | | | | | | | | | |
| Entrédörr Glasad 40x24 | 73,4 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 36 kg/m2 | kg CO2 e/m2 | 74,912 | 9,6 | 719,1552 | EPD från svenska fönster, U-värde 1,2, A4 från boverkets klimatdatabas |
| FTX Aggregat | 410 | 1,81 | | | 14 st aggregat | kg CO2 e/st | 411,81 | 14 | 5765,34 | EPD från Swegon, Casa R7H |
| Summa | | | | | | | | | 975818,693 | kg CO2 ekvivalenter |

Fallstudie av ett BREEAM-projekt.

Bilaga J, Klimatkalkyl BBR-krav

| CO2 kalkyl | A1-A3 | A4 | A5 | faktor | Omräkningsf | Enhet | CO2 e/enhet | Mängd | kg CO2 ekv | Anteckning |
|------------------------|----------|------------|---------|--------|--------------|-------------|-------------|-----------|------------|--|
| Grund plan 08 | | | | | | | | | | |
| Betong 350 | 0,116 | 0,0039 | 0,00447 | 1,03 | 2350 | CO2 e/kg | 0,1245041 | 247161,25 | 30772,589 | Fabriksbetong husbyggnad C30/37 |
| Sundolit 100 | 1,8745 | 0,009729 | 0,02139 | - | 1 | CO2 e/m2 | 1,905619 | 300,5 | 572,63851 | EPD sundolit |
| Plastfolie | 2,2 | 0,0495 | 0,28 | 1,1 | 900 | CO2 e/kg | 2,5575 | 540,9 | 1383,35175 | Plastfolie, ångspärr |
| Makadam 200 | 0,0031 | 0,0645 | 0,011 | 1,05 | 1400 | kg CO2 e/kg | 0,07915 | 355964 | 28174,5506 | EPD makadam 8/16, A4, A5 från boverkets klimatdatabas, kalksten |
| Packad sprängsten 300 | | | | | | | | | | Finnes på plats* |
| Grund plan 09 | | | | | | | | | | |
| Betong 200 | 0,116 | 0,0039 | 0,00447 | 1,03 | 2350 | CO2 e/kg | 0,1245041 | 456276 | 56808,2327 | Fabriksbetong husbyggnad C30/37 |
| Sundolit 100 | 1,8745 | 0,009729 | 0,02139 | - | 1 | CO2 e/m2 | 1,905619 | 970,8 | 1849,97493 | EPD sundolit |
| Plastfolie | 2,2 | 0,0495 | 0,28 | 1,1 | 900 | CO2 e/kg | 2,5575 | 1747,44 | 4469,0778 | Plastfolie, ångspärr |
| Sundolit 100 | 1,8745 | 0,00973 | 0,0214 | - | 1 | CO2 e/m2 | 1,905619 | 300,5 | 572,63851 | EPD sundolit |
| Makadam 200 | 0,0031 | 0,0645 | 0,011 | 1,05 | 1400 | kg CO2 e/kg | 0,07915 | 355964 | 28174,5506 | EPD makadam 8/16, A4, A5 från boverkets klimatdatabas, kalksten |
| Packad sprängsten 300 | | | | | | | | | | Finnes på plats* |
| Källarvägg 649 m2 | | | | | | | | | | |
| Prefab betong 250 | 0,198 | 0,045 | 0 | 1 | 2400 | CO2 e/kg | 0,243 | 389400 | 94624,2 | Prefabricerat betongelement, övrigt |
| Iguncul 150 | 3,2 | 0,0324 | 0,0282 | 1,07 | 30 | CO2 e/kg | 3,262574 | 2920,5 | 9528,34737 | EPD från boverket, ingen EPD finns på ignucell |
| Geotextil | 0,191 | 0,00154 | 0,0231 | | 1 | CO2 e/m2 | 0,21564 | 649 | 139,95036 | EPD från environdec |
| Yttervägg entréplan | | | | | | | | | | |
| Prefab betong 150 | 0,198 | 0,045 | 0 | 1 | 2400 | CO2 e/kg | 0,243 | 102240 | 24844,32 | Prefabricerat armerat betongelement, övrigt |
| Koolterm K15C 100 | 11,8059 | 0,045312 | 0,2655 | - | 1 | CO2 e/m2 | 12,116712 | 284 | 3441,14621 | EPD från Kingspaan, omräknat med faktor för rätt tjocklek |
| Betong 120 | 0,116 | 0,0039 | 0,00447 | 1,03 | 2350 | CO2 e/kg | 0,1245041 | 80088 | 9971,28436 | Fabriksbetong husbyggnad C30/37 |
| Granitsten 30 | 64 | 3,483 | 0,5994 | 1,05 | 1800 | CO2 e/m2 | 68,11237 | 284 | 19343,9131 | Granit EPD, A4 & A5 taget från Kalksandsten |
| Yttervägg | | | | | | | | | | |
| Prefab betong 150 | 0,198 | 0,045 | 0 | 1 | 2400 | CO 2 e/kg | 0,243 | 604080 | 146791,44 | Prefabricerat armerat betongelement, övrigt |
| Koolterm K15C 100 | 11,8059 | 0,045312 | 0,2655 | - | 1 | CO2 e/m2 | 12,116712 | 1678 | 20331,8427 | EPD från Kingspaan, omräknat med faktor för rätt tjocklek |
| Slammat tegel 110 | 0,215 | 0,049 | 0,018 | 1,05 | 1800 | CO 2 e/kg | 0,2829 | 332244 | 93991,8276 | Tegelsten |
| Tunn puts slammad yta | | | | | | | | | | |
| Yttertak | | | | | | | | | | |
| Protect F 15 | 0,256 | 0,0232 | 0,0412 | 1,12 | 830 | CO2 e/kg | 0,325344 | 14068,5 | 4577,10206 | Brandjippskiva |
| Plywood 12 | 0,358 | 0,042 | 0,049 | 1,1 | 460 | CO2 e/kg | 0,4539 | 6237,6 | 2831,24664 | Plywood |
| Kertobalk 400 cc1200 | 276 | 19,5 | 19,9 | | 1 | CO2 e/m3 | 315,4 | 45,2 | 14256,08 | EPD från Kertto, räknad med 10% trä/m2 |
| Sprutat stenull 400 | 1,28 | 0,0345 | 0,0163 | 1,01 | 28 | CO2 e/kg | 1,330963 | 11390,4 | 15160,201 | Stenull, lösull, vindbjälklag. Räknat med 90%/m2 |
| MDF-skiva 3 | 251 | 23,2 | 8,8 | | 650 | CO2 e/m3 | 283 | 3,39 | 959,37 | MDF EPD |
| Läkt 34 | 0,064 | 0,0158 | 0,00958 | 1,1 | 455 | CO2 e/kg | 0,090338 | 262,2165 | 23,6881142 | Sågat Virke omräknat för 15% trä/m2 |
| Råspont 23 | 0,064 | 0,0158 | 0,00958 | 1,1 | 455 | CO2 e/kg | 0,090338 | 11825,45 | 1068,2875 | Sågat Virke omräknat för 15% trä/m2 |
| Underlagspapp 1 | 0,65 | 0,0345 | 0,0442 | 1,05 | 4 | CO2 e/m2 | 0,73091 | 4520 | 3303,7132 | Takspapp, enskiktstättning |
| Läkt 34 | 0,064 | 0,0158 | 0,00958 | 1,1 | 455 | CO2 e/kg | 0,090338 | 262,2165 | 23,6881142 | Sågat Virke omräknat för 15% trä/m2 |
| Takpannor 75 | 0,216 | 0,0495 | 0,016 | 1,05 | 1800 | CO2 e/kg | 0,2823 | 152550 | 43064,865 | Tegelstakpannor |
| bjälklag | | | | | | | | | | |
| Häldäck 200 | 0,15 | 0,045 | 0 | 1 | 1350 | CO2 e/kg | 0,195 | 1578015 | 307712,925 | Hälbjälklag HD/F |
| överbetong 30 | 0,116 | 0,0039 | 0,00447 | 1,03 | 2350 | CO2 e/kg | 0,1245041 | 412037,25 | 51300,327 | Fabriksbetong husbyggnad C30/37 |
| Sedumtak | | | | | | | | | | |
| Takboard | 1,28 | 0,0324 | 0,114 | 1,07 | 180 | CO2 e/kg | 1,43438 | 1080 | 1549,1304 | Stenull, takskiva |
| Therma TR 26 30 | 2,234625 | 0,025149 | 0,17928 | | 1 | CO2 e/m2 | 2,439054 | 120 | 292,68648 | Kingspan therma EPD |
| Therma TT46 30 | 2,234625 | 0,00670388 | 0,04779 | | 1 | CO2 e/m2 | 2,28911888 | 120 | 274,694265 | Kingspan therma EPD |
| Tätskikt | 2,2 | 0,0495 | 0,28 | 1,1 | 900 | CO2 e/kg | 2,5575 | 216 | 552,42 | Plastfolie, ångspärr |
| Sedumtak | 0,46065 | 0,26311 | 0,03652 | | 1 | CO2 e/m2 | 0,76028 | 120 | 91,2336 | EPD från Bergknapp, underliggande skikt i sedum |
| Torrängsmatta | 0,361 | 0,7 | 2,24 | | 1 | CO2 e/m2 | 3,301 | 120 | 396,12 | EPD från Veg-Tech |
| Marköverbyggnad | | | | | | | | | | |
| Betong 280 | 0,116 | 0,0039 | 0,00447 | 1,03 | 2350 | CO2 e/kg | 0,1245041 | 107254 | 13353,5627 | Fabriksbetong husbyggnad C30/37 |
| Pågutning 1:60 | 0,116 | 0,0039 | 0,00447 | 1,03 | 2350 | CO2 e/kg | 0,1245041 | 10853,08 | 1351,25337 | Fabriksbetong husbyggnad C30/37 |
| Tätskikt | 2,2 | 0,0495 | 0,28 | 1,1 | 900 | CO2 e/kg | 2,5575 | 146,7 | 375,18525 | Plastfolie, ångspärr |
| Nopadrain 115 | | | | | | | | | | |
| Styrofoam 100 | 3,6 | 0,0324 | 0,453 | 1,1 | 42 | CO2 e/kg | 4,1307 | 684,6 | 2827,87722 | XPS |
| Fiberduk | 0,191 | 0,00154 | 0,0231 | | 1 | CO2 e/m2 | 0,21564 | 163 | 35,14932 | EPD från environdec |
| Marköverbyggnad | | | | | | | | | | |
| Fönster | | | | | | | | | | |
| 0,685x1,585 | 70,7 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 k | CO2 e/m2 | 72,3884 | 67,2 | 4864,50048 | EPD från Svenska fönster, U-värde 1,2, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 1,485x1,585 | 70,7 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 k | CO2 e/m2 | 72,3884 | 144,9 | 10489,0792 | EPD från Svenska fönster, U-värde 1,2, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 0,685x2,385 | 70,7 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 k | CO2 e/m2 | 72,3884 | 30,24 | 2189,02522 | EPD från Svenska fönster, U-värde 1,2, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 1,485x2,385 | 70,7 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 k | CO2 e/m2 | 72,3884 | 120,96 | 8756,10086 | EPD från Svenska fönster, U-värde 1,2, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 0,685x1,085 | 70,7 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 k | CO2 e/m2 | 72,3884 | 19,44 | 1407,2305 | EPD från Svenska fönster, U-värde 1,2, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 1,485x1,085 | 70,7 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 k | CO2 e/m2 | 72,3884 | 67,2 | 4864,50048 | EPD från Svenska fönster, U-värde 1,2, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 1,747x1,085 | 70,7 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 40,2 k | CO2 e/m2 | 72,3884 | 7,68 | 555,942912 | EPD från Svenska fönster, U-värde 1,2, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 3,15x3,395 | 73,4 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 36 kg/ | CO2 e/m2 | 74,912 | 26,88 | 2013,63456 | EPD från Svenska fönster, U-värde 1,2, A4 från boverkets klimatdatabas |
| 1,135x3,395 | 73,4 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 36 kg/ | CO2 e/m2 | 74,912 | 6,72 | 503,40864 | EPD från Svenska fönster, U-värde 1,2, A4 från boverkets klimatdatabas |
| Dörrar | | | | | | | | | | |
| Entrédörr Glasad 40x24 | 73,4 | 0,042 | 0 | | 1 m2- 36 kg/ | CO2 e/m2 | 74,912 | 9,6 | 719,1552 | EPD från svenska fönster, U-värde 1,2, A4 från boverkets klimatdatabas |
| Summa | | | | | | | | | 1077529,26 | kg CO2 ekvivalenter |

