

Praktisk tillämpning av klimatdeklarationen

En studie över hur byggbranschen kan leva upp till Boverkets riktlinjer för produktionsuppföljning

Elsa Klinthäll

Handledare: Urban Persson

Examinator: Stefan Olander

SAMMANFATTNING

Från och med 2022 ställer Boverket krav på att klimatpåverkan från nyproducerade byggnader ska redovisas uttryckt i kg koldioxidekvivalenter per kvadratmeter bruttoarea. Den s.k klimatdeklarationen utgår från livscyklisk metodik där produktskedet och byggproduktionsskedet omfattas. I klimatdeklarationen ska även periodiskt underhåll och livslängder för klimatskalet noteras. Många branschaktörer arbetar redan med klimatkalkyler och livscykelanalyser och det finns en mängd av interna miljöledningssystem, miljöcertifieringar och beräkningsverktyg för detta. Gemensamt för branschen är att det i de flesta fall inte är produktionsutfallet ("as built) som dokumenteras. Istället upprättas en klimatkalkyl i ett tidigt skede baserat på förväntade utfall och generisk data. Boverket utgångspunkt är att verkliga värden ska användas i så stor utsträckning som möjligt i klimatdeklarationen.

I denna studie har genomförbarheten hos klimatdeklarationen undersöks med en fallstudie - bostadshuset Lanternan i Malmö. Målet var att beskriva hur klimatdeklarationen skiljer sig från den interna klimatkalkylen entreprenören upprättat, samt att föreslå åtgärder för att effektivt arbeta med klimatdeklarationer i framtiden. Den interna klimatkalkylen upprättades i anbudsskedet med LCA-verktyget Anavitor, huvudsakligen baserat på den ekonomiska kalkylen. Fallstudiens klimatdeklaration upprättades i slutet av byggprocessen med stöd av Byggsektorns miljöberäkningsverktyg BM1.0, huvudsakligen baserat på produktionskalkylen i kombination med byggnadsbeskrivningar, fakturor och leveransrapporter. Att arbeta manuellt med inmatning i BM1.0 är tidskrävande och underlättas om kalkylen från början har rätt format och enheter, för att så lite omräkning och generaliseringar som möjligt ska krävas. I BM1.0 är datatillgången och datatransparansen låg och det saknas en funktion för att beskriva tekniska livslängder. Anavitor har bättre datatillgång och är ett mer avancerat LCA-verktyg men som kan uppfattas som svårare att hantera.

Fallstudiens klimatdeklaration visade sig ge en avsevärt mycket lägre klimatpåverkan jämfört med den interna klimatkalkylen. Skillnaden kan delvis förklaras av olika datatillgång och annorlunda inventering, men också av att träffsäkerheten i mängdningen är för låg i anbudsskedet. Verifiering av vikter är därmed en viktig åtgärd för att göra robusta klimatkalkyler. Det saknades i fallstudien specifik klimatdata för de viktiga betydelsefulla byggprodukterna. De levererade mängderna samt el, värme, avfall och transportavstånd kunde relativt enkelt verifieras. Drivmedel till maskiner och fordon kunde inte verifieras. Dessa problem kan åtgärdas genom att inkludera specifik klimatdata i upphandlingskrav, samt utveckla rutiner för att verifiera förbrukningen på byggarbetsplatsen. Uppföljningen av byggprocessen kan förbättras och effektiviseras genom att innan byggstart definiera vad som ska mätas och hur datainsamlingen görs. Uppföljning skapar positiva sidoeffekter i att fel, brister och slöseri inte går obemärkt förbi. Till exempel uppmärksammades i fallstudien oproportionerliga spillfraktioner, hög elförbrukning samt material med en kortare livslängd än normalt.

Nyckelord

Klimatdeklaration, Boverket, LCA, produktionsuppföljning, klimatkalkyl, klimatpåverkan

ABSTRACT

As of 2022, the Swedish National Board of Housing, Building and Planning (Boverket) is requiring that the climate impact from newly developed buildings has to be calculated and reported in terms of kg carbon dioxide equivalents per m² of gross area. The so-called climate declaration is based on life-cycle methodology and covers the product stage and the construction process stage. Periodic maintenance and service life of the building envelope should also be described in the declaration. Many stakeholders in the industry are already working with climate calculations and life cycle analysis. There are a variety of different internal environmental management systems, environmental certifications and calculation tools. Common to the industry is that in most cases the production outcome (“as-built”) is not documented. Instead, climate calculations are prepared at an early stage based on expected outcomes and generic data. Boverket's position is that the as-built outcome should be used to the greatest extent possible, as it creates better incentives for improving conditions compared to generic scenarios.

In this study, the feasibility of the climate declaration has been investigated with a case study - the apartment building Lanternan in Malmö. The aim was to describe how the climate declaration differs from the internal climate calculation performed by the contractor, and to propose measures to effectively work with climate declarations in the future. The contractor's internal climate calculation was created during the tender stage with the LCA-tool Anavitor, and is mainly based on the cost estimation of the project. The case study's climate declaration was created at the end of the construction process with the calculation tool BM1.0, mainly based on the material take off in combination with invoices and delivery reports. Working with manual input in BM1.0 is time-consuming but made easier if the material take off has the right units and format, so as little conversion and generalizations as possible are needed. In BM1.0, data access and data transparency are low and there is no function to describe periodic maintenance and service life. Anavitor has better data access and is a more advanced tool but can be perceived as difficult to manage.

The case study's climate declaration resulted in a significantly lower climate impact compared to the contractors. The difference can be partly explained by different data access and different inventory of materials, but also by the fact that the accuracy of the data too low at the tender stage. Verification of the quantities of concrete etc. is thus an important measure in making robust climate calculations. In the case study, there was no specific climate data available for the the most common construction products. The delivered quantities, as well as electricity, heat, waste and transports distances could be verified relatively easily. Fuel for machines and vehicles could not be verified. These problems can be handled by including specific climate data as a tendering requirement, as well as developing routines to verify the consumption at the construction site. The follow-up on the production outcome can be streamlined by defining before the start of construction what is to be measured and how data is to be collected. Follow-up also results in that wasteful condition doesn't go unnoticed. For example, in the case study, disproportionate waste fractions, high electricity consumption and materials with a shorter life than normal were noted.

Keywords

Climate declaration, Boverket, LCA, as-built, production outcome, climate calculation, climate impact

FÖRORD

Det här examensarbetet har skrivits under vårterminen 2020 som avslutade moment i min högskoleingenjörsutbildning inom byggteknik med arkitektur vid Lunds Tekniska Högskola. Först och främst vill jag tacka Anders Edvardsson och Nada Dabbour på Skanska som gjort detta examensarbete möjligt genom att involvera mig i deras arbete med Lanternan. Jag vill även tacka min handledare Urban Persson, lärare vid Avdelningen för Byggproduktion, för de kommenterar och förslag som bidragit till att förbättra rapporten. Slutligen vill jag tacka de personer på Malmö Stadsbyggnadskontor, IVL Svenska Miljöinstitutet och Skanska som hjälpt mig genom att dela med sig av sin expertis.

Elsa Klinthäll
Malmö 21 Maj 2020

TERMINOLOGI OCH FÖRKORTNINGAR

Atemp	Den invändiga arean för våningsplan, vindsplan och källarplan som värms till mer än 10 °C i byggnaden. Används främst i energisammanhang.
BOA	Boarea, den yta i ett hus som är användningsbar för boende
BTA	Bruttoarean, summan av alla våningsplans area och begränsas av de omslutande byggnadsdelarnas utsida.
Byggproduktionsskedet A4-A5	Omfattar byggprodukternas transport till byggplatsen och färdigställandet av byggnaden.
CO ₂ e	Koldioxidekvivalenter. Mått på hur mycket växthusgaser en produkt eller process genererar under ett givet skede.
Dataset	Miljödata, en sammanställning av alla inflöden och utflöden för en viss mängd av produkten i LCA-sammanhang.
ISO	Internationella standardiseringsorganisationen
Kalkyl	Ram för kostnader, tid och/eller mängder i ett byggprojekt.
Klimatkompensation	Den som orsakar utsläpp kan betala för att motsvarande mängd utsläpp minskar någon annanstans. Ska ske utanför den egna organisationen, ej att förväxla med att reducera sin klimatpåverkan genom interna initiativ.
Klimatpåverkan	Utsläpp av växthusgaser till följd av mänsklig aktivitet.
Konservativt sätt	I sammanhang där data väljs eller antaganden görs, på ett sådan sätt som inte riskerar att underskatta klimatpåverkan.
LCA	Livscykelanalys
Mappning	Att koppla byggdelar från olika resursregister mot varandra. T.ex kalkyl mot miljödatabas.
Modul	Uppdelade skeden som beskriver processerna under en livscykel.
Produktskedet A1-A3	Utvinning av råmaterial, transport, förädling och tillverkning av byggprodukter
Q-metadata	Data som beskriver kvaliteten på en EPD/miljövarudeklaration.
Robusthet	Avser resultat som är entydiga, jämförbara och håller samma standard.
Scenario	En samling antaganden om förväntade händelser avseende en produkt eller process
Schablon	Ett standardiserat antagande som görs i sammanhang där data saknas avseende t.ex klimatpåverkan från en byggdel.

INNEHÅLL

1. INLEDNING	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Mål- och problemformulering	8
1.3 Motivering av examensarbete	8
1.4 Avgränsningar	8
2. TEKNISK BAKGRUND	10
2.1 System för LCA och klimatberäkning i Sverige	10
2.1.1 EN15978 & EN15804	10
2.1.2 Miljövarudeklaration EPD och byggvarudeklaration eBVD	12
2.1.3 Generisk klimatdata	13
2.1.4 Beräkningsverktyg för klimatpåverkan - Anavitor och BM1.0	15
2.1.5 Miljöcertifieringar	17
2.2 Omfattning av Boverkets klimatdeklaration	18
2.2.1 Generella principer för klimatdeklarationen	18
2.2.2 Systemgränser för produktskedet A1-A3	19
2.2.3. Systemgränser för byggproduktionsskedet A4-A5	20
2.2.4 Fortsatt utveckling av Boverkets klimatdeklaration	20
2.3 Jämförbara fallstudier	21
2.3.1 LCA av fem byggsystem i Sverige	21
2.3.2 Klimatkrav i upphandling till rimlig kostnad	22
2.3.3 Brf Ivar - Skanska Hus Norr	22
3. METOD	23
3.1 Allmänt	23
3.2 Muntliga källor	25
3.3 Fallstudien Lanternan	25
4. EMPIRI	27
4.1 Informanter Skanska	27
4.2 Intern klimatkalkyl Lanternan - Klimatkalkyl nr.1	28
4.3 Byggnadsbeskrivning Lanternan	30
4.4 Inventering av volymer, byggdelar, material och klimatdata	31
4.5 Livslängd och kvalitet hos klimatskärm	33
4.6 Transporter	35
4.7 Energi	36
4.8 Spill	37
4.9 Sammanställning av klimatdeklarationen - Klimatkalkyl nr.1	38
4.10 Reproducerbarhet	40
5. ANALYS	42

5.1 Jämförelse klimatkalkyler	42
5.2 Kommentarer och tolkning A1-A3	44
5.3 Kommentarer och tolkning A4-A5	45
4.11 Jämförelse Anavitor och BM1.0	46
6. DISKUSSION OCH SLUTSATSER	48
6.1 Klimatdeklarationens genomförbarhet	48
6.2 Robusthet mellan klimatkalkyler	48
6.3 Komplettering av klimatkalkyl 1	49
6.4 Framtida åtgärder	49
6.5 Samhällsnyttan med klimatkalkyler	50
6.6 Vidare studier	51
7. KÄLLFÖRTECKNING	52
8. BILAGOR	56
Bilaga 1. Klimatberäkning för standardbyggdelar	56
Bilaga 2. Klimatdeklaration Lanternan i BM1.0	61

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

I Sverige har vi sedan många år tillbaka lagstiftning som säger att den som låter uppföra en byggnad måste se till att en energideklaration upprättas. Till det hör även statistik som möjliggör jämförelse av energiprestandan, samt gränsvärden som innebär att byggnaden inte får överstiga en viss mängd levererad energi per kvadratmeter (Boverket 2019). På senare år har det kommit att uppmärksammas att nuvarande byggregler är otillräckliga för att begränsa vår miljöpåverkan och att klimatpåverkan från byggprocessen bör prioriteras. Studier har visat att klimatpåverkan från en byggnads energianvändning under 50 år är av samma storleksordning som klimatpåverkan från uppförandet och underhållet av byggnaden. Med uppförandet avses råvaruutvinning, tillverkning, transporter och byggdrift (Liljenström mf. 2015). Mot den bakgrunden fick 2017 Boverket i uppdrag av regeringen att bereda ett lagförslag som ställer krav på att klimatpåverkan från byggprocessen redovisas i form av en sk. klimatdeklaration. I en klimatdeklaration beräknas klimatpåverkan i koldioxidekvivalenter per kvadratmeter. Klimatdeklarationen är tänkt att vara första steget i en rad regleringar som likt energideklarationen även kommer innefatta referensvärden och gränsvärden. I skrivande stund är lagförslaget ute på remiss och Boverket arbetar med att ta fram underlag och föreskrifter som ska ligga till stöd för lagen som förväntas träda i kraft 2022. Klimatdeklarationen hänger nära samman med livscykelanalyser (LCA). Även om klimatdeklarationen enbart omfattar en del av byggnadens livscykel så tillämpas livscyklisk metodik för att redovisa klimatpåverkan från byggandet (Boverket 2020:1). Utvecklingen och kunskapsläget i Sverige gällande LCA i allmänhet går snabbt framåt. Samtidigt görs sällan fullständiga livscykelanalyser till följd av brist på incitament, information och kunskap. Uppgiften är komplex och ofta betonas behovet av mer kompetens och drivkrafter i branschen. (Ds 2020). Det är inte ovanligt att branschaktörer med varierande ambitionsgrad gör egna klimatkalkyler för både bygg- och driftskedet. Det finns dock ingen branschgemensam standard eller databas vilket gör det svårt att granska och jämföra olika klimatkalkyler. Ofta görs klimatkalkyler i ett tidigt skede, baserat på förväntade utfall och utan någon verifiering av det faktiska utfallet. Ett exempel på ett projekt där en intern klimatkalkyl har upprättats i anbudsskedet är Skanskas nyproduktion Lanternan i Limhamn, Malmö som syns i figur 1. Projektet befinner sig i slutskedet av byggprocessen och kommer vara objektet för produktionsuppföljning denna studie.



Figur 1. Lanternan, Limhamn (Bildkälla: Skanska)

1.2 Mål- och problemformulering

Den här studien syftar till att undersöka hur Boverkets klimatdeklaration fungerar i praktiken genom en fallstudie. Huvudmålet är att på en detaljerad nivå beskriva hur Boverkets klimatdeklaration skiljer sig från en typisk klimatkalkyl branschen använder sig av idag. Studiens effektmål är att underlätta framtida klimatdeklarationer genom att identifiera problem och föreslå åtgärder. För att nå dessa mål ska tre frågeställningar besvaras:

- Är det möjligt att med tillgängliga medel genomföra en klimatdeklaration med enligt Boverkets riktlinjer?
- Hur stor blir skillnaden i klimatpåverkan mellan en klimatkalkyl upprättad i anbudsskedet och Boverkets klimatdeklaration? Vad grundar sig skillnaden i?
- Hur kan dagens klimatkalkyler kompletteras för att uppfylla Boverkets krav?
- Vilka åtgärder underlättar genomförandet av Boverkets klimatdeklaration i framtida projekt?

1.3 Motivering av examensarbete

Klimatberäkningar kommer inom kort gå från att vara ett frivilligt åtagande till ett krav som påverkar i stort sett alla verksamma företag inom byggbranschen. För att undvika att kravet blir för resurskrävande behöver problem och hinder kopplat till klimatdeklarationen identifieras och förebyggas. Tanken med klimatdeklarationen är inte att uppfinna hjulet på nytt utan att använda sig av kunskap, metoder och kompetens som redan finns om klimatkalkyler och LCA. Genom att kartlägga vilken information som finns, saknas eller behöver kompletteras så skapas beredskap inför det

kommande lagkravet. Ett stort företag som Skanska har goda förutsättningar att systematisera, standardisera och sprida ny kunskap om klimatdeklarationen. Att företaget redan har ett miljöledningssystem som involverar klimatkalkyler ger god grund för att undersöka nya aspekter av klimatberäkningsmetodiken.

1.4 Avgränsningar

LCA-analysen i denna studie begränsas till klimatdeklarationens obligatoriska delar, se kapitel 2.3. Det omfattar råvaruförsörjning i produktskedet, transport i produktskedet, tillverkning i produktskedet, transport i byggproduktionsskedet samt bygg- och installationsprocessen i byggproduktionsskedet (Boverket 2018). Systemgränser för klimatdeklarationen beskrivs mer ingående under kapitel 2.3. Avgränsningen till de obligatoriska delarna gör att klimatdeklarationen inte är en fullständig livscykelanalys.

Det finns aspekter av Boverkets klimatdeklaration som kan problematiseras. Det går att diskutera hur rimligt och ändamålsenligt lagförslaget och dess ramverk är. Det ingår inte i denna studie att göra det. Studien ämnar undersöka hur problem kan hanteras inom Boverkets satta ramar och avgränsningar för klimatdeklarationen. Studien kommer med andra ord inte undersöka hur ramverket kan bli bättre.

Rent fysiskt så avgränsas klimatdeklarationer till de tre huskroppar som utgör Brf Lanternan - omkringliggande anläggningar och miljöhus ingår inte. I studien ingår endast klimatpåverkan. Livscykelkostnader (LCC) eller andra miljöpåverkanskategorier ingår inte. Inte heller görs någon analys av hur fallstudien hade kunnat klimatförbättras genom alternativa material- och konstruktionsval. Det finns på marknaden ett antal olika beräkningsverktyg för LCA. I denna studie avhandlas endast två av dessa - Anavitor och BM1.0, se kapitel 2.2.4. Det finns även flertalet databaser och källor för LCA-data men i denna studie nyttjas endast IVL:s miljödata bas bygg, se kapitel 2.2.3.

2. TEKNISK BAKGRUND

I följande kapitel beskrivs standarder, begrepp och verktyg kopplat till LCA, ramverket för Boverkets klimatdeklaration samt exempel på fallstudier där klimatpåverkan beräknats.

2.1 System för LCA och klimatberäkning i Sverige

En livscykelanalys är ett verktyg som används för att bedöma och redovisa miljöpåverkan från en enskild produkt eller process. En LCA beskriver resursflöden i syfte att identifiera åtgärder som kan minska miljöpåverkan. Det finns standardiserade metoder för hur en LCA ska genomföras, och arbetsgången ser normalt ut som följande (SLU 2019):

1. Definiering av mål och omfattning
2. Inventering av resurser (material och bränslen) och generade utsläpp.
3. Bedömning av miljöpåverkan
4. Tolkning av resultat

Klimatdeklarationen är begränsad till att enbart bedöma en typ av miljöpåverkan, nämligen klimatpåverkan. Klimatpåverkan beräknas i regel som koldioxidekvivalenter och benämns som GWP (Global Warming Potential). Det är ett gemensamt mått på olika gasers bidrag till växthuseffekten, vanligen utslaget på 100 år (GWP100). Referensgasen är koldioxid som tilldelas värdet 1 koldioxidekvivalent (CO₂e). Andra växthusgaser bidrar olika mycket till växthuseffekten - till exempel är motsvarar den kraftiga växthusgasen metan ett större antal koldioxidekvivalenter (Boverket 2018). I följande stycken beskrivs några av de system som används av byggbranschen i Sverige för att beskriva klimatpåverkan med LCA-metodik.

En betydande utveckling har under 10-talet skett till följd av ambitioner att använda LCA i kommersiell upphandling och kopplat till olika lagar och regelverk (Erlandsson m.f 2013). I Sverige har Svenska Miljöinstitutet varit ledande inom LCA-forskning och gav 1991 ut LCA-handboken ”Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment” och har på senare år arbetat med digital standardisering av LCA (IVL 2020:1).

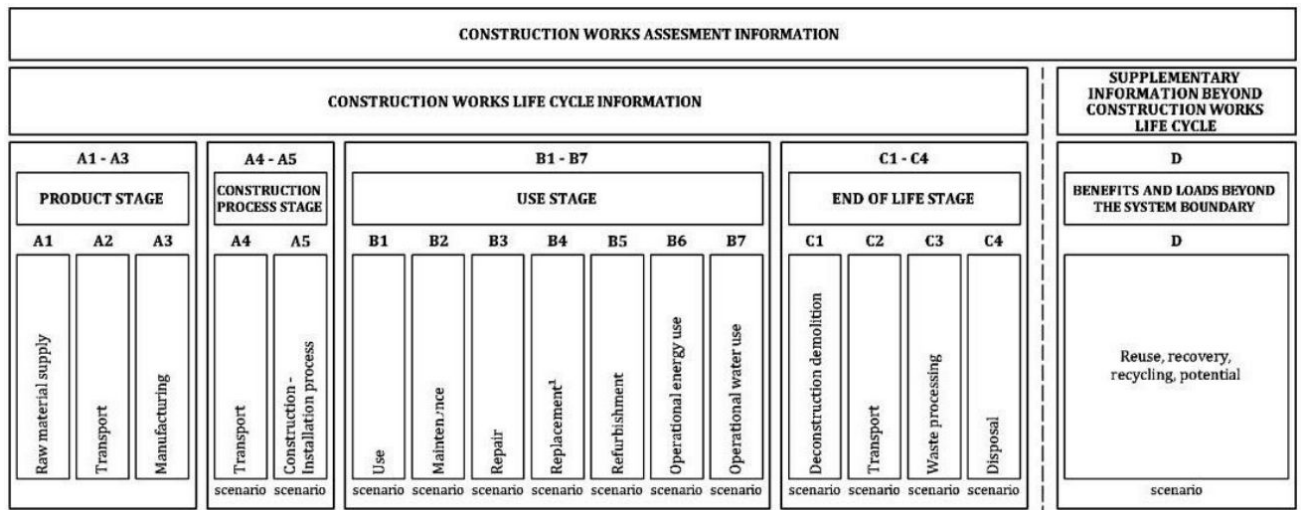
2.1.1 EN15978 & EN15804

Livscykelanalyser började ursprungligen genomföras inom förpackning-, aluminium- och metallindustrin under 70-talet och spred sig därefter vidare till livsmedelsindustrin. Spretiga resultat och bristen på enhetlig metodik resulterade i att ett standardiseringsarbete påbörjades (SLU 2019). 1993 tillsatte ISO en ny teknisk kommité för “Environmental management” och från och med 1997 började ISO:s 1404-serie (Miljöledning - Livscykelanalys) ges ut. Under senare delen av 00-talet påbörjades ett europeiskt standardiseringsarbete för att hantera det stora antalet program för miljöbedömningar av byggnader som fanns inom EU.

Hållbarhet hos byggnadsverk - Miljödeklarationer - Produktspecifika regler (EN15804) samt Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnaders miljöprestanda - Beräkningsmetod (EN15978) är två europeiska standarder som i regel används för att göra livscykelanalyser vid

uppförandet av en byggnad. Standarden är framtagen av tekniska kommittéer som på uppdrag av det europeiska certifieringsorganet CEN.

EN15804 beskriver produktspecifika regler (PCR) för byggvaror och beskriver därmed strukturen för hur en miljövarudeklaration (EPD) ska utformas. Utgångspunkten är att deklARATIONEN ska vara verifierbar, reproducerbar och jämförbar med likvärdiga produkter. Standarden anger systemgränser för olika skeden i en produkts livscykel (informationsmoduler) samt ett antal kvantifierbara miljöpåverkanskategorier. Figur 2 visar översiktligt vilka informationsmoduler, det vill säga skeden, som ingår i EN15804.



Figur 2- Informationsmoduler för en livscykelanalys enligt EN15804 (SIS 2019).

EN15804 beskriver även ett antal viktiga begrepp kopplat till LCA:

- *Declared unit* (deklarerad enhet, förkortas DU) är en kvantitet av en byggprodukt som används som referens i miljövarudeklarationen. Anges vanligen i massa eller volym.
- *Functional unit* (funktionell enhet, förkortas FU) är ett produktsystem med en kvantifierbar prestanda, som används som referens i miljövarudeklarationen. Till exempel ett fönster med en viss storlek och ett visst värmemotstånd.
- *Scenario* - en samling antaganden om förväntade händelser avseende en produkt eller process.
- *Specifik data* - uppgifter avseende en produkt, en grupp av produkter eller en process försett av en enskild leverantör.
- *Downstream process* (nedströms process) - analys av en produkt livscykel fram i tiden, mot bortskaffningen.
- *Upstream process* (uppströms process) - analys av en produkts livscykel bakåt i tiden, mot råvaruutvinningen
- *Cradle to gate* (vagga till grind) - innefattar produktskedet A1-A3.
- *Cradle to grave* (vagga till grav) - innefattar samtliga informationsmoduler.
- *Core environmental impact categories* (huvudsakliga miljöpåverkanskategorier) - innefattar olika modeller för att mäta växthuseffekten, ozon, försurning, övergödning, abiotiska resurser och vattenanvändning (SIS 2019). I denna studie är endast modellen GWP-total 100 år aktuell.

EN15978 syftar tillhandahålla beräkningsmetod för miljöprestandan hos såväl nya som existerande

byggnadsverk via LCA. Standarden beskriver gränserna för byggnaden som utvärderas, hur inventering sker, vilken data som krävs, vilka indikatorer som används, hur de ska beräknas samt hur resultatet ska redovisas och presenteras. Samma informationsmoduler och miljöpåverkanskategorier som beskrivs i EN15804 tillämpas. Exempel saker som standarden anger är följande:

- *Reference study period* (Analysperiod) - den tidsperiod som ingår i analysen för tidskänsliga faktorer, så som livslängder, underhåll och energiförbrukning. Normalt 50 år.
- *System boundary* (systemgränser) - vilka energikrävande processer som medräknas och inte medräknas vid t.ex uppförande och underhåll av byggnaden.
- Hur fastighetetsgenererad elektricitet tillgodoräknas.
- Krav kopplat till att konstruera scenarion för modul A4-D.
- Hur EN15978 knyter an till EN15804
- Hur verifiering av resultaten går till (SIS, 2011).

Boverkets klimatdeklaration baserar sig på EN15978. Förenklingar har gjorts för att göra klimatdeklarationer mer tillämpbara. Boverket föreskriver även att inte använda scenarion för A4-A5, utan istället följa upp produktionen. Vilka systemgränser Boverket har satt beskrivs i kapitel 2.3.

2.1.2 Miljövarudeklaration EPD och byggvarudeklaration eBVD

En miljövarudeklaration (Environmental product declaration) beskriver en produkts miljöpåverkan över hela eller delar av dess livscykel. En EPD tas frivilligt fram av tillverkaren, internt eller med hjälp av konsult. Därefter granskas och verifieras de av en oberoende aktör. I en EPD så ingår flera delar: först måste produktens innehåll och funktionella egenskaper dokumenteras. Därefter redovisas produktspecifika regler (PCR), systemgränser och metoder för hur LCA-analysen genomförts.

Framtagningen av EPD:er baserar sig på internationella standarder, EN15804 och ISO14025. Det innebär emellertid inte att alla EPD:er är jämförbara - de kan vara framtagna utifrån olika tolkningar av standarden samt med olika avgränsningar, antaganden eller metodval. Så kallad Q-metadata beskriver kvalitén på en EPD, vilket är av vikt för att kunna bedöma vad LCA-analysen faktiskt omfattar. Vanligen omfattar EPD:er för byggprodukter bara information om tillverkningsprocessen (cradle to gate, A1-A3). Det förekommer att EPD:er även innefattar information om den fortsatta livscykeln, och ibland används generiska scenarion för ex. transport, spill och deponi. En EPD redovisar flera kategorier av miljöpåverkan, såsom försurning, övergödning, markozon och utsläpp av växthusgaser. Det sistnämnda redovisas som GWP (Erlandsson 2018).

En EPD kan redovisas som declared unit (t.ex ett ton prefabricerad betong) eller functional unit (t.ex en ståldörr). I klimatkalkyler används i regel kg som enhet (EPD International 2020).

Tillgången till EPD:er är i dagsläget begränsad och det finns ingen heltäckande databas. Ett av flera syften med införandet av klimatdeklarationen är att stimulera tillgången till EPD:er. Att använda EPD:er är även ett viktigt verktyg för s.k marknadsdriven LCA, där beställaren i upphandlingen ställer krav på att produktspecifik data ska finnas, samt att dessa produkter ska hålla en viss miljöprestanda. Sådana upphandlingskrav förutsätter jämförbarhet och Q-metadata för att skapa sund konkurrens (Erlandsson 2018:1).

Byggvarudeklarationer är den svenska branschens standard för att dokumentera innehåll och miljöpåverkan för en produkt. eBDV är det digitala format som dagens deklarerationer förvaltas i - en

gemensam databas tillhandahålls av Byggmaterialindustrierna. Precis som med EPD är eBVD ett frivilligt åtagande, dock sker ingen tredjepartsgranskning för byggvarudeklarationer.

En byggvarudeklaration redovisar bland annat ursprung, kemiskt innehåll, hantering av produkten, och miljöpåverkan för olika skeden i dess livscykel. Dock används inte samma robusta LCA-metodik som EPD:er baserar sig på (Björk m.f 2014). I denna studie kommer byggvarudeklarationer användas för att bedöma tekniska livslängder.

2.1.3 Generisk klimatdata

Till följd av den begränsade tillgången på EPD:er måste generiska data användas för att beräkna byggnaders klimatpåverkan. Värden baseras på beräkningar och marknadsundersökningar. Dessa värden är konservativt satta för att främja användandet av produktspecifik data. I Sverige används ofta generisk data från IVL:s miljödatabas, som kan kopplas till beräkningsverktyg så som Anavitor och BM1.0, se stycke 2.2.4. IVL:s databas innehåller generisk data för runt 1000 materialgrupper. (Liljenström m.f 2015). Ett större byggprojekt innehåller vanligen tusentals unika produkter, som mappas mot någon av databasens materialgrupper. Hur väl mappningen görs avgör kvalitén på klimatkalkylen. Hur pass representativ den generiska klimatdatan är beror givetvis av informationstillgången. Nedan beskrivs den prioriteringsordning som IVL:s miljödatabas bygg tillämpar:

1. Alla leverantörernas LCA-data via främst EPD:er finns tillgängliga. Använd det alternativ nedan (a, b) som ger det högsta värdet för produktgruppen:
 - 1a) Det generiska LCA-data representeras av ett medelvärde av de leverantörsspecifika produktalternativen som finns tillgängliga på marknaden, men utan hänsyn till marknadsandelar.
 - 1b) Det generiska LCA-data bestäms som ett medelvärde av de leverantörsspecifika produktalternativen som finns tillgängliga på marknaden (enligt ovan) med hänsyn till marknadsandelar.
2. Enligt ovan men marknadsandelarna går inte att bedöma och LCA-data finns inte för alla leverantörer, vilket resulterar i att ett skattat konservativt LCA-data väljs utifrån tillgängliga data.
3. Generiska LCA-data i LCA-databasen representerar ett konservativt ansatt LCA-dataset, baserat på bara en eller ett fåtal leverantörsspecifika miljödata, som också ställs i relation till allmänt tillgängliga databasdata.
4. Enligt ovan men leverantörsspecifika miljödata saknas varför ett skattat konservativt LCA-data väljs ut bland de dataset som finns tillgängliga (Erlandsson m.f 2018:1).

I de fall datatäckning saknas kan schabloner användas. Det finns schablonvärden för energikrävande transport- och byggprocesser samt hela byggdelar. Till exempel kan tabell 1 användas i situationer där en resurssammanställning för en byggdel anses vara för tidskrävande. Notera att de generiska schablonerna i tabell 1 är konservativt satta, och att metoden kommer ge en hög klimatpåverkan. I regel ska alltså en hög detaljeringsgrad resultera i en lägre klimatpåverkan. Tabell 2 visar exempel på schablonvärden avseende transporter.

Tabell 1 - Generiska schabloner för vissa byggdelar

Byggdel	Klimatpåverkan GWP
Husunderbyggnad dvs. byggdelar under huskroppen och 2 meter utanför fasadliv	35 kg CO ₂ e/m ² Atemp
Stomme och rumsbildning fränsett insida yttervägg och inenrvägg.	30 kg CO ₂ e/m ² Atemp
Invändiga ytskikt och rumskompletteringar	25 kg CO ₂ e/m ² Atemp

Tabell 2- Exempel på generiska transportscenarion (BM1.0 2020)

Sandwichvägg	40 km fossil diesel, lastbil, 0,0025 MJ/kg km 400 km fossil diesel, lastbil, 0,001 MJ/kg km
Armeringsnät	40 km fossil diesel, lastbil, 0,0025 MJ/kg km 300 km fossil diesel, lastbil, 0,001 MJ/kg km 500 kg el, järnväg, 0,0003 MJ/kg km
Lättbetongblock	40 km fossil diesel, lastbil, 0,0025 MJ/kg km 1000 km fossil diesel, lastbil, 0,001 MJ/kg km

2.1.4 Beräkningsverktyg för klimatpåverkan - Anavitor och BM1.0

Det finns en mängd verktyg för att göra LCA-analyser. I följande stycke beskrivs två av dessa Anavitor har nyttjats till att upprätta en klimatkalkyl för Lanternan i anbusskedet. BM1.0 är ett gratisprogram som denna studie använder sig av för att försöka göra en klimatdeklaration för Lanternan, se kapitel 3.

BM1.0

Verktyget Byggsektorns miljöberäkningsvertyg (BM1.0) lanserades 2017 av IVL Svenska Miljöinstitutet i syfte att främja en kostnadseffektiv marknadsimplemtering av LCA och bidra till bland annat indikator 15 i Miljöbyggnad. Verktyget beräknar klimatpåverkan utifrån IVL:s miljödatabas bygg. Det bör noteras att BM1.0 har tillgång till ett begränsat urval av IVL:s dataset. Indata i programmet är mängden byggmaterial och energivaror som går åt i byggskedet. Det går att importera indata från kalkylprogram som t.ex SPIK (Skanskas interna kakyleringsvertyg) alternativt lägga in mängder och produkter manuellt. Indatan mappas mot databasen som ger klimatpåverkan utifrån branschscenarion (generisk data). Det går att byta ut generisk data som hämtas från databasen till produktspecifika miljövarudeklarationer (EPD). Även generiska scenarion för transporter och spill kan bytas ut mot platsspecifika data. I BM1.0 har informationsmodul 5 brutits ned i ett antal mindre moduler för en ökad transparens av bygg- och installationsprocessen, så som tabell 3 visar. Så som kommer framgå av kapitel 2.3.3. så ingår inte alla delar av modul A5 i klimatdeklarationen.

Tabell 3 - Underliggande informationsmoduler för bygg- och installationsprocessen A5.

A5.1	Spill, emballage och avfallshantering
A5.2	Byggarbetsplatsens fordon, maskiner och apparater (energi till drivmedel m.m.)
A5.3	Tillfälliga bodar, kontor, förråd och andra byggnader (energi till uppvärmning m.m.)
A5.4	Byggprocessens övriga energivaror (som gasol och diesel för värmare och dylikt, köpt el, fjärrvärme o.s.v.)
A5.5	Övrig miljöpåverkan från byggprocessen, inklusive övergödning vid sprängning, markexploatering, kemikalieanvändning o.s.v

BM1.0 genererar en standardiserad Excel-rapport med bland annat följande parametrar:

- Klimatpåverkan (GWP100), kg CO₂e per m² BTA för A1-3, A4, A5.1, A5.2, A5.3, A5.4, A5.5.
- Andel EDP:er i förhållande till generiska resurser
- Hur mycket EPD:er och egna val ("verkliga" värden) sänker eller höjer klimatpåverkan i förhållande till det generiska branschscenariot.
- Fördelning av klimatpåverkan mellan olika byggdelar och byggvaror (IVL, 2020).

Exempel på en rapport från BM1.0 går att studera i bilaga 2.

Så som framgår av listan ovan är verktyget utformat för att möjliggöra en jämförelse mellan en tidig, generisk klimatkalkyl och det faktiska utfallet, som sammanställs och uppdateras allt eftersom projektet fortskrider. Minimikravet för att få fram en jämförbar klimatdeklaration i BM1.0 är att minst 80 viktprocent eller kostnadsprocent av byggnadens totala kalkylposter ingår i beräkningen. Enligt kontrollberäkningar så utgör i regel de 25 mest betydande kalkylposterna 80 procent av byggnadens klimatpåverkan.

BM1.0 beräknar enbart modul A. Den första användargruppen som använde verktyget konstaterade att den klimatdeklaration som BM1.0 genererade var för enkel och inte tillräckligt omfattande (Erlandsson 2018:2). Verktyget har utvecklats för att klimatdeklaration ska kunna genomföras så enkelt som möjligt, med Miljöbyggnads LCA-krav i åtanke. Det är en avsevärd skillnad mellan indikator 15 och Boverkets lagförslag, där lagförslaget får anses strängare. I denna studie kommer det därför förutsättas att enbart BM1.0 inte räcker för att genomföra en komplett klimatdeklaration såsom Boverket anser utforma den, utan måste kompletteras med andra metoder. BM1.0 har även fått kritik för att det inte går att utläsa information om den generiska datan (metadatan) som nyttjas (Heincke m.f 2018). I denna studie avser som sagt att upprätta en klimatdeklaration för Lanternan med hjälp av BM1.0. Den klimatkalkylen kommer härnäst benämnas som *klimatkalkyl nr. 2* då den upprättats i samband med byggproduktionsskedet.

Anavitor

Anavitor startades 2006 av IVL Svenska Miljöinstitutet och Åkej AB i syfte att få en helhetsbild över hur material i byggindustrin påverkar miljön. Likt i BM1.0 kan kalkymängder från ex. SPIK inhämtas och mappas mot generisk data från IVL:s databas. Anavitor har även funktioner som möjliggör import av data från CAD- och BIM-modeller. Inmatning av data kan inte ske manuellt. Anavitor kan till skillnad från BM1.0 beräkna fler miljöpåverkanskategorier än GWP samt möjliggör beräkning av modul B-C. (Anavitor, 2020). I den här studien har dock enbart GWP samt A1-A5 studerats. Exempel på ett utfall i Anavitor går att studera i kapitel 4.2. Till skillnad från BM1.0 är Anavitor inte kostnads-

och licensfritt. Anavitor använder sig av en större bank av generiska resurser än BM1.0. De olika dataseten ger konsekvensen att en beräkning på samma produkt ger olika resultat. I en jämförelse som utfördes av ett antal LCA-konsulter så gav Anavitor 27% högre klimatpåverkan för A1-A3 i jämfört med BM1.0. Jämförelsen utgår ifrån beräkning av en kvadratmeter yttervägg med fönster (Heincke m.f 2018). Skanska har som sagt upprättat en intern klimatkalkyl för Lanternan. Den klimatkalkylen gjordes i Anavitor och kommer benämnas som *klimatkalkyl nr. 1* då den upprättades i bygghandlingsskedet.

Nedan följer en jämförelse utarbetat av SBUF i samarbete med NCC och Chalmers. Studien innefattar även analys av verktygen GaBi, openLCA, One Click LCA och SimaPro, vilka har uteslutits nedan.

Tabell 4 - Jämförelsematrix LCA-verktyg (Heincke m.f, 2018).

	Anavitor	BM1.0
Modul A	Ja	Ja
Modul D	Ja	Nej
Modul C	Ja	Nej
Modul D	Nej	Nej
Ta fram EPD	Ja	Nej
Certifiera enligt Miljöbyggnad	Ja	Ja
Certifiera enligt LEED	Ja	Nej
Inmatning av data	Digital inläsning	Manuell
Antal dataset	ca 550	ca 100
Jämförelse dataset	Ja	Nej
Transparens*	Liten	Ingen
Kompetensbehov**	2	1
Resultat från beräkningar av 1 m ² yttervägg med fönster.	56 kg CO ₂	44 kg CO ₂

* Avser hur enkelt det är för användaren att se vad man faktiskt väljer för miljödata.

** Användarvänligheten mäts på en skala från 1 till 5, där 5 innebär att man måste vara LCA-expert och 1 innebär att man inte behöver några direkta förkunskaper.

2.1.5 Miljöcertifieringar

Det finns ett antal miljöcertifieringar på marknaden som innefattar krav eller kriterier avseende LCA eller klimatpåverkan från byggprocessen. Här ges en kort översikt över fyra av dessa.

Certifiering av Miljöbyggnad 3.1 görs utifrån 15 bedömningskriterier, varav en beskriver stommens och grundens klimatpåverkan. För nivå brons krävs enbart generisk data för modul A1-A3. För nivå silver och guld krävs även klimatpåverkan från transporter samt ett visst antal produktspecifika EPD:er redovisas. För guld måste en aktiv reduktion av klimatpåverkan med 10% redovisas. Preliminär certifiering kan göras i ett tidigt skede men för verifiering begärs det att beräkningsverktyget ska uppdateras med stommens och grundens faktiska vikter. Underlag för inköp

behöver dock inte redovisas. (Sweden Green Building Council 2020:1).

Certifieringssystemet DGNB används främst i Tyskland och Danmark och består av sex miljökriterier varav en utgörs av en förenklad livscykelanalys (Building life cycle assessment). Bonuspoäng ges om CO₂-påverkan från byggprocessen, underhållet och rivningsfasen är åtminstone klimatneutrala enligt DGNB:s beräkningsmetod. Bonuspoäng ges även om CO₂-påverkan från byggprocessen understiger ett referensvärde (DGNB, 2020)

LEED är ett internationellt certifieringssystem med regionala anpassningar. Det går att få poäng genom att göra en LCA-analys på stomme och klimatskal, samt aktivt reducera bl.a klimatpåverkan (enligt ISO 14044) med ett visst antal procent. Även reducering inom två andra miljöpåverkanskategorier krävs. (U.S Green Building Council, 2019).

NollCO₂ är en påbyggnadscertifiering som kan komplettera bl.a Miljöbyggnad, LEED och Svanen. Med hjälp av certifieringen ska ett byggnadsverk under sin livscykel uppnå klimatneutralitet. Det görs genom att väga upp för påverkan som orsakats av produktion, renovering samt energi- och vattenanvändning. Det kan göras med hjälp av återanvändning, överproduktion av energi, underhållsfri design och traditionell klimatkompensering, så som utsläppsrätter och clean development-investeringar (Sweden Green Building Council 2020:2).

2.2 Omfattning av Boverkets klimatdeklaration

För att genomföra beräkningen av klimatdeklarationen för byggskedet krävs mängdning av det material samt den energi- och bränsleåtgång som krävs för att uppföra byggnaden (Boverket 2018, s.38). I följande kapitel beskrivs när och hur klimatdeklaration avses genomföras samt vilka avgränsningar och rekommendationer som hittills föreskrivs.

2.2.1 Generella principer för klimatdeklarationen

Tanken med klimatdeklarationen är att den ska påbörjas i ett tidigt skede och då baseras på grova nyckeltal, generisk data och kvalificerade uppskattningar. Att påbörja deklarationen i ett tidigt skede möjliggör åtgärder som kan sänka klimatpåverkan. Allteftersom projektet fortskrider ska klimatdatan förfinas, revideras och specificeras. Jämför med projektets ekonomiska kalkyler och tidplaner som också ökar i detaljeringsgrad med tiden. För större, delade entreprenader tar entreprenören förslagsvis över den tidiga klimatdeklarationen och ansvarar för revidering och leverans. Utgångspunkten i Boverkets klimatdeklaration är att det är produktionsutfallet ska dokumenteras, vilket skiljer sig från hur t.ex Skanska i dagsläget arbetar med klimatkalkyler. Hur pass detaljerat produktionsdatan ska dokumenteras och verifieras är ännu under utredning, även om de generella riktlinjerna är kända. Boverket uppskattar att en klimatdeklaration inledningsvis tar 120-241 konsulttimmar att genomföra för ett flerbostadshus, men att tidsåtgången med tiden minskar till följd av kunskapsuppbyggnad (Boverket 2018). Tidsåtgången beror till stor del även av formatet på indatan. Kalkyler som har rätt enheter och enkelt kan konverteras in i LCA-programvaran har liten tidsåtgång. Utan rätt format måste ytterligare mängdning göras (Boverket 2020:2). Branschaktörer bör förbereda sig inför förordningen genom att bygga kompetens om LCA inom den egna organisationen eller anlita kompetens utifrån. Eftersom Boverket på sikt avser att införa gränsvärden för klimatpåverkan kan det även vara konstruktivt för företag att sätta upp mål kring vad klimatdeklarationen ska användas till.

Nyttan med klimatdeklarationen ligger i att den ger ett kvantitativt underlag för att ta beslut kring hur en kan minska såväl klimatpåverkan som kostnader kopplat till materialspill (Boverket 2020:1). I denna fallstudie görs klimatdeklarationen i ett relativt sent skede, närmare bestämt 1-2 månader innan slutbesiktningen. Alltså är tillgången till produktionsdata stor. Möjligheterna att påverka klimatpåverkan är i detta skede små. Däremot är möjligheterna att återanvända resultaten i framtida projekt stora, eftersom Brf Lanternan i många bemärkelser är genomfört med byggtekniskt standardiserade metoder, vilket beskrivs mer i kapitel 4.2. Klimatpåverkan beräknas i klimatdeklarationen som GWP i enheten kg koldioxidekvivalenter per m² BTA.

2.2.2 Systemgränser för produktskedet A1-A3

Klimatdeklarationen ska enligt lagförslaget omfatta hela byggnadens klimatskärm, byggnadens samtliga bärande konstruktionsdelar och icke bärande innerväggar. Med klimatskärm avses skikt som skyddar inre delar mot ljud, temperatur och fuktighet. Eventuella material för markarbeten föreslås inte ingå som obligatorisk del i detta skede. I den bemärkelsen har Boverket ännu inte gjort en tydlig gränsdragning huruvida pålning och andra markförstärkande och kraftöverförande element under grundplattan ska ingå. I den här fallstudien har pålfundament inte räknats med då mängden inte kunde verifieras.

Inventering av klimatskärm, stomme och innerväggar föreskrivs enligt Boverkets rapport 2018:23 göras via ekonomiska kalkyleringsprogram alternativt digitala modeller. Ännu har Boverket inte föreskrivit några tydliga riktlinjer för produktionsuppföljning av modul A1-A3. Jämför med Miljöbyggnad 3.1, där "verkliga" vikter ska föras in i kalkylen allt eftersom byggskedet fortskrider.

För att beräkna klimatpåverkan från de processer som ingår i A1-A3 så behövs data från en tredje part. Data som får användas är produktspecifika och kvalitetsgranskade EPD:er, alternativt generisk klimatdata (genomsnittsvärden från den svenska marknaden) hämtade från en databas. När reglerna införs 1 januari 2022 kommer det vara obligatoriskt att använda Boverkets öppna nationella klimatdatabas för att beräkna klimatpåverkan från A1-A3 (Boverket 2020:2). Eftersom Boverkets databas inte är utvecklad ännu så kommer denna studie använda sig av IVL Miljödatabas Bygg, som är kopplad till såväl Anavitor som BM1.0.

Boverket föreskriver inledningsvis inget krav på att använda specifika data, även om produktspecifika klimatdata uppmuntras att användas i så stor utsträckning som möjligt. Generisk klimatdata är i regel konservativt satta, så för att få ett lägre och/eller mer träffsäkert resultat bör produktspecifika EPD:er användas. Tillgången på dessa är som beskrivs i kapitel 2.2.2 begränsade. I denna studie är ambitionen att använda produktspecifik klimatdata för åtminstone tre viktiga betydande kalkylposter.

En kritik som framförts mot lagförslaget grundar sig i att avgränsningen till byggskedet A1-A5 ger en missvisande eller felaktig bild av en byggnads klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv. Till exempel kan lagen ge en orättvis marknadsfördel till material och konstruktioner som har en låg klimatpåverkan i A1-A5, men en kort livslängd eller hög klimatpåverkan i senare skeden. Fokus bör ligga på en helhetsbedömning av klimatpåverkan. Tekniska funktioner avseende t.ex fuktskydd kan påverkas negativt av ett för stort fokus på CO₂-värden (Konkurrensverket, 2018). För att komma runt problematiken krävs det att klimatdeklarationen innehåller uppgifter om underhållsbehov och tekniska

livslängder för bedöma om dessa avviker från vad som kan förväntas vara normalt (Ds 2020:4). I denna studie kommer kvalitén hos klimatskärmen (livslängder och periodiskt underhåll för fasadmaterial, tak och fönster) särskilt undersökas och beaktas, i enlighet med Boverkets rekommendationer i rapport 2018:23. Vilka aspekter som ingår i bedömningen beskriv under kapitel 3.2.

2.2.3. Systemgränser för byggproduktionsskedet A4-A5

De aspekter från transportskedet som främst orsakar klimatpåverkan är val av transportslag och drivmedel samt avstånd mellan fabrik och byggarbetsplats. Även hur väl lastutrymmet utnyttjas och hur skrymmande materialet är bör tas med i åtanke. I Boverkets förslag till klimatdeklaration ingår enbart transporter av de byggprodukter som ingår i A1-A3, även om modul A4 kan utökas genom att inkludera transport av maskiner och utrustning som används på byggarbetsplatsen. Så som beskrivs i kapitel 2.2.3 (tabell 2) så används i regel scenarion för att beräkna A4. Det är problematiskt då det inte skapar incitament att aktivt göra val som sänker klimatpåverkan. Boverket föreskriver initialt att "verklig" transportdata ska tillämpas för de tre mest betydande kalkylposterna. Uppgifter om bränslen, transportsätt och fyllnadsgrader kan antingen hämtas från EPD:er eller via leverantören.

Modul A5 består av flera delprocesser såsom kapitel 2.2.4, tabell 3 visar. Eftersom denna informationsmodul har stort utrymme för olika tolkningar är det särskilt viktigt att den redovisas tydligt och präglas av transparens gällande alla antaganden och avgränsningar. Boverket föreslår initialt att följande processer blir en obligatorisk del av klimatdeklarationen:

1. Produktion och transport (till byggplatsen) av det material som blir till spill på byggplats.
2. Användning av el, värme och bränslen på byggplatsen.

Det bör noteras att punkt 1. ofta hanteras som generiska, procentuella påslag vid mängdning och transport av byggmaterial. Därmed sammanfaller den punkten med beräkning av A1-A3 samt A4. Precis som med transporter så skapar generiska scenarion inte drivkrafter till förbättring, varför riktiga spillmängder bör mätas om möjligt.

För energikrävande processer på byggarbetsplatsen så föreskriver Boverket att använda ekonomiska kalkyler för el och värmeåtgång till bodar och utrymmen, samt bränsleåtgång för maskiner. Det eftersom kalkyler ofta innehåller erfarenhetsvärden. Generiska CO₂-utsläpp för bränslen, el och fjärrvärme kan hämtas från IVL. Samtidigt framhålls vikten av att använda verkliga värden till klimatdeklarationen (Boverket 2018). I denna studie är ambitionen att följa upp energiåtgång och avfall för byggarbetsplatsen. Det beskrivs mer ingående under kapitel 3.2. Det bör betonas att metoden som tillämpas i denna studie är en tolkning av det lagförslag som presenteras. Hur stor upplösning som krävs, hur pass specifik data som ska redovisas och hur klimatdeklarationen ska verifieras efter slutbesiktningen återstår för Boverket att tydliggöra.

2.2.4 Fortsatt utveckling av Boverkets klimatdeklaration

Boverket arbetar i skrivande stund på att utveckla en klimatdatabas och ett klimatdeklarationsregister. Under 2020 planeras även arbete med digital vägledning, support, informationskampanjer och tillsynsplan för förordningen. Efter första implementeringen planeras klimatdeklarationen att så småningom inkludera hela livscykelns samt innehålla ett gränsvärde för klimatpåverkan. Den fortsatta utvecklingen som är mest relevant för denna studie är ett förtydligande av vilken data som bör ingå

och hur den kan verifieras i efterhand. Följande aktiviteter är planerade:

- Kartläggning av redan existerande generiska klimatdata anpassade för svenska marknaden.
- Kartläggning av material och processer som saknar generiska data för svenska marknaden samt förslag på hur dessa tas fram.
- Lösningar för hur EPD:er och aktuella beräkningsverktyg kan integreras med klimatdatabasen och klimatdeklarationsregistret.
- Fastställning av vilka uppgifter registret ska innehålla för att möjliggöra granskning (Boverket 2020:3).

2.3 Jämförbara fallstudier

Eftersom Boverkets lagkrav fortfarande är under utredning så finns begränsat med underlag som beskriver utfallet av en klimatdeklaration. Många svenska byggnader miljöcertifieras idag, men som förklarar i ovanstående stycken är systemgränserna för dessa certifieringar annorlunda än klimatdeklarationen. Ett antal fallstudier och pilotprojekt jämförbara med Boverkets har dock genomförts, vilka beskrivs i kommande stycken.

2.3.1 LCA av fem byggsystem i Sverige

2018 genomfördes ett forskningsprojekt under ledning och finansiering av bland annat KTH, SBUF, IVL, Sveriges Byggindustrier och regeringskansliet (Erlandsson m.f 2018:3). Syftet med studien var att jämföra klimatpåverkan för fem olika stomsystem som är vanligt förekommande på den svenska marknaden. Två av dessa konstruktionslösningar är delvis jämförbara med Lanternan - prefabricerad betongstomme med bärande ytterväggar och håldäcksbjälklag samt platsgjuten betongstomme och yttervägg med kvarsittande form. Det aktuella referenshuset har sex våningsplan, 22 lägenheter och två hissar.

Tabell 5 - Klimatpåverkan för två typer av stomsystem

	A1-A3 Produktskede kg CO ₂ e/m ² Atemp	A4 Transport kg CO ₂ -ekv./m ² Atemp	A5 Byggproduktion kg CO ₂ e/m ² Atemp	A1-A5 Byggskede kg CO ₂ e/m ² Atemp
Prefabstomme	214	24	34	272
Platsgjuten stomme	279	11	42	331

Även modul B och C redovisas i studien för en livscykel om 50 år. Notera att beräkningar utgår ifrån Atemp och inte BTA. En annan viktig skillnad från fallstudien Lanternan är att referenshuset i fråga inte har något källargarage. Studien uppger att en sådan konstruktion skulle ge upphov till ytterligare 48 CO₂e /m² Atemp för modul A1-A3. En likhet med klimatkalkyl nr. 1 för Brf Lanternan är att produktionskalkylen har kopplats mot Anavitor och att stort sett alla ingående material och komponenter är medräknade (se kapitel 4.2). Det skiljer sig från t.ex Miljöbyggnad och klimatdeklarationen där endast en begränsad andel av materialen tas med i beräkningarna. Studien resulterade i bland annat följande åtgärdsförslag:

- Fokusera på klimatförbättring för de största materialgrupperna
- Klimatförbättra transporternas drivmedel och energianvändningen på byggarbetsplatsen
- Välj fasadmaterial med hänsyn till underhåll
- Öka kompetensen om klimatpåverkan i inköpsprocessen

2.3.2 Klimatkrav i upphandling till rimlig kostnad

I samband med att Boverkets förslag till klimatdeklaration utformades så påbörjades ett antal pilotprojekt runt om i landet. Från och med våren 2019 har Sveriges Allmännyttan i samarbete med IVL klimatdeklarerat nio olika bostadsprojekt, varav majoriteten med stommar i betong. Målet med projektet är att utifrån resultaten låta de medverkande bostadsföretagen formulera upphandlingskrav som kan ställas på marknaden till en rimlig kostnad. Piloterna har gjort beräkningar på A1-A5.1 där de använt generiska LCA-data samt de schabloner för transporter och spill som finns i BM1.0. Vissa av projekten har lagt in EPD:er för stomme samt specifika transportavstånd förutsatt att informationen funnits tillgänglig. Huvudsyftet med projektet var ett kunskapslyft hos piloterna och att skapa förståelse om vad som kommer krävas för att börja arbeta med klimatdeklarationen ”på riktigt” (Sveriges Allmännyttan 2020). Resultatet från klimatberäkningarna i projektet har i skrivande stund inte offentliggjorts.

2.3.3 Brf Ivar - Skanska Hus Norr

2019 genomfördes en klimatkalkyl för ett av Skanskas nyproducerade bostadshus i Borlänge. Byggnaden är ett punkthus med stomme i platsgjuten betong och utfackningsväggar med stålreglar och putsad fasad. Klimatkalkylen gjordes med stöd av Skanskas interna kalkyleringsprogram SPIK och ECO2 samt IVL Miljödata bas bygg. Resultatet visade på en klimatpåverkan om 376 kg CO₂e/m² BTA för byggprocessens (A1-A5). Betong och armering stod för 51% av de totala utsläppen. Modul A4-A5 stod för 4% av utsläppen.

I rapporten betonas vikten av att använda sig av långa kalkylresurser i klimatkalkylen, i syfte att fastställa den exakta mängden koldioxidkvivalenter. Med långa kalkylresurser menas data som utgår från faktiska mängder, istället för budgetposter. Detta kallas även primär beräkning, se kapitel 4.2. Det hade för Brf Ivar i tidigt skede inte planerats inför en klimatkalkyl och därmed hade ingen hänsyn tagits till användning av långa kalkylresurser. För att klimatkalkylen ska ge ett träffsäkert värde är det viktigt att känna till exakt material och exakt mängd i kalkylarbetet (Norman 2019).

3. METOD

Denna studie är en komparativ fallstudie över ett nyproducerat flerbostadshus i betong. En klimatdeklaration genomförs i slutskedet av projektet (klimatkalkyl nr. 2), och jämförs sedan med den interna klimatkalkyl Skanska genomförde i bygghandlingsskedet (klimatkalkyl nr. 1). Flera olika datainsamlingsmetoder tillämpas. I följande kapitel beskrivs bland annat teoretisk grund för studien, datareliabilitet, reproducerbarhet och generaliserbarhet samt empiri och tillvägagångssätt.

3.1 Allmänt

Experimentella studier förutsätter att forskaren kan manipulera variabler. De används till att studera orsak-och verkan-relationer och till att kunna förutsäga situationer. Icke-experimentell, det vill säga *deskriptiv* forskning används när syftet är att ge en beskrivning och förklaring till en situation där variablerna inte kan identifieras eller är för inskränkt i den företeelse som studeras (Merriam, 1994). Fallstudien Lanternan är av icke-experimentell karaktär då endast ett utfall studeras - produktionsutfallet. Studien hade kunnat göras experimentell genom att e.x undersöka hur alternativa konstruktionslösningar eller arbetssätt hade påverkat produktionsutfallet. En fallstudie karaktäriseras av att ingen manipulation sker och av att många olika typer av empiriskt material kan hanteras. Informationsbasen kan utgöras av t.ex enkäter, observationer, intervjuer, artefakter och dokument. En fallstudie utgörs av att ett avgränsat system studeras där variablerna inte kan skiljas från kontexten och den rådande situationen. För att säkerställa den inre validiteten, det vill säga i vilken mån empirin stämmer överens med verkligheten, finns ett antal strategier som tillämpas inom praktisk och kvalitativ forskning. Tre av dessa är triangulering, deltagarkontroll och deltagande tillvägagångssätt, vilka har tillämpats i denna studie. Det innebär att ett flertal informationskällor får bekräfta samma uppgifter, att informanter får ta ställning till att tolkningen i t.ex intervjuer är korrekt samt att informanterna involveras i samtliga skeden av forskningen. Triangulering tillämpas även för att stärka reliabiliteten. Att prata om extern validitet, det vill säga generaliserbarhet, är för fallstudier svårt då omständigheterna kring situationen är unika. Ett sätt att betrakta generaliserbarheten är att utgå ifrån att läsaren eller användaren av undersökningen själv får bedöma om fallstudien är applicerbar på dennes situation (Merriam, 1994).

Objektet för fallstudien (Lanternan) är byggt med standardiserade metoder och valdes ut med motiveringen att resultatet skulle vara generaliserbart. Framtida flerbostadshus i betong förväntas ha liknande förutsättningar för att genomföra en klimatdeklaration. Det bör dock noteras att hur produktionskalkylen är uppbyggd, hur väl dokumenthanteringen görs samt hur väl produktionen följs upp påverkar förutsättningarna.

Metodikerna i fallstudien baserar sig på EN1578 och EN15804, europeisk standard för livscykelanalyser av byggnadsverk och byggprodukter. Omfattning och avgränsning beskrivs av Boverkets initiala riktlinjer för klimatdeklaration (rapport 2018:23) vid uppförande av byggnad. Arbetet innebär till stor del en inventering av resurser samt en inventering av datatillgången kopplat till dessa resurser. Syftet med arbetet är som beskrivs i kapitel 1.3 och 1.4 bland annat att identifiera vilka skillnader och informationsluckor som förekommer. Den framräknade klimatpåverkan bör tolkas med det i åtanke - datatillgången förväntas vara inkomplett.

Hur tillförlitlig klimatdeklarationen är, det vill säga reliabiliteten i datan, kommer i denna studie bedömas kvalitativt. Det eftersom klimatdeklarationen är ny och förhållandevis förenklad typ av LCA, där kvalitetsindex och kvantitativa bedömningsmetoder ännu inte är utvecklade. I den här studien har följande aspekter valts ut för att bedöma datakvalitet:

- Upplösningen - hur pass detaljerad inventeringen och klimatdatan är. Byggnader består av komplicerade skikt och processer som kan beräknas mer eller mindre grovt.
- Datatäckning - hur stor andel av byggmaterialen som faktiskt kom med i beräkningen, det vill säga mappades mot LCA-data.
- Precision - hur väl materialets eller byggdelens faktiska klimatbelastning stämmer överens med datamappningen.

För att möjliggöra validering och reproducerbarhet så redovisas antaganden om byggnadens konstruktiva utformning i detalj i empirikapitlet. Vidare bör reproducerbarheten redovisas genom att ange vilka källor som ligger till grund för generella och specifika antaganden och beräkningar i en standardiserad redovisningstabell. Exempel på format för detta syns i figur (Erlandsson, 2018).

Tabell 5. Exempel på format för redovisning av underlag, metoder och anvisningar som används vid LCA-beräkningar (Erlandsson, 2018:3).

Reproducerbarhet (med exempel på ifyllda fält)	
Livscykelresursregister (LCR)	SBE Livscykelresursregister 2018
Korsreferering mot indata gjord i verktyget	ECO2 Skanska 2018
Generiska LCA-miljödata	IVL:s Miljödatabas bygg 2018; full licensversion
Byggarbetsplatsens miljöpåverkan	Baserad på produktionskalkylens bedömningar
Generiska transportavstånd	Anavitor, version 2018
Skede som resurssammansättningen togs fram	Indata kommer från en kalkyl i tidigt skede/anbudskalkyl/produktionskalkyl/efterkalkyl/övrigt
Källa till resurssammansättningen	Byggkalkylprogram XX eller CAD YY
Utbyte, drift och underhållsintervall	Erlandsson M, Holm D: Livslängdsdata samt återvinningsscenario för mer transparenta och jämförbara livscykelberäkningar för byggnader. Version 2015. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapportnummer B B2229, April 2015
Slutskede	Erlandsson M, Peterson D: Klimatpåverkan för byggnader med olika energiprestanda. Underlagsrapport till kontrollstation 2015. För Energimyndigheten och Boverket. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport nr U5176, 27 maj 2015, första version daterad 10 maj 2015.
LCA-metodik	Byggresurser: EN15804:2012+A1:2013 i tillämpliga delar Byggnader: EN 15978:2011 i tillämpliga delar
Systematiska avsteg	Endast klimatpåverkan redovisas
Driftsenergi, metodik	Beräknade har gjort i IDA ICE med klimatdata för Stockholm. Beräknade värden har normaliserats enligt Svebys anvisningar. Alternativt: Mätta värden har använts. Värden har normalårskorrigerats och justerats för normalt brukande enligt Svebys verifieringsmall version 1.0.
Typ av miljödata för B6	Miljöpåverkan för energianvändning baseras på data för Nordisk elmix 2014-2017 och svensk fjärrvärmemix 2016
Antagen analysperiod på driftskedet	50 år

3.2 Muntliga källor

I denna studie har information och synpunkter kopplat till klimatkalkyler och hållbarhetsarbete i projekt samlats in via personlig kommunikation med två informanter från Skanska. Båda informanterna har specialistkunskaper inom miljö, energi-och klimatområdet. Uppgifterna som presenteras i empirikapitlet kommer främst från såväl mailkonversationer som samtal. Intervjumetoden har varit flexibel och bestått av såväl i förväg förberedda frågor som anpassade följdfrågor. Informanterna har följt arbetet och kontakt har kontinuerligt skett under fallstudiens gång. Informanterna har fått bekräfta de uppgifter som presenteras i denna rapport. Nedan följer en sammanställning av ämnen som tagits upp.

- Skanskas miljöledningssystem.
- Verifiering av Boverkets klimatdeklaration.
- Produktionsuppföljning av spill, energi och mängder.
- Svagheter och styrkor med Anavitor och SPIK.
- EPD:er i upphandlingskrav.

Muntlig information har i denna studie samlats in med ostrukturerade metoder i flera omgångar. Det kan motiveras med att denna studie syftar att belysa tidigare utforskade problem och aspekter av klimatdeklarationen och klimatkalkyler i allmänhet. I en sådan situation är det fördelaktigt att inte i förväg definiera vilken information som ska samlas, utan istället successivt samla in uppgifter som är relevanta för frågeställningarna. Nackdelen ligger i att resultatet kan te sig rörigt och svårt att sammanställa. För ett mer entydigt och lättkodat resultat skulle ett frågeformulär kunna ha använts. För att validera den information som ges i stycke 4.1 skulle även fler informanter från andra organisationer kunna ha involveras. Eftersom informant 1 och 2 kommer från samma företag torde de ha en begränsad bild av situationen.

3.3 Fallstudien Lanternan

Skanskas interna klimatkalkyl (klimatkalkyl nr.1) har tillhandahållits av informant 1. Den presenteras under empirikapitlet och används som jämförande referensscenario till klimatdeklarationen (klimatkalkyl nr.2).

Underlag till klimatkalkyl nr. 2 har förmedlats av ansvarig projektingenjör för Lanternan samt via den interna dokumenthanteringsplattformen Apricon. Sammanställning av ingående byggmaterial har gjorts genom att inventera mängder från Skanskas interna kalkyleringsverktyg SPIK. Eftersom kalkylposterna ofta består av sammansatta byggdelar och har enheter såsom *kvm*, *m* och *st* så måste ibland en omvandling till *kg* göras. För att kunna göra korrekta antaganden om dimensioner så har byggnadens A- och K-ritningar granskats, samt ett antal andra projektkopplade dokument, se kapitel 4.10.

För att beräkningen ska bli träffsäker är det särskilt viktigt att volymerna av stommen stämmer. Därför har den initialt framräknade volymen kontrollerats mot de levererade volymerna av betong och armering. Där en skillnad förekommit mellan beräknad och beställd mängd har de “verkliga” volymerna från leverantören har legat till grund för klimatdeklarationen.

Avfallsmängder, bränslen och energiåtgång inhämtas via fakturor och rapporter från aktuell underleverantör. Vid avsaknad av uppgifter tillämpas samma generiska scenarion som i klimatkalkyl nr.1.

Specifik klimatdata (EPD:er) inhämtas via leverantören för betydelsefulla material. I övrigt inhämtas EPD:er via öppna databaser. Google Maps används för att mäta transportavstånd.

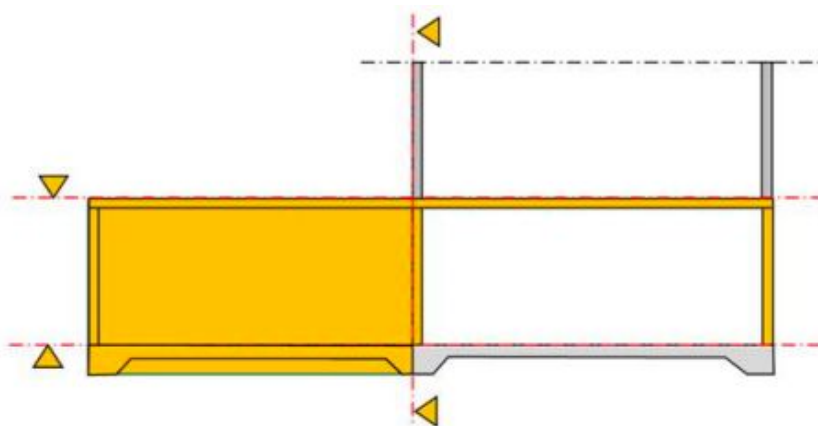
En bedömning av fasadmaterialens livslängd är nödvändig för att komplettera beräkningen av modul A1-A3 enligt Boverkets rapport. Följande aspekter ska ingå i bedömningen, förutsatt att information finns att tillgå:

- Förväntad generisk livslängd
- Förväntad specifik livslängd
- Certifieringar och prestandadeklarationer
- Beständighet mot regn, frost och kemiska angrepp
- Exponeringsgrad
- Behov av underhåll
- Möjlighet till återanvändning och återvinning.

Uppgifter om tekniska livslängder samlas in via produkternas byggvarudeklaration (eBVD) eller med hjälp av generiska livslängder för aktuell materialgrupp.

Kalkylposterna matas manuellt in i BM1.0 och mappas mot generiska miljödataresurser. I samband med mappning gjordes en bedömning över hur väl mappningen stämmer överens med verkligheten.

De byggnadsdelar som ingår i det byggnadsintegrerade garaget ska redovisas separat, enligt rekommendation från IVL. Det i syfte att enkelt kunna analysera hur pass mycket klimatpåverkan denna extra underbyggnaden genererar i förhållande till boytan.. Följande systemgränser gäller för garage:



Figur 4 . Systemgränser för garage (Erlandsson 2018:3)

För att belysa viktiga skillnader mellan klimatkalkyl nr 1 & 2 så görs i analyskapitlet en kvalitativ jämförelse mellan Anavitor och BM1.0 baserat på uppgifter från informanterna samt kapitel 2.2.4.

4. EMPIRI

Följande kapitel avhandlar fallstudien Lanternan och genomförandet av klimatkalkyl nr. 2. Utöver det beskrivs klimatkalkyl nr.1 och informanternas syn på ämnet.

4.1 Informanter Skanska

Uppgifter från informant 1

Arbetar med hållbar affärsutveckling för Skanska och har varit involverad i arbetet med Lanternan.

Skanska har ett mål om att nå klimatneutralitet till 2045. Huvudstrategin för att nå målet är att minska klimatpåverkan som orsakas under byggprocessen och därefter kompensera för klimatpåverkan genom att låta fastigheten generera förnybar energi under sin livslängd. Analysperioden sträcker över 50 år och involverar inte rivningsskedet.

Gröna kartan är Skanskas miljöledningssystem och används för att beskriva hur väl ett byggprojekt presterar ur miljösynpunkt. För att projekt ska hamna på Gröna Kartan krävs en klimatkalkyl. För att klara definitionen om klimatneutralt byggande så måste byggnadens klimatpåverkan sänkas med 30% jämfört med ett nyckeltal eller jämfört med första klimatkalkylen. Nyckeltalet för Skanskas nyproducerade flerbostadshus i betong ligger mellan 330-350 kg CO₂e/ m² BTA. Klimatkalkyler är nyttiga för att bygga kunskap om projektets klimatpåverkan och kan fungera som underlag vid utformning och projektering.

I dagsläget görs endast klimatkalkyler med Anavitor i anbudsskedet. Det går att beräkna produktionsutfallet, men det kräver en hel del handpåläggning. Anavitor gör det enkelt att ta fram en klimatkalkyl, och detaljnivån i programmet är stor. Dessvärre är programmet inte branschstandard, vilket försvårar jämförelseprocessen. Ett annat miljöledningssystem Skanska använder sig av är påbyggnadscertifieringen NollCO₂, som beskrivs i stycke 2.2.4. Till skillnad från i Skanskas interna klimatcertifieringar så går det att med NollCO₂ att "köpa sig loss" med klimatkompensering. Det eftersom det i dagsläget är svårt att reducera bort sin klimatpåverkan med enbart förnyelsebar energiproduktion på fastigheter.

Uppgifter från informant 2

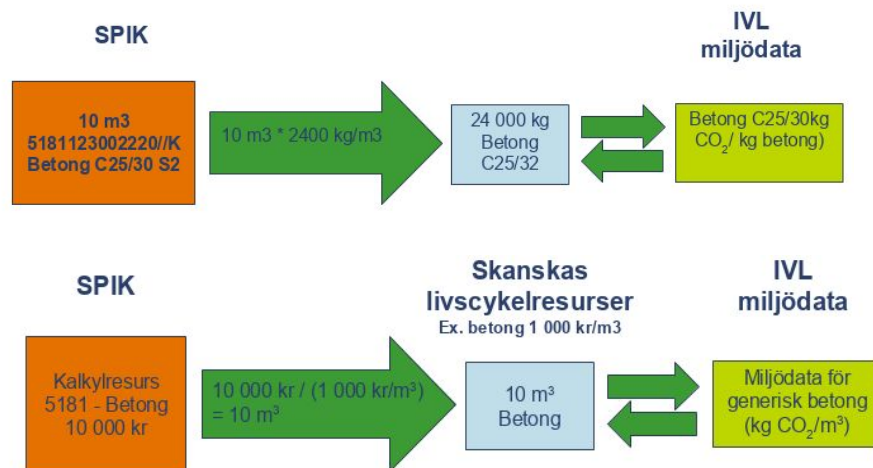
Arbetar med hållbar affärsutveckling för Skanska och har varit involverad i Boverkets arbete med klimatdeklarationen.

Gällande Boverkets föreslagna klimatdeklaration för Skanska dialog med Boverket för att lämna synpunkter och perspektiv. Branschen står i och med klimatdeklarationen inför en utmaning då klimatkalkyler normalt inte involverar verkliga värden från produktionen. Vad Skanska kommer behöva justera i arbetssätt i produktionen för att få rätt indata beror på Boverkets krav på verifiering. Det kan komma att innebära krav på bättre uppföljning i produktionen, mer manuell datainsamling men även en digitalisering och integrering av system för klimatdeklarationen. Till exempel krävs det arbetssätt för att systematisera insamling av bränsleförbrukning och spill för specifika byggdelar.

Det behövs också mer vana i att arbeta med uppföljning av mängder material. Produktionskalkylen har i första hand nyttjats till att följa upp kostnader men kommer nu att få fler användningsområden. Behovet att jobba gemensamt med informationshantering i branschen betonas vara viktigt. I dagsläget är det enkelt att följa upp det ekonomiska utfallet, men desto svårare att följa upp materialmängder och bränsleförbrukning. Om Boverket ställer krav på verkliga värden kommer många företag ställas inför en stor omställning. Informant 2 uppger att klimatdeklarationen är en drivkraft för att få bättre uppföljning i produktionen. Med miljö som drivkraft går det att komma åt fler behov och problem. I dagsläget är branschen redo att börja använda EPD:er i upphandlingskrav, men för att det ska vara möjligt så krävs Q-metadaten för att ha underlag till jämförelser. Det är ännu inte standarder men arbetet är igång - Skanska och IVL med flera tar i skrivande stund fram en hubb¹ där användare kan ta del av kvalitetsklassade EPD:er.

4.2 Intern klimatkalkyl Lanternan - Klimatkalkyl nr.1

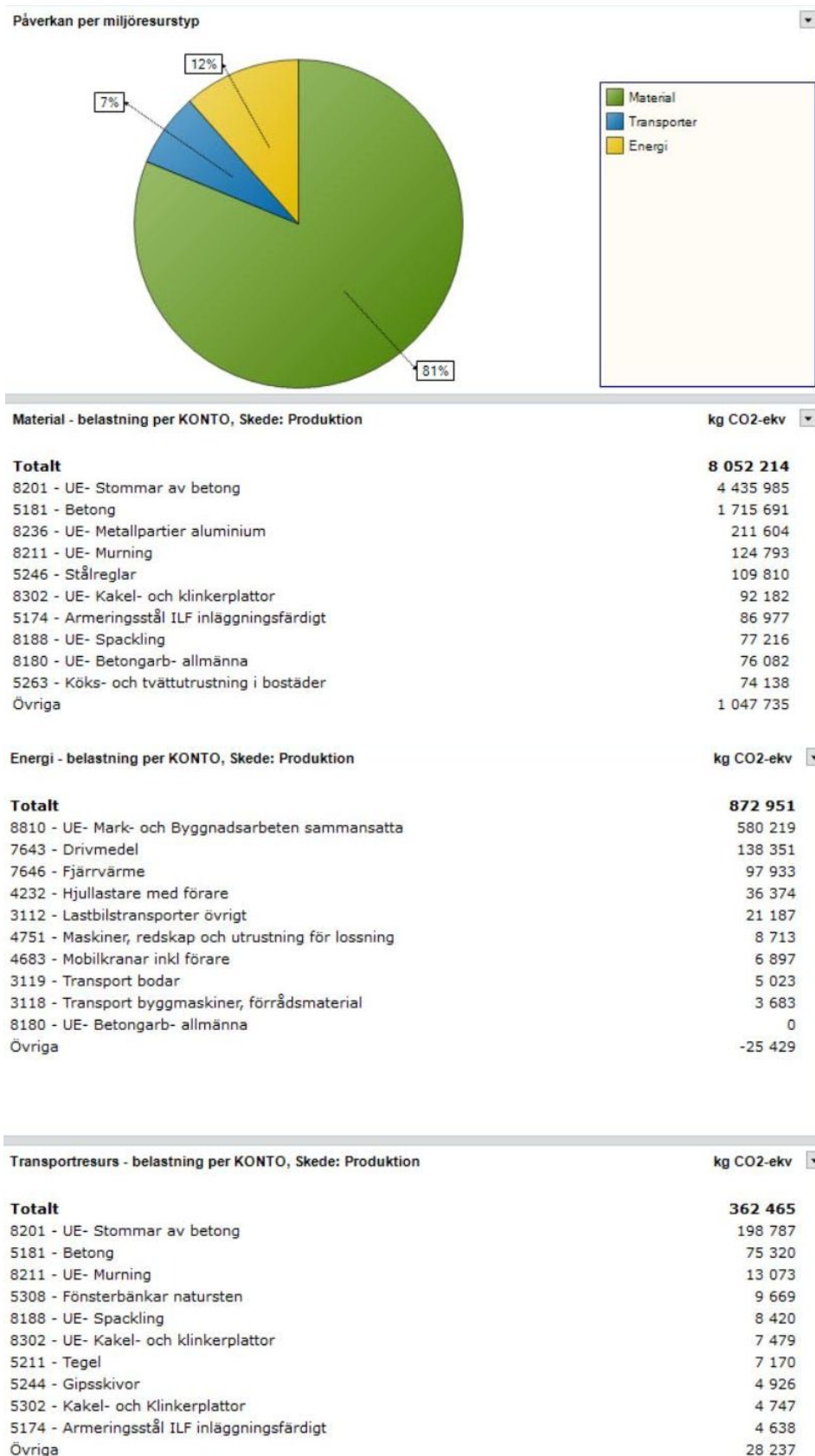
Klimatkalkyl nr 1 genomfördes anbudsskedet genom att digitalt inventera mängder från Skanskas kalkylprogram SPIK. Kalkylposterna importereras till beräkningsverktyget Anavitor, som är kopplat till IVL Miljödata. Anavitor översätter automatiskt kalkylposterna till klimatdata. Problemet med att göra klimatkalkylen i ett tidigt skede är att kalkylen består av kostnader istället för mängder. Kostnadsdata kan schablonmässigt översättas till mängddata, vilket ger en stor osäkerhetsfaktor (sekundär beräkning eller kort kalkylresurs). För en större träffsäkerhet ska mängder användas (primär beräkning eller lång kalkylresurs), vilket kräver mer manuellt arbete. Kvaliteten på klimatkalkylen för Brf Lanternan kan bedömas utifrån att den till 67% är beräknad med kostnader metod och till 33% är beräknad med mängder.



Figur 5. Primär beräkning (överst) och sekundär beräkning.

Klimatkalkyl nr.1 gav resultatet 675 kg CO₂e/ m² BTA. I klimatkalkylen ingår delvis andra byggnadsdelar och processer än vad som ingår i Boverkets klimatdeklaration. Så som framgår av figur 6 så ingår till exempel köks- och tvättutrustning samt transport av bodar och maskiner.

¹ Byggsektorns miljöhubb, se kapitel 2.2.4 eller Erlandsson 2019.



Figur 6 - Klimatkalkyl i Anavitor för Lanternan, klimatkalkyl nr 1.

4.3 Byggnadsbeskrivning Lanternan

I följande stycken beskrivs byggnadens konstruktiva utformning, samt vilka antaganden och förenklingar som gjorts kopplat till klimatdeklarationen (klimatkalkyl nr 2).

Allmänt

Lanternan eller Limhamns Sjöstad-Cementen kv. A består av två huskroppar om 105 lgh på 5-8 våningar, som Skanska Nya Hem låter uppföra som bostadsrätter. Utöver det finns en lokal, teknikutrymmen, lägenhetsförråd, cykelparkering samt bilparkering i källare, fläktrum på tak samt miljöhus i en separat byggnad på gården. Miljöhus och gårdsanläggningen ingår inte i klimatdeklarationen. Det bör noteras att i fallstudien är parkeringshuset en del av BTA vilket gör att klimatpåverkan per BOA blir högre jämfört med en byggnad med utomhusparkering.

Bostäderna är miljömärkta enligt Svanen vilket ska medföra sunda och kretsloppsanpassade material, dock utan kriterium för klimatanpassning. Arbetsplatsen är på nivå silver enligt Skanskas koncept Grön Arbetsplats, som innebär att krav ställs på bl.a energimixen samt miljöklasser för drivmedel. Marksanering av den tidigare industritomten är utförd. Många konstruktionselement är utförda enligt Skanskas tekniska standardlösningar, med produktanpassning. För att underlätta arbetet med klimatkalkyler har Skanska räknat fram klimatbelastning för flera av dessa standardbyggdelar. De standardbyggdelar som används i Lanternan redovisas i bilaga 1. Det bärande prefabsystemet är totaltprojekterat av en polsk underleverantör. Byggnaden värms med fjärrvärme via ett vattenburet radiatorsystem. Luftbehandlingsaggregat utförs som FTX med värmeåtervinning ur en plattvärmeväxlare. En preliminär energiberäkning har genomförts vilket gav resultatet 59 kWh/m² Atemp. Det kan jämföras med BBR-kravet 75 kWh/m²Atemp, år och Svanen-kravet 64 kWh/m² Atemp.

Tabell 6 - Fördelning av area Lanternan

Över mark BTA	10780 m ²
Källare med parkeringshus BTA	2975 m ²
Total BTA	13755 m ²
Total Atemp	10980 m ²

Källargarage

Källarytterväggar utförs som platsgjutna väggar, där betongen har dimension 250 mm och XPS 100 mm. Källarbjälklaget är likt övriga bjälklag utfört som plattbärlag med 300 mm pågjutning. I källaren finns solida prefabricerade betongväggar samt olika utföranden av lättare väggar med skivmaterail, stålreglar och stenull. I klimatkalkyl nr.2 antas de lättare väggarna ha samma klimatbelastning som husets övriga innerväggar.

Stomme

Bottenplatta utförs som en oisolerad grundplatta om 300 mm. Tre typer av prefabricerade väggar förekommer: solida innerväggar 200 mm, solida ytterväggar 160 mm samt sandwichelement. Utöver det tillkommer prefabricerade balkar, pelare, balkonger och golvelement. Bjälklag utförs av plattbärlag med flytspackel 15 mm. På översta plan förekommer en förhöjning av bjälklaget i 450

mm Leca. På takvåningar förekommer utfackningsväggar. Utfackningsväggar utgår ifrån Skanskas standardlösningar och tillhörande klimatdata (utfackningsvägg med mineralull och tegelfasad resp. skivfasad, se bilaga 1). På takvåningen förekommer även stålpelare i form av VR-profiler.

Klimatskärm / Fasad

Fönster förekommer i 20 olika dimensioner och utföranden. Gemensamt för samtliga fönster är aluminiumbeklädnad och U-värdet 0.9. Fasadtegel antas ha bredden 100 mm och skärmtegel antas ha egentyngheten 60 kg per m². Taket utförs enligt Skanskas tekniska standardlösningar, kompakttak isolerat med cellplast och underlag av betong, med tillhörande beräknad klimatdata. Taket utförs med sedum, vilket inte antas vara klimatbelastande.

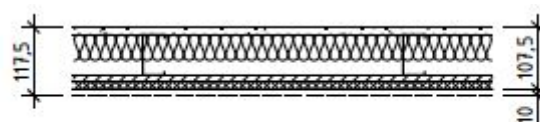
Övrigt

I byggnaden förekommer ovanför källaren 34 olika typer av inner- och badrumsväggar med olika tjocklek, höjd, brandklass och ljudklass. I produktionskalkylen redovisas innerväggar i kvadratmeter. För att undvika en alltför komplicerad och tidskrävande beräkning så får de två mest förekommande väggtyperna antas vara representativa för samtliga väggar, se figur 7 och 8.



V02

12.5 GIPSKIVA	MAXHÖJD: 5600
95 STÅLREGEL	BRANDKLASS: -
12.5 GIPSKIVA	LJUDKLASS:



V33

12.5 GIPS	MAXHÖJD: 4300
70 STÅLREGEL / 45 MIN.ULL	BRANDKLASS: -
12 PLYWOOD	LJUDKLASS: 34 dB
12.5 HUMIDBOARD	
10 KAKEL, FIX & TÄTSKIKT	

Figur 7 - Generellt utförande innervägg

Figur 8 - Generellt utförande våtrumsvägg

Enligt en undersökning av olika innerväggsuppbyggnader som gjordes på uppdrag av energimyndigheten så genererar två gipsskivor med plåtregel 15 kg CO₂e per m² (Femenías mf. 2018). Enligt samma rapport genererar 45 mm mineralull ytterligare 1,1 kg, plywood 2,5 kg, kakel 11 kg. Alltså motsvarar våtrumsväggen knappt 30 kg CO₂e per m².

För ståldörrar används den mest förekommande typen 2090x990 som referens enligt A-ritning. För trädörrar används den mest förekommande typen 890x2090, massiv lamelldörr med fabrikslackerad yta.

4.4 Inventering av volymer, byggdelar, material och klimatdata

Densiteten på all platsgjuten betong antas vara 2400 kg, enligt uppgift från leverantör. Den totala levererade betongvolymen till arbetsplatsen är 4749,5 m³. För att möjliggöra en uppdelning av betongvolymen på olika delar av byggnaden så har produktionskalkylen, leveransscheman samt A- och K-ritningar granskats.

calBetong C35/45 vct 0,4 samt C32/40 vct 0,45 tillämpas genomgående i klimatkalkyl nr.1, även om andra betongtyper förekommer i ex. våtutrymmen och töutsatta konstruktioner.

De prefabricerade betongelementen utgör totalt 3634 m³ enligt dokumentering från UE. I skrivande stund uppger UE att EPD:er för produkterna är under konstruktion. En preliminär beräkning ger för råmaterialet i de prefabricerade väggarna (exklusive armering och andra komponenter) en klimatpåverkan om 0,15 CO₂e/ kg för A1-A4. Det kan jämföras med det i BM1.0 generiska värdet för massiva prefabricerade väggar 0,19 CO₂e/ kg

Kvantiteten armering och betong har fastställts utifrån uppgifter från leverantören. Inventering av övriga material och byggdelar baseras på från ritningar, kalkyl, byggnadsbeskrivningar, Skanskas standardlösningar och materialförteckningar .

Samtliga EPD:er som används i studien återfinns i källförteckningen. Med sammansatt generisk data avses sammanvägd klimatpåverkan för en specifik byggdel som tagits fram av en extern part.

Tabell 7. Inventering av byggdelar för Lanternan, klimatkalkyl nr.2.

Byggdel	Mängd	Enhet	Klimatpåverkan A1-A3	Datakälla	Typ av data
Källargarage					
Plattbärlag	240000	kg	0,184 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Källarbjäklag, pågjutning C32/40 vct 0,45	772800	kg	0,169 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Stenull garage, 170 kg/m ³ 100 mm	49	kg	1,19 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Källaryttervägg betong C35/45 vct 0,4	429600	kg	0,179 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Källaryttervägg XPS	3575	kg	3,836 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Prefabricerad källarinnervägg 200 mm	753600	kg	0,156 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Källarinnervägg	731	m ²	15 CO ₂ -eqv/m ²	BM1.0	Generisk
Garangeramp C35/45 vct 0,4, 220 mm	45600	kg	0,179 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Stomme					
Grundplatta C35/45 vct 0,4	2035200	kg	0,179 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Plattbärlag	1548000	kg	0,184 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Prefabricerade pelare och balkar	259200	kg	0,198 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Prefabricerade golv- och balkongelement	458400	kg	0,198 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Prefabricerade solida innerväggar 200 mm	2728320	kg	0,156 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Prefabricerade solida ytterväggar 160 mm	1358208	kg	0,193 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Prefabricerade sandwichväggar	1418395	kg	0,233 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Bjäklag pågjutning C32/40 vct 0,45	9667200	kg	0,169 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Armering	201914	kg	0,9246 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Gårdsbjäklag C32/40 vct 0,45*	300000	kg	0,169 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Övrig platsgjuten betong C35/45 vct 0,4,	1202400	kg	0,169 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Utfackningsvägg terrass VAB12**	182	m ²	102 CO ₂ -eqv/m ²	Skanska	Sammansatt generisk

Utfackningsvägg fläktrum VAB13**	325	m ²	67 CO ₂ -eqv/m ²	Skanska	Sammansatt generisk
Stålpelare översta plan	2084	kg	1,795 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Klimatskärm / Fasad					
Takkonstruktion TAB7**	1421	m ²	31 CO ₂ -eqv/m ²	Skanska	Sammansatt generisk
Papptäckning bitumen Mono P	7816	kg	0,034kg CO ₂ -eqv/m ²	Icopal	EPD
Sedum	35550	kg	0	BM1.0	Generisk
Fasadtegel	300730	kg	0,215 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Skärmtegel	84780	kg	0,215 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Fönster	1457	m ²	1,11 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Övrigt					
Flytspackel	70308	kg	0,22 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Förhöjt golv Leca	185850	kg	0,248 CO ₂ -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Innerväggar***	4057	m ²	15 CO ₂ -eqv/m ²	Skanska	Sammansatt generisk
Våtrumsväggar***	2852	m ²	30 CO ₂ -eqv/m ²	Skanska	Sammansatt generisk
Dörrar trä, Swedoor	7560	kg	0,232 -eqv/kg	BM1.0	Generisk
Dörrar stål, Daloc	11937	kg	314 CO ₂ -eqv/st	Daloc	EPD
Trappor, Herrljunga Terazzo	99232	kg	0,0544 CO ₂ -eqv/kg	Strängbetong	EPD
Totalt vikt	24814863	kg			

*Notera att gårdsbjälklag inte ingår i klimatdeklarationen.

** Sammansatt resurs enligt bilaga 1

*** Sammansatt resurs enligt Femenías m.f (2018).

4.5 Livslängd och kvalitet hos klimatskärm

I fallstudien är analysperioden för byggnadens livscykel 50 år. För de material som utgör klimatskärmen ska förväntad livslängd och periodiskt underhåll särskilt noteras i klimatdeklarationen.

Exponeringsgrad

Enligt Burström (1999) definieras normal miljö som "i luft med förhöjda halter aggressiva luftföroreningar, t ex i en större tätort eller i ett industriområde. I närheten av kust, dock inte i en zon med saltvattenstänk". Brf Lanternan är belägen precis intill vattenbrynet, med den nordvästliga fasaden riktad mot Öresund. Miljön är särskild utsatt för vind, strålning och saltvatten och bör därmed räknas som mer än normalutsatt.

Fasadtegel

Enligt Burström är livslängden för murat fasadtegel i normal miljö mellan 50-100 år. I en aggressiv miljö kan livslängden reduceras med 40%. Enligt IVL (Erlandsson och Holm, 2015) behöver fasadtegel bytas ut efter 80 år i normalutsatt miljö och 50 år i en utsatt miljö. Tegel är i regel beständigt mot kemiska angrepp, även om saltutslag kan förekomma. Hög bränningstemperatur reducerar risken för frostangrepp. Enligt uppgift från tillverkaren är teglet underhållsfritt och har den

högsta frostklassen. Fogmaterialet är produktcertifierat av aktuellt certifieringsorgan. Det finns goda möjligheter att återanvända tegelstenar efter rivning. Krossat tegel kan användas till fyllnadsmassor.

Prefabricerade element i vitmålad betong

Betong är ett mycket beständigt material, även om vissa nedbrytningsprocesser förekommer. Betong med lågt vct har i regel högre livslängd då denna är tätare och därmed motstår inträngning av ex. syror. Även frostbeständighet förbättras av ett lägre vattencementtal ($< ca 0,55$) samt inblandning av luftporbildande tillsatsmedel. Enligt Burström har armerad betong med $vct < 0,55$ en livslängd på 50-100 år med 30% reducering i utsatta miljöer. Enligt IVL har prefabricerade betongelement en livslängd på 80 år i normal miljö och 40 år i utsatt miljö. Betongbalkonger förväntas hålla i 50-70 år. Förutsatt att en lämplig produkt nyttjas så kan målning av färg på en betongyta öka väggens livslängd, då färgskiktet motverkar karbonatisering och inträngning av tölsalter. Ett täckmålat betongelement kräver underhåll i intervall om 8-20 år. Betong återvinns främst i krossad form som t.ex utfyllnad eller i bullervallar.

Takpapp

Livslängden hos takpapp är mycket beroende av det omgivande klimatets aggressivitet samt vilka skyddsbeläggningar som ingår. Enligt Burström är livslängden för tätskikt/matta på tak 25-30 år med 30% reducering i utsatta miljöer. Enligt IVL behöver bitumentak bytas ut i intervall om 20-30 år. Taktäckningen har i detta fall en polyester/glasflis-stomme med ytskikt av bitumen. Ovansidan har skifferbeläggning vilket skyddar mot UV-strålningens nedbrytning. Enligt produktens byggvarudeklaration är den tekniska livslängden 30-40 år. Inga underhållskrav finns. Uttjänt/kasserad produkt är möjlig att återvinna genom omarbetning och inblandning i råvara för tillverkning av ny produkt. Miljövarudeklaration för cradle-grave finns att tillgå (Icopal 2015).

Fönster

Enligt IVL så behöver ett normalutsatt aluminiumfönster målas om 3 gånger och bytas ut en gång under en period om 50 år. Enligt Burström är livslängden kortare för fönster orienterade mot söder och väster, på grund av UV-strålning. Ett aluminiumbeklätt och öppningsbart 3-glas fönster från aktuell leverantör har enligt byggvarudeklarationen en förväntad livslängd på 30-50 år. Aluminium, stål och glas kan separeras och materialåtervinnas. Produkten kräver underhåll i form av ommålning och eventuellt byte av aluminiumbeklädning (Elitfönster, 2019). Sedumtaktäckning ingår även som del av fasaden men har inte räknats med då den inte bedöms vara klimatbelastande. Balkonger, trätrall och plåtarbeten ingår inte i klimatdeklarationen.

Sammanställning

Utifrån de uppgifter som framkommit av ovanstående stycken görs en samlad bedömning av klimatskärmens hållbarhet i nedanstående tabell. Förslagsvis görs ommålning samt byte av fasadmaterial samordnat i intervall om 10 resp. 30 år. BM1.0 har ingen funktion för inmatning av livslängder och underhåll, utan dessa måste redovisas separat.

Tabell 8. Livslängder för klimatskärm hos Brf Lanternan

Material	Livslängd	Kommentar
Fasadtegel	50 år	Kan återvinnas och återanvändas
Målade betongelement	50 år	Kan återvinnas. Ommålning var 10e år.
Takpapp	30 år	Kan återvinnas.
Fönster	30 år	Återvinning alternativt energiutvinning. Ommålning var 10e år.

4.6 Transporter

När kalkylposterna mappas mot generiska miljödataresurser i BM1.0 så ingår per automatik generiska transportsценarion. För de tre mest ingående materialen så ska den generiska datan ersatts med verkliga uppgifter.

Tabell 9- Specifika transportsценarion för de tre mest förekommande byggmaterialen.

Material	Transportmedel	Avstånd	Fyllnadsgrad	Drivmedel	Leverantör
Platsgjuten betong	Lastbil	10 km	7,5 m ³ per leverans	Uppgift saknas	Sydsten Malmö
Prefabricerade betongelement	Lastbil	398 km	Uppgift saknas	Uppgift saknas	Pekabex, Polen
	Färja	93 km	Uppgift saknas	Uppgift saknas	
Fasadtegel	Lastbil	220 km	Uppgift saknas	Uppgift saknas	WienerbergerD anmark

Då EPD:er för de tre mest förekommande materialen saknas är det svårt att verifiera uppgifter om transportslag, fyllnadsgrader och drivmedel. Dessa måste tillhandahållas via leverantören, utan möjlighet till tredjepartsgranskning. Som jämförelse syns nedan specifika transportsценarion för de material där EPD funnits tillgänglig.

Tabell 10 - Specifika transportsценarion för ingående byggvaror med EPD

Material	Transportmedel	Avstånd	Fyllnadsgrad	Drivmedel	Leverantör
Papptäckning bitumen Mono P	Lastbil, 16-32 ton	7 km	85 %	Uppgift saknas	Icopal Malmö
Dörrar stål, Daloc	Lastbil, 17 ton	422 km	85 %	Diesel, 3.7 l/10 km	Daloc Töreboda
Trappor, Herrljunga Terazzo	Lastbil 33 ton	632 km	70% + tom retur	61 % Biodrivmedel	Strängbetong Norberg

4.7 Energi

För fjärrvärmeförbrukningen finns dokumentering från Eon i form av kubikmeterförbrukning.

För varje månad har i snitt en förbrukning om 8 kbm fjärrvärmevatten skett per månad.

Framledningstemperaturen antas vara 95° och returledningstemperaturen 38° (Eon 2017).

Verkningsgraden antas vara 60%. Följande formel tillämpas:

Energiuttag [J/s] = volymflöde [m³] * vattendensitet [kg/m³] * värmekapacitet vatten [J/(kg*K)] * temperaturskillnad [K] * verkningsgrad [η]

$$8000 \text{ [kg]} * 4181,3 \text{ [J/(kg*k)]} * 57 \text{ [K]} * 0,6 = 1144 \text{ MJ/månad}$$

Det kan jämföras med energiberäkningen för bruksskedet som ger värdet 167 097 MJ/månad.

I klimatkalkyl nr.1 sätts byggtiden till 29 månader.

Även för elförbrukningen finns dokumentering från Eon i form av fakturor för 2018 samt 2019.

Tabell 12. Effektuttag för Brf Lanternan

Period	Uttag i kWh	Period	Uttag i kWh
jan. 2018	0	jan. 2019	24623
feb. 2018	3524	feb. 2019	23032
mars 2018	11467	mars 2019	30100
april 2018	9676	april 2019	39918
maj 2018	10096	maj 2019	38702
juni 2018	8800	juni 2019	19138
juli 2018	6514	juli 2019	38485
aug. 2018	6877	aug. 2019	28824
sep. 2018	7087	sep. 2019	27088
okt. 2018	9692	okt. 2019	52850
nov. 2018	21689	nov. 2019	53266
dec. 2018	21476	dec. 2019	54766

Snittvärdet på uttaget i tabell 12 är 22820 kWh per månad, vilket motsvarar 82 152 MJ/månad.

Det kan jämföras med energiberäkningens fastighetsel (fläktar, pumpar, belysning, hissar, golvvärme m.m), vilket motsvarar 11 339 MJ/månad.

För drivmedel förbränningsmotorer hos maskiner och fordon används i brist på annan information sekundär beräkning med hjälp av Skanskas livcykelresurser (se kapitel 4.2), vilket ger en klimatpåverkan om 174 725 kg CO₂e. Med fordon avses t.ex hjullastare, dumper, kompressor, grävmaskin, vält, asfaltutläggare, kompakterare, grävlastare, bandtraktor, borrhög m.m.

4.8 Spill

Det spillet som räknas med i denna studie omfattas av det material som hamnat i containers. Material som returneras av leverantören omfattas inte, även om det förekommer. Avfallsrapporten nedan gäller för perioden 2018-05-18 - 2020-01-31, det vill säga under den period som stomme, innerväggar och klimatskal installerades.

Tabell 13 - Avfallsmängder och fraktioner.

Fraktion	Mängd (ton)
Betong blandat med annat	9,94
Blandat avfall m gips isolering	3,32
Blandat avfall utan gips o isol	0,23
Brännbart avfall	31,41
Brännbart stort	42,71
Gips, rent	42,36
Isolering Ren	2,431
Isolering till Återvinning	0,3
Mineralistiska massor*	90,28
Trä rent	10,72
Trä målat/limmat	58,75
Skrot, redovisning	31,94
Summa	324,4

* Omfattar ej masshantering.

I BM.10 ligger generiska spillpåslag på 0, 2, 5 eller 10% beroende på materialgrupp. För att kunna använda uppgifterna i tabell 13 måste avfallsfraktionerna mappas mot byggmaterial i BM1.0. I detta fall blir mappningen för undermålig för att kunna användas. En grov skattning av den totala spillprocenten kan istället göras.

Tabell 14 - Uppskattning av spillprocent

Mängd material i klimatkalkylen (ton)	Mängd avfall (ton)	Generisk spillprocent	Uppskattad spillprocent
24 740	324	0-10%	1,3 %

Utifrån skattningen bör spillpåslagen i BM1.0 justeras så att den totala avfallsmängden motsvarar 1,3 % av den totala vikten byggmaterial. Utifrån avfallsfraktionerna kan följande approximationer göras:

- Mineralistiska massor, blandad betong och skrot utgör enbart 40% av avfallsmängderna, samtidigt som betong, armering, stål, tegel, leca och flytspackel utgör mer än 95% av vikten. Således är det rimligt att anta att dessa material har en mycket låg spillprocent. I BM1.0 sätts det procentuella spillpåslaget till 1%.
- Innerväggar, tak, isolering och utgör en mycket liten del av vikten, samtidigt som gips, isolering, trä och brännbart utgör 45% av avfallet. Således är det rimligt att anta att dessa material har en hög spillprocent. I BM1.0 sätts det procentuella spillpåslaget till det dubbla jämfört med det generiska scenariot.

4.9 Sammanställning av klimatdeklarationen - Klimatkalkyl nr.1

Den information som presenteras i kapitel 4.4-4.8 har manuellt matats in i BM1.0 och mappats mot såväl generisk som specifik klimatdata. Referensscenariot består av klimatkalkyl nr1. Nedanför presenteras endast översikten - den fullständiga klimatdeklarationen redovisas i bilaga 2.

Klimatredovisning: Brf Lanternan (Cementen Kv A)

Baserat på metodik enligt EN 15804 och EN 15978

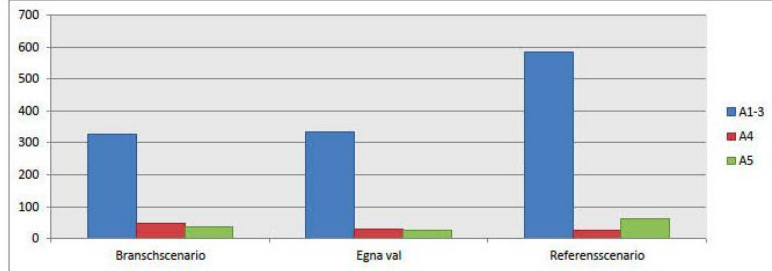
Klimatpåverkan för A1-5 Byggskedet, kg CO₂e per m²

Scenarion

Branschscenariot innehåller branschgemensamma transportavstånd, spill och miljödata för generiska produkter. Under "egna val" har mer specifika data valts. Referensscenariot sätts om det "egna valets" resultatet ska jämföras med ett valbart referensvärde eller kravvärde. Referensscenariot beskrivs av den som gör

Nyckeltal

- 1% Andel EPDer i förhållande till generiska resurser i scenariot "Egna val"
- 4% Klimatreduktion "Branscsc." i förhållande till "Egna val"
- 39% Klimatreduktion "Referensc." i förhållande till "Egna val"



Klimatpåverkan (GWP _{GHD}), kg CO ₂ e per m ² Atemp	Branschscenario	Egna val	Referensscenario
A1-3 Produktskedet	326,88	335,3	585,5
A4 Transport	46,97	31,63	26,4
A5 Bygg- och installationsprocessen	35,42	26	63,5
A5.1 Spill, emballage och avfallshantering	16,26	6,84	
A5.2 Byggarbetsplatsens fordon, maskiner och apparater	12,7	12,7	
A5.3 Energi till tillfälliga bodar, kontor, förråd och andra byggnader			
A5.4 Byggprocessens övriga energivaror	6,46	6,46	
A5.5 Övrig miljöpåverkan från byggprocessen			

Beskrivning av referensscenariot
Skanskas interna klimatkalkyl, utförd i Anavitor.

Klimatpåverkan för alla byggresurser (inklusive spill), A1-5 Byggskedet, kg CO₂e per m²

Scenario: Egna val



- Armering
- Bindemedel, bruk, ballast
- Byggblock
- Byggskivor
- Energivaror
- Färg
- Fabriksbetong
- Fästdon, beslag, lim, fog mm (ej sakvaror)
- Fönster och dörrar
- Gipsskivor
- Isolering
- Prefabbetong
- Stål- och plåtprodukter
- Träprodukter
- Tätskikt
- Övrigt

Branschgemensamma resursgrupper	Armering	Bindemedel, bruk, ballast	Byggblock	Byggskivor	Energivaror	Färg	Fabriksbetong	Fästdon, beslag, lim, fog mm (ej ...)	Fönster och dörrar	Gipsskivor	Isolering	Prefabbetong	Stål- och plåtprodukter	Träprodukter	Tätskikt	Övrigt
Branschscenario	14,14	1,32	11,77		19,16		189,15	7,28	12,04	4,26	149,02	1,09			0,39	
Egna val	14,13	1,32	10,48		19,16		178,18	8,39	12,06	4,26	143,61	1,09			0,37	
Referensscenario																

Klimatpåverkan uppdelat per byggprojektdel (inklusive spill), A1-5 Byggskedet, kg CO₂e per m²

Scenario: Egna val



- Sammansatta byggdelar
- Husunderbyggnad
- Yttertak
- Stomkomplettering/rumsbildning
- Installationer
- 0
- Mark
- Stomme
- Fasader
- Invändiga ytskikt/rumskomplettering
- Gemensamma arbeten/tillfälliga fabriken
- 0

Branschgemensamma byggprojektdelar	Sammansatta byggdelar	Mark	Husunderbyggnad	Stomme	Yttertak	Fasader	Stomkomplettering/rumsbildning	Invändiga ytskikt/rumskomplettering	Installationer	Gemensamma arbeten/tillfälliga fabriken
Branschscenario			33,86	318,7	3,64	15,18	17,76	1,32		
Egna val			32,3	304,09	3,61	15	17,56	1,32		
Referensscenario										

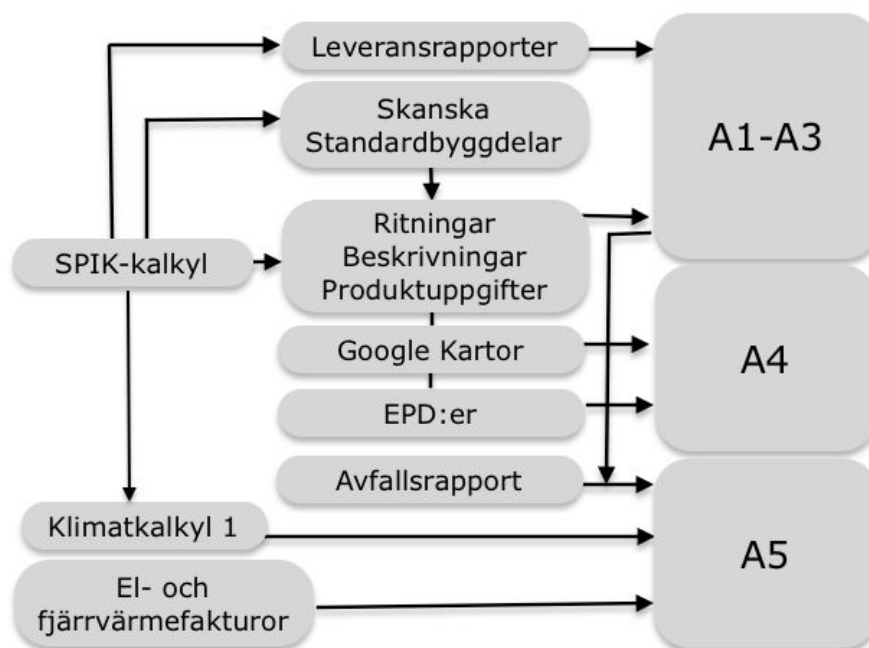
4.10 Reproducerbarhet

Nedan följer en sammanställning över den empiri som legat till grund för kommande analys, diskussion och slutsatser. Tabell 15 och figur 9 är tänkt att kunna användas för att en oberoende utförare ska kunna upprepa de resultat som klimatkalkyl nr.2 gav. Nedan följer även en lista över de dokument som legat till grund för studien.

- *Avfallsprognos, Cementen Kv A.* Intern handling, förmedlad av Nada Dabbour 2020-02-10
- *Energiberäkning för Kv.LSC A, Bygghandlingsskede.* Intern handling, förmedlad av Nada Dabbour 2020-02-10
- *Leveransrapport prefab.* Förmedlad av Nada Dabbour 2020-03-30.
- *Leveransrapport armering.* Förmedlad av Nada Dabbour 2020-04-06.
- *Leveransrapport platsgjuten betong.* Förmedlad av Nada Dabbour 2020-04-08.
- *Lägenhetsförteckning, Limhamns Sjöstad - Cementen, Kv A.* Intern handling, förmedlad av Nada Dabbour 2020-02-10
- *Miljöklasser och avgaskrav för arbetsmaskiner och fordon.* Förmedlad av Nada Dabbour 2020-04-08.
- *K- och A-ritningar.* Interna handlingar, förmedlat via Apricon 2020-03-24.
- *Kalkyldata SPIK.* Förmedlad av Nada Dabbour 2020-03-06.
- *Klimatkalkyl i Anavitor för Cementen Kv. A .* Intern handling, förmedlad av Anders Edvardsson 2020-01-25
- *Klimatkalkyler standardbyggdelar.* Intern handling, förmedlat via Apricon 2020-03-24.
- *Kortfattad byggnadsbeskrivning, Limhamns Sjöstad - Cementen, Kv A.* Intern handling, förmedlad av Nada Dabbour 2020-02-10.
- *Specifikation fasadmaterial, Bygghandling, Limhamns Sjöstad - Cementen, Kv A.* Intern handling, förmedlad av Nada Dabbour 2020-02-10.

Tabell 15 - Redovisning av LCA-metodik.

Generiska LCA-miljödata	IVL Miljödatabas Bygg
Mappning mot indata	Manuell mappning i BM1.0
Generiska transportavstånd	Scenarion enligt BM1.0
Byggarbersplatsens miljöpåvekan	Mängdning baserad på produktionskalkylen samt el- och fjärrvärmefakturor. Klimatdata enligt BM1.0.
Skede som resurssammanställningen togs fram	Tre månader innan slutbesiktning. Indata kommer från flera olika skeden.
Källa till resurssammanställningen.	Produktionskalkyl (SPIK) i samband med A- och K-ritningar. Fönsteruppställning och fasadbeskrivning. Leveransrapporter för betong, armering, prefab och avfall. Förteckning över Skanskas standardbyggdelar.
LCA-metodik	EN15804 och EN15978 med avgränsningar och systematiska avsteg enligt Boverkets rapport
Analysperiod	50 år. Tekniska livslängder och periodisk underhåll för klimatskärmen har noterats.



Figur 9 - Visualisering av sammanställning indata

5. ANALYS

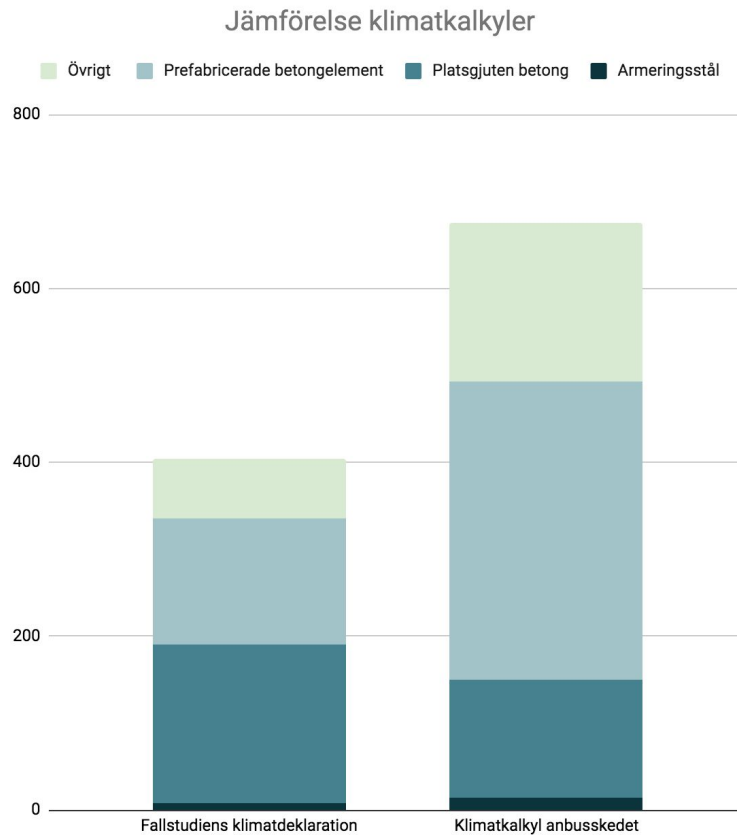
I följande kapitel beskrivs och utvärderas relevanta aspekter av empirin..

5.1 Jämförelse klimatkalkyler

Beräkningen i BM1.0 gav resultatet 404 kg CO₂e /m² BTA. Klimatpåverkan är därmed högre än de jämförbara fallstudierna som beskrivs i stycke 2.4. Klimatpåverkan är även något högre än Skanskas nyckeltal (330-350 kg CO₂e/ m² BTA). Samtidigt är resultatet hela 40 % lägre jämfört med den initiala klimatkalkylen (675 kg CO₂e/ m² BTA). Att som helhet jämföra klimatkalkyl nr.2 med klimatkalkyl nr.1 är missvisande då avgränsningarna ser olika ut. Däremot kan utvalda kalkylposter jämföras, se tabell 17 och figur 10.

Tabell 17 - Jämförelse mellan klimatpåverkan för utvalda delar.

Klimatkalkyl nr.1	Generisk data CO ₂ e/ m ² BTA	Klimatdeklarationen	Specifik data	Generisk CO ₂ e/ m ² BTA
UE Betong A1-A3	328,1	Prefabelement A1-A3, A5.1	-	118,5
Transport UE Stommar av betong A4	14,5	Transport prefabelement A4	25,1	30
Övrig betong A1-A3	130,4	Platsgjuten betong A1-A3, A5.1	-	180
Transport övrig betong	5,5	Transport platsgjuten betong	2,5	13,2
Armeringsstål A1-A5	8,4	Armeringsstål A1-A5	-	13,6
Transport tegel A4	0,5	Transport tegel A4	0,59	1,87
Fjärrvärme	7,1	Fjärrvärme	0,1	-



Figur 10 - Jämförelse mellan klimat kalkyl nr 1 och nr 2 avseende materialgrupper. Y-axeln anger CO₂e/ m² BTA.

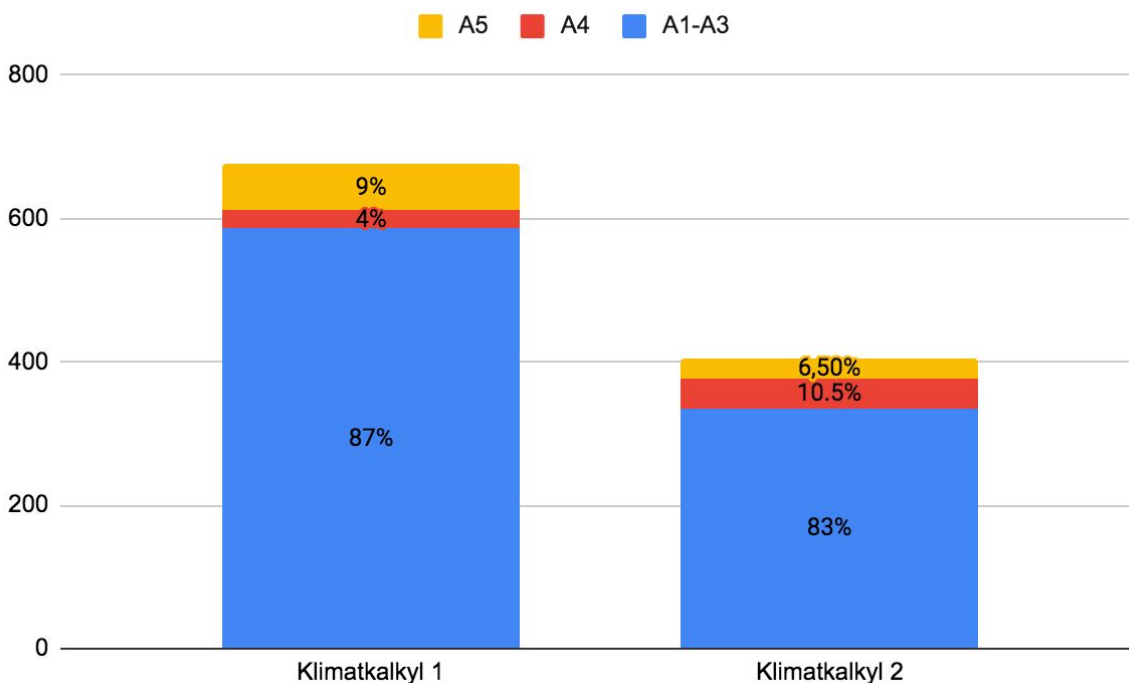
För betongvolymerna, såväl prefabricerade som platsgjutna, så har klimat kalkyl nr.1 en 50% högre klimatpåverkan jämfört med klimat kalkyl nr.2. Därmed går det att dra slutsatsen att skillnaden inte enbart beror på att den initiala klimat kalkylen omfattar en större inventering av kalkylposter.

För samtliga kalkylposter i tabell 17 föreligger en större skillnad än vad som antas vara en normal avvikelse. Tänkbara felkällor kan vara följande:

- Den sekundära beräkningen ger en allt för stor felmarginal avseende mängder.
- Mappningen i Anavitor respektive BM1.0 ser mycket olika ut.
- Spillpåslag och transportscevarion ser mycket olika ut.
- Uppgifterna om de levererade volymerna är felaktiga eller inkompleta.
- Byggnadens planerade konstruktiva utformning ändrades efter att klimat kalkyl nr.1 upprättades.

Betong och armering står för för 526,5 kg CO₂e/ m² BTA i klimat kalkyl nr.1 (A1-A5). I klimat kalkyl nr.2 står de inventerade betong- och armeringsmängderna för 336 kg CO₂e/ m² BTA.

Transport- och byggprocessen får olika stor betydelse i de olika klimat kalkylerna, så som figur 10 visar.



Figur 11 - Jämförelse mellan klimatkalkyl nr 1 och nr 2 avseende skeden. Y-axeln anger CO2e/ m² BTA.

Utav den klimatpåverkan som kan härledas till specifika byggdelar så står garageunderbyggnaden för knappt 9% av den totala klimatpåverkan i klimatkalkyl nr 2. I den klimatkalkyl nr 1 går det inte att utläsa klimatpåverkan per byggdel, utan enbart för materialgrupper.

5.2 Kommenterar och tolkning A1-A3

Produktskedet A1-A3 står för 83% av den beräknade klimatpåverkan. Endast tre EPD:er användes i klimatdeklarationen till följd av den svaga tillgången. De tre byggmaterialen med miljövarudeklarationer står för endast 0,5% av den deklarerade vikten och får därmed en begränsad påverkan på resultatet. För de prefabricerade väggarna fanns beräknade värden för klimatpåverkan i GWP för A1-A4, men eftersom datan inte var tredjepartsgranskad eller verifierbar kunde den inte användas.

BM1.0 tillåter endast inmatning av två dataformat: klimatdata från IVL:s databas alternativt från tredjepartsgranskade EPD:er. Att Skanska har ett register med färdig klimatdata för sammansatta byggdelar blir därmed något verkningslöst. En hel del manuell omräkning och inmatning krävs för att Skanskas uppgifter ska kunna användas i BM1.0. Varje skikt beräknas var och en för sig. En stor del av arbetet går därmed ut på att räkna ut viktprocent av gips, trä, stål, kakel m.m för olika väggtyper. I synnerhet blir det tidskrävande om produktionskalkylen anger mängder i st och kvadratmeter. Då måste ritningar eller typlösningar studeras. I BM1.0 finns inte generisk data för olika typer av sammansatta väggar, det vill väga moduler. Däremot finns generiska data för prefabricerade betongelement, vilket till stor del underlättar arbetet.

För väggar, dörrar och fönster i ett stort bostadsprojekt så förekommer hundratals olika utföranden.

Inom ramen för hur många konsulttimmar som ska krävas till klimatdeklarationen så behöver förenklingar göras i samband med inventeringen². I den här studien valdes två typutföranden av innerväggar ut. Alltså är det aktuellt med generiska scenarion även vid inventeringen.

Vid inventeringen av de tekniska livslängderna för fasad- och klimatskärm så visade sig att ommålning bör ske var 10e år och ett mer omfattande utbyte av material bör ske efter 30 år. Det framgår att tak- och fönsterelement har en betydligt kortare livslängd än 50 år. I själva verket är klimatbelastningen från dessa material dubbelt så stor än vad som anges i BM1.0. I BM1.0 finns dock inga möjligheter att inkludera varken modul B2 (underhåll), B4 (utbyte) eller B5 (renovering). Se figur 2 - Informationsmoduler för en livscykelanalys enligt EN15804 .

Datakvalite A1-A3

Produktskedet bedöms ha låg eller normal upplösning. Klimatbelastning från fönster, dörrar och gipsväggar är beräknade med förenklade metoder. Osäkerhet föreligger särskilt för de mer komplicerade konstruktionerna, i synnerhet på de översta våningarna där fläktrum, takterasser och avvikande vägg-och golvsystem förekommer. Inventerad mängd prefab, betong och armering bedöms vara mycket exakt eftersom de baserar sig på verkliga leveranser. För övriga material är osäkerheten större.

Datatäckningen för A1-A3 bedöms vara god. Samtliga byggdelar som ingår i klimatdeklarationen har räknats med och inga uppenbara dataluckor eller avvikelser i mängdningen har identifierats. Det styrks när flera källor (exempelvis leveransrapport i kombination med kalkyl och ritningar) bekräftar samma uppgift. Det bör dock inte uteslutas att komponenter kan ha fallit bort eller räknats med två gånger.

Precisionen för produktskedet bedöms vara medelhög. Mappningen mot generisk data i BM1.0 var för majoriteten av kalkylposterna god eller acceptabel.

5.3 Kommentarer och tolkning A4-A5

Modul A4 står för 10,5 % av den beräkande klimatpåverkan. De verkliga transportavstånden gav en sänkning med 10% jämfört med generiska scenarion. De transportscevarion som används för de viktmissigt mest betydelsefulla byggvarorna kan ses som semispecifica, då enbart transportavstånden är kända. Att bestämma fyllnadsgrad och drivmedel är en tidskrävande syssla, som kan bedömas ligga utanför tidsramen. Om EPD finns tillgänglig så är däremot all information mycket lätt att tillgå. Det bör noteras att i BM1.0 finns enbart möjlighet att styra parametrarna avstånd, fordonstyp, bränsletyp och energiförbrukning per kilometer. Att ha kännedom om fyllnadsgraden är därmed verkningslöst. Även transparensen kring vilka antagandena och beräkningsmodeller som BM1.0 använder vid konstruering av klimatpåverkan för transporter är knapp. Exempelvis så redovisas inte antagandena om fyllnadsgrader och returerna.

Modul A5.1 (spill, emballage och avfallshantering) står för 1,7 % av den beräknade klimatpåverkan. Notera att enbart spill ingår enligt Boverkets avgränsningar. Korrigeringen av spillprocenten resulterade i en sänkning med 57% jämfört med generiska spillpåslag.

² Kalkylen redovisar innerväggar enligt följande format: *Vägg nr.14 - 120 mm - 11,5 m².*

Modul A5.2 (byggarbetsplatsens fordon, maskiner och apparater) står för 3,1 % av den beräknade klimatpåverkan. Drivmedel för fordon och maskiner på byggarbetsplatsen var den enda delen av klimatdeklarationen där det saknades dokumentation att följa upp. Istället användes sekundärt beräknade värden i kombination med generisk klimatdata. Den ekonomiska kalkylen bygger på erfarenhetsvärden från likartade projekt vilket tyder på att uppskattningen inte bör ligga alltför långt från verkligheten. Samtidigt så tillämpas i projektet certifieringen Skanska Grön Arbetsplats, som omfattar bland annat avgaskrav. Krav på miljöförbättrande drivmedel kan innebära att klimatpåverkan för A5.2 i själva verket ligger lägre än det generiska scenariot.

Modul A5.4 (byggarbetsplatsens övriga energivaror) står för 1,5% av den beräknade klimatpåverkan. Med det avses till exempel gasol och diesel för värmare och dylikt samt köpt el och fjärrvärme. Fjärrvärmeförbrukningen är under byggskedet 146 gånger mindre jämfört med brukskedet. För elförbrukningen gäller det omvända - under byggskedet förbrukas mer än sju gånger så mycket el jämfört med brukskedet. Gissningsvis beror förhållandet delvis på att eldrivna värmefläktar och dylikt används till uppvärmning av utrymmen samt uttorkning av betong.

Datakvalité A4-A5

I och med att kalkylen innehåller uppgifter om leverantörer går det enkelt att kolla upp transportavstånd och därmed uppnå god datatäckning avseende specifika data. I denna studie prioriterades enbart de tre största kalkylposterna samt kalkylposter med EPD:er för att spara tid. Precisionen i klimatpåverkan och detaljeringsgraden i antalet parametrar ökar med stöd av EPD:er. Sammantaget är datakvalitén för modul A4 god, i synnerhet då generiska transportsценарion i regel används vid LCA-analyser.

Det var i denna fallstudie inte möjligt att mäta spill för specifika material och byggvaror i klimatkalkylen. Det eftersom flera av avfallsfraktionerna och kalkylposterna består av sammansatta materialgrupper, där en godtagbar mappning inte är möjlig. Därmed är upplösningen och precisionen i mappningen mycket liten. Däremot kan datatäckningen bedömas vara god eftersom allt spill som inte returneras hamnar i avfallscontainers. Slutligen bör det tas med i åtanke att även spill från källor som inte omfattas av klimatdeklarationen lätt "följer med" när avfallsmängderna mäts upp.

För fjärrvärme- och elförbrukningen kan tillförlitligheten anses hög då datan baserar sig på fakturor. Dock grundar sig verkningsgrad samt klimatpåverkan från energiförbrukningen på schablonmässiga antaganden. Liksom med transporter går det inte att utläsa vilka antaganden som ligger till grund för beräkningarna i BM1.0. Energiförbrukningen för fordon, maskiner och apparater kan som beskrivs ovanstående stycke anses vara en uppskattning med stor osäkerhet. Sammantaget för modul A5 finns ingen större enhetlighet i datakvalitén. Det är möjligt att det finns brister i datatäckningen och möjligheterna att kontrollera är små.

5.4 Jämförelse Anavitor och BM1.0

En av frågeställningarna i denna studie innefattar att undersöka skillnader mellan Skanskas interna klimatkalkyl (klimatkalkyl nr.1) och Boverkets klimatdeklaration (klimatkalkyl nr.2). De olika klimatberäkningarna förväntas ge olika utfall, men vad grundar sig skillnaden i? En tänkbar förklaring till olikheterna är givetvis att Skanskas initiala klimatkalkyl är upprättad i bygghandlingsskedet

medan Boverkets klimatkalkyl ska beräknas utifrån produktionsutfallet. Samtidigt kan det inte förutsättas vara hela förklaringen, eftersom de två klimatkalkylerna är genomförda med två olika beräkningsverktyg. Så som beskrivs i kapitel 2.2.4 så följer båda verktygen EN15804 och EN15978, men dataurvalet och mappningstekniken skiljer sig mellan verktygen. För att ge en komplett bild av de två klimatberäkningarna så görs i detta stycke en jämförelse där likheter, skillnader, fördelar och nackdelar mellan verktygen vägs in. Förhoppningen är att kunna dra slutsatser kring hur lämpligt och ändamålsenligt BM1.0 respektive Anavitor är för att genomföra Boverkets klimatdeklaration.

Eftersom Anavitor har tillgång till en större andel av IVL:s databas bygg så kommer kvalitén på den generiska datan vara högre. Det finns dock två anledningar till att betydelsen av detta minskar. För det första kommer Boverket lansera en nationell databas i samband med att lagkravet träder i kraft. Från och med 2022 kommer alltså alla beräkningsprogram vara bundna till att använda samma generiska dataset. För det andra så är tanken med Boverkets klimatdeklaration att specifika data ska användas för de viktigaste kalkylposterna i såväl A1-A3 som A4 och A5. Alltså bör den generiska data ha en begränsad betydelse för slutresultatet.

I såväl Anavitor som BM1.0 finns möjligheter att lägga in specifik klimatdata. BM1.0 är utformat för att mer successivt förfina klimatkalkylen med specifik data och rapporterar tydligt hur aktiva val påverkar resultatet jämfört med branschscenariot. På så vis passar BM1.0 överens med Boverkets avsikt att klimatdeklarationen ska vara en iterativ process.

BM1.0 tillåter till skillnad från Anavitor manuell inmatning. I särskilda situationer kan det vara en fördel. Till exempel då en mindre byggdel ska analyseras eller då olika konstruktionslösningar ska jämföras. För att effektivt genomföra en klimatdeklaration är däremot digital inläsning att föredra. Anavitors styrka är att det finns möjlighet att göra en i stort sett komplett LCA-analys för samtliga skeden och miljöpåverkanskategorier. Det är en långsiktig fördel då klimatdeklarationen i framtiden avses utökas till att omfatta allt fler delar av livscykeln. BM1.0 har däremot beskrivits som ett allt för enkelt verktyg som enbart uppfyller den lägsta acceptabla nivån för en klimatberäkning. För att BM1.0 ska möta höjda krav behöver programmet utvecklas.

Anavitors svaghet ligger i att det är äldre plattform med en design som uppfattas som omodern och opedagogisk. Möjligheten att hantera en större datamängd kräver vana (uppgift från informant 2). Kort sagt kan Anavitor beskrivas som den mer avancerade föregångaren till BM1.0, som ger en mer komplett beräkning avseende data, livscykelns kedjan och typer av miljöpåverkan.

6. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

I följande kapitel kopplas empirin och analysen till studiens frågeställningar.

6.1 Klimatdeklarationens genomförbarhet

Fallstudien visade att upprätta en klimatdeklaration enligt Boverkets riktlinjer kräver mer data och mer kunskap om projektet jämfört med att upprätta en klimatkalkyl i anbud- och bygghandlingsskedet. I beredningarna av Boverkets klimatdeklaration understryks det att lagen blir mer ändamålsenlig om en så stor del som möjligt av produktionsutfallet dokumenteras. Det kräver att information inhämtas från betydligt fler källor än kalkylen. I fallstudien Lanternan (klimatkalkyl nr 1) fanns tillgänglig dokumentation för att följa upp levererade mängder och transportavstånd för volymmässigt betydelsefulla kalkylposter. Det fanns även underlag för att uppskatta spill- el och fjärrvärmeåtgång för byggprocessen. Däremot fanns inte miljövarudeklarationer tillgängliga för volymmässigt betydelsefulla kalkylposter. Inte heller var det möjligt att kontrollera bränsleåtgången på arbetsplatsen. BM1.0 visade sig vara ett lämpligt verktyg för att successivt sammanställa och redovisa klimatpåverkan på ett enkelt och överskådligt vis. Samtidigt har verktyget brister i datatransparensten och saknar möjlighet att redovisa livslängder och periodiskt underhåll. Kort sagt var det i fallstudien möjligt att med tillgängliga medel uppfylla Boverkets minimikrav för en klimatdeklaration, samt att göra det inom den uppskattade tidsramen (Boverket uppskattar tidsåtgången för en klimatdeklaration till en början är 120-241 konsulttimmar). Samtidigt finns det utrymme för förbättring - kvalitén på datan kan höjas och genomförandet kan bli mer effektivt.

6.2 Robusthet mellan klimatkalkyler

Klimatkalkyl 1 skiljer sig för samtliga informationsmoduler signifikant från klimatkalkyl 2. Det finns så som beskrivs i kapitel 5.1 flera tänkbara förklaringar. Det är i denna studie inte möjligt att kartlägga exakt vad skillnaden grundar sig i, då såväl avgränsningarna, mängddatans ursprung, mappningen, beräkningsverktygen och redovisningen är olika. Även om avgränsade och förmodat jämförbara kalkylposter ställs mot varandra blir överensstämmelsen mycket liten. Till exempel utgör klimatpåverkan för levererade mängder betong och armering endast $\frac{2}{3}$ av den klimatpåverkan Anavitor beräknat (avser modul A1-A3). En del av skillnaden kan trots beror på att beräkningsverktygen räknar med olika generiska data. I fallstudien Brf Lanternan är dock skillnaden så pass stor att en del av förklaringen även torde ligga i att de uppskattade mängderna i klimatkalkyl 1 inte stämmer överens med verkligheten. Den bristande robustheten mellan de två klimatkalkylerna är ett nedslående resultat, men också ett tecken på att klimatdeklarationen är ett viktigt verktyg för att skapa trovärdighet och jämförbarhet. En aspekt är att samtliga klimatdeklarationer ska komma att använda samma dataset. En annan är att klimatdeklarationen är tänkt att följas upp och korrigeras under produktionen, vilket i normala fall inte görs i dagsläget. Utvecklingen tycks gå åt rätt håll - t.ex föreskriver Miljöbyggnad från och med 2020 verifiering av stommens och grundens faktiska vikter.

6.3 Komplettering av klimatkalkyl 1

Klimatkalkyl nr 1 skulle behöva successivt kompletteras med uppgifter från platsledningen under projektets gång. På så sätt kan systematiska fel upptäckas och ett kunskapsutbyte kan ske mellan den som upprättar klimatkalkylen i ett tidigt skede och den som hanterar produktionskalkyl och inköp. Klimatkalkyl 1 omfattar en större inventering av kalkylposter jämfört med klimatkalkyl 2. Det finns inget som hindrar aktörer att göra en mer omfattande LCA än vad Boverket föreskriver - inledningsvis ska dock endast obligatoriska delar registreras i Boverkets klimatdeklarationregister enligt rapport 2018:23. Därmed skulle det behövas en tydligare uppdelning av vad som ingår i klimatdeklarationen och vad som är "överkurs" i klimatkalkyl nr 1. Dels för att kunna göra jämförelser med andra klimatdeklarationer, men också för att möjliggöra kontroll och verifiering av obligatoriska delar. Anbuds- och produktionskalkylen kan utformas med det i åtanke. Även den planerade förvaltningen är av vikt - uppgifter om underhållsbehov och tekniska livslängder ingår i klimatdeklarationen men saknas i klimatkalkyl 1. En viktigt slutsats från fallstudien Lanternan är att en träffsäker inventering av mängderna är minst lika viktigt som val av klimatdata. Om mängderna är fel spelar EPD:er och mappningskvalité mycket liten roll. Den absolut viktigaste åtgärden för att komplettera klimatkalkyl 1 är därmed att kontrollera inventeringen mot leveranserna.

6.4 Framtida åtgärder

För bästa resultat bör klimatdeklarationen genomsyra samtliga delar av projektering och produktion. För att produktspecifika klimatdata ska användas i så stor utsträckning som möjligt bör byggherren ställa krav på EPD:er vid upphandling av de volymmässigt mest betydelsefulla kalkylposterna. Att prioritera EPD:er är även en viktig åtgärd för den som vill göra en regelrätt transportdeklaration (dvs inkludera drivmedel och fyllnadsgrad i modul A4) utan att lägga ned för mycket tid och resurser.

Att manuellt arbeta med sammansatta byggdelar kan vara tidskrävande. Det kan även vara svårt att bedöma vilken detaljeringsgrad, vilka generaliseringar och vilken typ av klimatdata som är motiverad att tillämpa. Därför bör aktören i förväg definiera hur sådana situationer bör hanteras och vilken upplösning som krävs. Då kan beräkningsverktyg och mappningsteknik väljas därefter. Att kunna göra en sådan avvägning kräver dock att aktören i fråga har erfarenhet av att göra olika typer av LCA-analyser.

Uppföljningen av byggprocessen kan förbättras och effektiviseras genom att innan byggstart definiera vad som ska kontrolleras och hur mätningen görs. Till exempel kan levererade kvantiteter inventeras kontinuerligt under projektets gång och därmed underlätta datainsamlingen vid slutskedet. För bästa träffsäkerhet kompletteras samtliga kalkylposter med "verkliga" vikter.

Att mäta avfallsfraktionernas vikt kan vara en bra metod för att uppskatta den totala mängden spill. I den här fallstudien visade sig avfallsmängden vara betydligt lägre än de generiska spillpåslagen i beräkningsprogrammet. Tyvärr kunde inte avfallsfraktionerna mappas mot enskilda kalkylposter i BM1.0 vilket medför att antaganden måste göras. Det problemet skulle kunna åtgärdas genom att utarbeta schabloner för hur fraktionerna bör fördelas mellan olika delar av byggnaden.

Att identifiera vilka fraktioner som förekommer i oproportionerligt stor mängd (i detta fall gips, trä, isolering och brännbart) är också användbart för att veta inom vilka områden materialhanteringen kan förbättras.

Att mäta el- och fjärrvärmeförbrukning utgjorde i denna studie inga hinder och resultaten kan med fördel användas för att främja en mer effektiv energianvändning på byggarbetsplatsen. I fallstudien tycks elförbrukningen vara oproportionerligt hög jämfört med den förväntade elförbrukningen under bruksskedet, och utgör därmed ännu ett fokusområde för förbättring.

Bränsleåtgången för fordon, maskiner och apparater till Lanternan var inte möjlig att följa upp utan fick beräknas sekundärt. Förhoppningen i denna studie var att kunna använda Skanska Grön Arbetsplats för att beräkna den högsta tillåtna förbrukningen av energislag och bränslen. Dessvärre innehåller certifieringen inga gränsvärden utan enbart krav gällande kvaliteten på el och energi. I framtiden skulle konceptet Grön Arbetsplats skulle kunna utvecklas och integreras i arbetet med klimatdeklarationen. Det kan till exempel innebära att beräkna schablonvärden kopplade till fossilfria arbetsplatser, eller att utveckla rutiner för att verifiera förbrukningen på plats.

Precis som att klimatdeklarationen stimulerar användandet av specifik klimatdata så stimuleras även behovet av att definiera och ta hänsyn till tekniska livslängder. Dokumentering av underhållsbehov och tekniska livslängder görs med fördel redan i anbuds- och bygghandlingsskedet. Det skapar medvetenhet och möjliggör åtgärder som kan sänka klimatpåverkan. Till exempel så har Lanternas fasadmaterial en längre livslängd än normalt på grund av det utsatta läget. Informationen kan även användas i samband med att förvaltning- och underhållsplaner upprättas. Likt uppföljning av spill och energiförbrukning kan en inventering av livslängder leda till mindre resursslöseri. Kravet att inkludera uppgifter om tekniska livslängder i klimatdeklarationer talar för att Anavitor är programvaran att föredra då det inte går att redovisa driftskedet (modul B) i BM1.0.

Samtidigt bör det noteras att Boverket ännu inte föreskrivit hur livslängder ska redovisas i klimatdeklarationsregistret.

6.5 Samhällsnyttan med klimatkalkyler

Än så länge tycks klimatkalkyler i Sverige ha låg robusthet, och det är svårt att dra slutsatser om träffsäkerheten eller jämföra resultat. Det är även för tidigt för att kunna dra slutsatser om klimatdeklarationen kommer lyckas sänka våra totala utsläpp av växthusgaser. Trots det verkar klimatkalkyler kunna ge flera positiva sidoeffekter. För det första ger det grund för att upphandla med krav på klimatpåverkan och livslängder. Med stöd av LCA går det att formulera fler bedömningskriterier för anbud. För det andra så resulterar en inventering och uppföljning av produktionen i att fel, brister och slöseri inte går obemärkt förbi. Slutligen så fungerar klimatdeklarationen som en röd tråd genom projektet. Val av stomme och fasad, upphandling, kalkylering, val av underentreprenörer, produktionsplanering, certifieringar och planerat underhåll berör klimatdeklarationen. Att klimatdeklarationen manar till uppföljning genom hela byggprocessen kan leda till mer erfarenhetsåterföring mellan olika skeden och aktörer.

Sammanfattningsvis pekar mycket på att klimatdeklarationen utöver en sänkt klimatpåverkan och förhöjd kunskap om LCA kan resultera i flera kvalitetsfrämjande effekter. Samtidigt kommer klimatdeklarationen skapa extra arbete och mer dokumenthantering. Det skapar mer kostnader i

projektet vilket i sin tur kan vara kvalitetshämmande. Därmed är det viktigt att genomföra klimatdeklarationen effektivt och med befintliga medel.

6.6 Vidare studier

En slutsats var att genomförandet av klimatdeklarationen kan förbättras om mål och metoder för att följa upp produktionen i förväg definieras. En framtida fallstudie skulle kunna bestå av att planera genomförandet av klimatdeklarationen innan byggstart, och utveckla metoder för att kontinuerligt följa upp spill, mängder och byggdrift. I samband med det skulle tydliga mål för klimatdeklarationens detaljeringsgrad fastställas, något som inte gjordes i denna studie.

Ett annat resultat var att överensstämmelsen mellan den klimatkalkyl nr 1 och 2 var mycket bristfällig. Det går inte att säga hur generaliserbart resultatet är utan fler fallstudier. En djupdykning i frågan om hur pass mycket "verkliga värden" i modul A1-A3 påverkar resultat skulle därför vara intressant. Boverket föreskrivet initialt inte några krav på att följa upp inbyggda mängder. Om kalkyler har en hög osäkerhet kan det dock vara av stor vikt att kontrollera levererade mängder.

Slutligen skulle det vara intressant att göra en jämförelse av produktionsuppföljningen i olika typer av miljöcertifieringssystem. Hur görs en verifiering av den beräknade klimatpåverkan i exempelvis Miljöbyggnad, LEED, DGNB och NollCO2?

7. KÄLLFÖRTECKNING

Anavitor. 2020. <http://www.anavitor.se/> (Hämtad 2020-04-28)

Björk. M; Jarnehammar. A; Freden. J; Salomonsson. E; af Wetterstedt. R och Nilsson. H (2014). *Framtidens byggvarudeklaration i digitalt format*, Rapport från SBUF ID:12775
https://byggmaterialindustrierna.se/wp-content/uploads/2018/06/SBUF_Slutrapport-Framtidens-BVD-20140206.pdf (Hämtad 2020-04-28)

Boverket (2018). *Klimatdeklaration av byggnader*. Rapport 2018:23.
https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2018/klimatdeklaration-av-byggnader_slutrapport.pdf (Hämtad 2020-04-29)

Boverket (2019). *Energideklarationens innehåll*.
<https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/energideklarationens-innehall/> (Hämtad 2020-04-27)

Boverket (2020:1). *Hearing om klimatdeklarationer, Finlandshuset, Stockholm 22 januari*.
<https://www.boverket.se/contentassets/b0f170109cb441b98643c91b6a6cdab9/vad-ar-en-klimatdeklaration-och-hur-gar-det-till.pdf> (Hämtad 2020-02-04)

Boverket (2020:2) *Frågor och svar om klimatdeklarationer*.
<https://www.boverket.se/sv/byggande/uppdrag/klimatdeklaration/om-klimatdeklarationer/> (Hämtad 2020-04-29)

Boverket (2020:3) *Tidplan för insatser och åtgärder inför krav på klimatdeklarationer* Rapport 2020:3
<https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2020/tidplan-for-insatser-och-atgarder-infor-krav-pa-klimatdeklarationer.pdf> (Hämtad 2020-04-29)

Burström. P.G (1999). *Livslängdsbedömningar av byggnadsmaterial*, Lunds Tekniska Högskola
<https://lup.lub.lu.se/search/ws/files/4761428/4389473.pdf> (Hämtad 2020-02-04)

Daloc (2019) Environmental Product Declaration, Steel door
<https://gryphon4.environdec.com/system/data/files/6/15147/S-P-01393%20EPD%20Daloc%20Steel%20door.pdf> (Hämtad 2020-04-15)

DGNB (2020). *Building life cycle assessment*.
https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/en/buildings/new-construction/criteria/02_ENV1.1_Building-life-cycle-assessment.pdf (Hämtad 2020-04-28)

Ds (2020:4). *Klimatdeklaration för byggnader*.
<https://www.regeringen.se/490dc6/contentassets/3e13a513131b447f8b1e41eddcbbf6b5/klimatdeklaration-for-byggnader-ds-20204.pdf> (Hämtad 2020-02-21).

Elitfönster (2019) Byggarudeklaartion, Utåtgående sidhängt fönster i trä med aluminiumbeklädnad 3-glas isolerruta <https://www.ebvd.org/BMI/Document/Export/3292/1/Pdf> (Hämtad 2020-04-15)

Eon (2017). *Lokala anvisningar för Malmö/Burlöv, Norrköping/Söderköping och Örebro/Kumla/Hallsberg*
<https://www.eon.se/content/dam/eon-se/swe-documents/swe-lokala-regler-fjarrvarmenat-generell.pdf> (Hämtad 2020-04-30)

EPD International <https://www.environdec.com/> (Hämtad 2020-04-15)

Erlandsson. M (2018:1). *Q metadata for EPD*. Rapport från IVL Svenska Miljöinstitutet IVL C363
<https://www.ivl.se/download/18.57581b9b167ee95ab99345/1547122416899/C363.pdf> (Hämtad 2020-04-28)

Erlandsson. M (2018:2). *Byggsektorns Miljöberäkningsvertyg BMI.0, Ett branschgemensamt verktyg*. Rapport från IVL Svenska Miljöinstitutet IVL 018:04
<https://www.ivl.se/download/18.2aa2697816097278807e748/1523452093368/C300.pdf> (Hämtad 2020-04-28)

Erlandsson. M (2018:3). *Datakvalitet för en LCA-beräkning av ett byggnadsverk*. Rapport från Smart Built Environment via IVL Svenska Miljöinstitutet C366
<https://www.smartbuilt.se/library/4640/c366-datakvalitetsbedomning-av-en-lca.pdf> (Hämtad 2020-04-29)

Erlandsson. M; Lindfors. L.G och Jelse. K (2013). *Robust LCA: Metodval för robust miljöjämförelse med livscykelanalys (LCA) - introduktion för nyfikna*. Rapport från IVL Svenska Miljöinstitutet, B 2121.
<https://byggmaterialindustrierna.se/wp-content/uploads/2018/04/LCA-for-nyfikna.pdf> (Hämtad 2020-02-27).

Erlandsson. M och Holm. D (2015). *Livslängdsdata samt återvinningsscenario för mer transparenta och jämförbara livscykelberäkningar för byggnader*. Rapport från IVL Svenska Miljöinstitutet, B2229.
<https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b76ce/1445517742414/B2229.pdf> (Hämtad 2020-02-04)

Erlandsson. M och Martin. M. (2018:1). *Robusta klimatdata i Klimatkalkyl*. Rapport från IVL Svenska Miljöinstitutet IVL U5972
http://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Publikationer/Publikationer_003601_003700/Publikation_003604/Robusta%20milj%c3%b6data%20i%20Klimatkalkyl.pdf (Hämtad 2020-04-28)

Erlandsson, Martin, Malmqvist Tove, Jelse, Kristian, Larsson, Mathias (2018:2) *Livscykelbaserade miljökrav för byggnadsverk*, IVL Rapport B2253
<https://www.ivl.se/download/18.2aa2697816097278807f499/1525341485253/B2253.pdf> (Hämtad 2020-04-28)

Erlandsson. M; Malmqvist. T; Francart. N och Kellner. J (2018:3). *Minskad klimatpåverkan från flerbostadshus*. Rapport från Sveriges Byggindustrier via IVL Svenska Miljöinstitutet IVL C350.
<https://www.ivl.se/download/18.72aeb1b0166c003cd0d1d5/1542035270063/C350.pdf> (Hämtad 2020-04-29)

Femenias. P; Holmström. C och Jönsson. H (2018). *Framtidens klimatsmarta och hållbara bostad*. Rapport från E2B2 2018:22.
https://www.e2b2.se/library/4486/slutrapport_framtidens_klimatsmarta_och_hallbara_-bostad.pdf (Hämtad 2020-02-30)

Heincke. C; Dahlgren. L; Ek. K och Beemsterboer. S (2018). *Livscykelanalyser - Vägledning vid val av verktyg*. Rapport från SBUF, ID:13461.
<https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/bfb45784-3c19-49e7-a542-26cc031b419e/FinalReport/Slutrapport%2013461%20Utv%20C3%A4rdering%20av%20LCA-verktyg.pdf> (Hämtad 2020-04-28)

Icopal (2014) *Environmental Product Declaration, Single layer mechanically fastened modified bitumen roof waterproofing system*

http://www.icopal.se/~media/IcopalSE/relaterade_dokument/EPD/1%20NEPD268ESinglelayermechanicallyfastendmodifiedbitumenroofwaterproofingsystem.pdf (Hämtad 2020-04-15)

Icopal (2015) Byggvarudeklaration för Icopal Mono Detalj ID: C-SE556013070901-9
http://www.icopal.se/~media/IcopalSE/relaterade_dokument/Prestandadeklarationer/BVD_18/eBVD_Mono_Detalj.pdf (Hämtad 2020-04-15)

IVL Svenska Miljöinstitutet (2020:1). *Livscykelanalys och systemanalys*.
<https://www.ivl.se/sidor/konsultuppdrag/konsultuppdrag/livscykelanalys-och-systemanalys.html> (Hämtad 2020-02-04)

IVL Svenska Miljöinstitutet (2020:2). *Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg*.
<https://www.ivl.se/sidor/vara-omraden/miljodata/byggsektorns-miljoberakningsverktyg.html> (Hämtad 2020-04-28)

Konkurrensverket (2018). *Yttrande om Boverkets rapport Klimatdeklaration av byggnader*.
<http://www.konkurrensverket.se/globalassets/konkurrens/yttranden/18-0494-2.pdf> Hämtad 2020-04-30)

Liljenström. C; Malmqvist. T; Erlandsson. M; Fredén. J; Adolfsson. I; Larsson. G och Brogren. M (2015). *Byggandets klimatpåverkan*. Rapport från IVL Svenska Miljöinstitutet, B 2217.
https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b76c4/1445517730807/B2217_ME.pdf (Hämtad 2020-02-04)

Merriam. B.S (1994). *Fallstudien som forskningsmetod*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur.

Norman. M (2019). *Klimatkalkyl för flerbostadshus- klimatbelastande poster i tidigt skede*. Examensarbete i byggteknik, Högskolan i Dalarna.
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1331304/FULLTEXT01.pdf> (Hämtad 2020-04-29)

SIS, Swedish Standards Institute (2011). *Hållbarhet hos byggnadsverk – Värdering av byggnaders miljöprestanda – Beräkningsmetod*. (SS-EN 15978:2011)

SIS, Swedish Standards Institute (2019). *Hållbarhet hos byggnadsverk – Miljödeklarationer – Produktspecifika regler*. (SS-EN 15804:2012+A2:2019).

SLU (2019). *Vad är livscykelanalys?* <https://www.slu.se/institutioner/energi-teknik/forskning/lca/vadar/> (Hämtad 2020-02-04)

Strängbetong (2019) Environmental Product Declaration, Betongtrappa i Terazzo
https://cdn.strangbetong.se/wp-content/uploads/2019/12/16154104/NEPD-1975-872_Betongtrappa-i-Terrazzo.pdf (Hämtad 2020-04-15)

Sveriges Allmännyttan (2020). *Pilotprojekt – Klimatkrav i upphandling till rimlig kostnad*.
<https://www.sverigesallmannnytta.se/allmannyttans-klimatinitiativ/fokusomrade-2-krav-pa-leverantorer/pilotprojekt-klimatkrav-i-upphandling-till-rimlig-kostnad/> (Hämtad 2020-04-29)

Sweden Green Building Council (2020:1). *Miljöbyggnad 3.1, Metodik*.
<https://www.sgbc.se/app/uploads/2020/04/Milj%C3%B6byggnad-3.1-Ny-byggnad.pdf> (Hämtad 2020-04-28)

Sweden Green Building Council (2020:2). *Utveckling av NollCO2*.
<https://www.sgbc.se/utveckling/utveckling-av-nollco2/>(Hämtad 2020-04-28)

U.S Green Building Council (2019). *Whole building life cycle assessment*.
<https://www.usgbc.org/credits/new-construction-core-and-shell-schools-new-construction-retail-new-construction-healthcar-9> (Hämtad 2020-04-28)

8. BILAGOR

Bilaga 1. Klimatberäkning för standardbyggdelar

I följande bilaga redovisas de standardlösningar som Skanska tillämpar i projektet Lanternan, samt den tillhörande klimatpåverkan som ingår i fallstudiens klimatdeklaration.

VAU12

Utfackningsvägg med tegelfasad. Isolerad med mineralull, uppreglad med stålreglar.

Beräkningarna är utförda på en vägg med 170mm + 2x45mm mineralullisolering.

Tabell 41.

VAU12 67 kg CO₂-eq / m²

exkl. transport till arbetsplats 63 kg CO₂-eq / m²

Mest bidragande poster	kg CO ₂ -eq	Varav transport
Tegel	19	1,8
Stålreglar	17	0,15
Mur- och putsbruk	15	1,53

VAU13

Utfackningsvägg med skivfasadssystem. Isolerad med mineralull, uppreglad med stålreglar.

Beräkningarna är utförda på en vägg med 170mm + 45mm mineralullisolering.

Utformning och material i skivfasadssystem kan variera mellan olika leverantörer. Här är det beräknat som fibercementskivor med tjockleken 10 mm.

Tabell 42.

VAU13 37 kg CO₂-eq / m²

exkl. transport till arbetsplats 36 kg CO₂-eq / m²

Mest bidragande poster	kg CO ₂ -eq	Varav transport
Stålreglar	20	0,18
Mineralull	8	0,25
Fasadskivor	6	0,37

VKM

Vattentät betongkonstruktion under mark, 0-5m under GWY. Konstruktionen består av: utvändigt värmeisolering (XPS), vattenisolering typ Proofex Engage, vattentät platsgjuten betong.

Betongen (tj=200mm) antas vara av kvalitén C32/40.

Utvändig värmeisolering (tj=100mm) antas vara XPS med densiteten 50kg/m³.

Vattenisoleringskiktet Proofex Engage består huvudsakligen av polyetylen och polypropylen. Beräknad som polypropylen.

Tabell 4.

VKM 107 kg CO₂-eq / m²

exkl. transport till arbetsplats 104 kg CO₂-eq / m²

Mest bidragande poster	kg CO ₂ -eq	Varav transport
Betong	70	2,46
Cellplast	19	0,11
Armering	14	0,15

Nedan redovisas en variant av VKM med tjockare betong, 250mm istället för 200mm.

Tabell 5.

VKM variation 1 125 kg CO₂-eq / m²

exkl. transport till arbetsplats 121 kg CO₂-eq / m²

Mest bidragande poster	kg CO ₂ -eq	Varav transport
Betong	88	3,29
Cellplast	19	0,11
Armering	14	0,15

TAB7

Yttertak för alla byggnader. Kompakttak isolerat med cellplast/PIR på betong.

Beräknat exklusive betongunderlag. Beräknat med cellplast 2x100mm.

Tabell 73.

TAB7 31 kg CO₂-eq / m²

exkl. transport till arbetsplats 31 kg CO₂-eq / m²

Mest bidragande poster	kg CO ₂ -eq	Varav transport
Taksystem Top & Base	15	0,2
Cellplast	15	0,1
Mineralull	1	0,02

Schablonmässiga transportavstånd [km]

Armering	100
Avfallsförbränning	70
Badrumselement	300
Betong	40
Betongelement	300
Deponi	40
Kakel och klinker	200
KL-trä	730
Stål	250
Tegel	250
Återvinningsanläggning	50
Övrigt Material	250

Tabell 2. Sammanställning av använd klimatdata

Livcykelresurs	Utsläppsfaktor	Enhet	/enhet
Byggbetong C25/30 (IVL Skanska)	0,121824	kg CO ₂ -eq	kg
Byggbetong C28/35 (IVL Skanska)	0,129083	kg CO ₂ -eq	kg
Byggbetong C32/40 (IVL Skanska)	0,144604	kg CO ₂ -eq	kg
Byggbetong C35/45 (IVL Skanska)	0,152365	kg CO ₂ -eq	kg
Armering rakstål (IVL500)	0,824	kg CO ₂ -eq	kg
Armeringsnät (IVL500)	0,824	kg CO ₂ -eq	kg
HD/F Plattor 190mm (IVL Skanska)	0,195	kg CO ₂ -eq	kg
HD/F Plattor 270mm (IVL Skanska)	0,193	kg CO ₂ -eq	kg
HD/F Plattor 320mm (IVL Skanska)	0,191	kg CO ₂ -eq	kg
Plattbärlag (IVL500)	0,233	kg CO ₂ -eq	kg
Plastprodukter övrigt ospecificerat, polyolefin (PP/PE) (IVL500)	1,809315	kg CO ₂ -eq	kg
Ingjutenplast (IVL500)	1,106655	kg CO ₂ -eq	kg
Mur- och putsbruk, färdigblandat torrbruk (IVL 500)	0,199926	kg CO ₂ -eq	kg
Betongpump 130-560 kW (IVL500) (genomsnitt)	25,1136	kg CO ₂ -eq	
Betongpump 130-560 kW (IVL500) (effektiv tid)	125,568	kg CO ₂ -eq	tim
Spånskiva (IVL500)	0,267038	kg CO ₂ -eq	kg
Plåtreglar, elförzinkade (IVL500)	2,427	kg CO ₂ -eq	kg
Galvad spik, Skruv och beslag (IVL500)	1,472283	kg CO ₂ -eq	kg
Hjul- och Bandgrävmaskin 37-75 kW 6,1-14 ton 21.1316 m fl (IVL500) (genomsnitt)	15,06816	kg CO ₂ -eq	tim
Hjul- och Bandgrävmaskin 37-75 kW 6,1-14 ton 21.1316 m fl (IVL500) (effektiv tid)	25,1136	kg CO ₂ -eq	tim
Arbetsfordon, 37-75 kW (IVL500) (genomsnitt)	13,7078	kg CO ₂ -eq	tim
Arbetsfordon, 37-75 kW (IVL500) (effektiv tid)	22,8464	kg CO ₂ -eq	tim
Cellplast, expanderad polystyren (EPS) (IVL500)	3,773	kg CO ₂ -eq	kg
Makadam 16-32mm (IVL500)	0,002672	kg CO ₂ -eq	kg
Dieselförbränning, produktion (IVL500)	0,0872	kg CO ₂ -eq	kg
Formolja mineralisk (IVL500)	1,08	kg CO ₂ -eq	kg
Stålreglar (IVL500)	2,427	kg CO ₂ -eq	kg
Sågat och hyvlat trävirke, obehandlat (IVL500)	0,107	kg CO ₂ -eq	kg
Plastfolier (IVL500)	1,809315	kg CO ₂ -eq	kg
Mineralullsisolering (IVL500)	0,691303	kg CO ₂ -eq	kg
Underlagspapp, bitumen (IVL500)	1,809315	kg CO ₂ -eq	kg

Gipsskivor, kartonggipsskivor ospecificerat (IVL500)	0,271678	kg CO ₂ -eq	kg
Träfiberskivor, hård board (IVL500)	0,297872	kg CO ₂ -eq	kg
Takpanna, betong (IVL500)	0,136843	kg CO ₂ -eq	kg
Lastbil 130-560 kW (IVL500) (genomsnitt)	100,4544	kg CO ₂ -eq	tim
Lastbil 130-560 kW (IVL500) (effektiv tid)	125,568	kg CO ₂ -eq	tim
Hjullastare 130-200 kW 22.1516; 22.2313 m fl (IVL500) (genomsnitt)	65,923	kg CO ₂ -eq	tim
Hjullastare 130-200 kW 22.1516; 22.2313 m fl (IVL500) (effektiv tid)	94,176	kg CO ₂ -eq	tim
Tryckimpregnerat virke, NTR A (IVL500)	0,152	kg CO ₂ -eq	kg
Polyuretanskum på burk, PUR/PIR (IVL500)	1,809315	kg CO ₂ -eq	kg
Geotextil (fiberduk) (IVL500)	2,444	kg CO ₂ -eq	kg
Primer (klinker etc) (IVL500)	1,809315	kg CO ₂ -eq	kg
Fibercementskivor (IVL500)	0,413212	kg CO ₂ -eq	kg
Rostfritt stål, ospecificerat (IVL500)	2,579	kg CO ₂ -eq	kg
Mark och murtegel (IVL500)	0,214964	kg CO ₂ -eq	kg
Fogmassa, silicon (IVL500)	1,809315	kg CO ₂ -eq	kg
Kakelplatta, kakel (IVL500)	0,214964	kg CO ₂ -eq	kg
Klinkerplatta, klinker (IVL500)	0,214964	kg CO ₂ -eq	kg
Lättklinkerblock (leca), oarmerade (IVL500)	0,248	kg CO ₂ -eq	kg
Lättklinker (Leca), lösa kulor (IVL500)	0,23	kg CO ₂ -eq	kg
Tvättmaskin (IVL500)	2,528	kg CO ₂ -eq	kg
Sanitetsporslin (IVL500)	0,417	kg CO ₂ -eq	kg
Mässing, VVS-produkter (IVL500)	0,0652	kg CO ₂ -eq	kg
Takplåt, förzinkad (IVL500)	2,089489	kg CO ₂ -eq	kg

Bilaga 2. Klimatdeklaration Lanternan i BM1.0

Klimatredovisning: Brf Lanternan (Cementen Kv A)

Baserat på metodik enligt EN 15804 och EN 15978

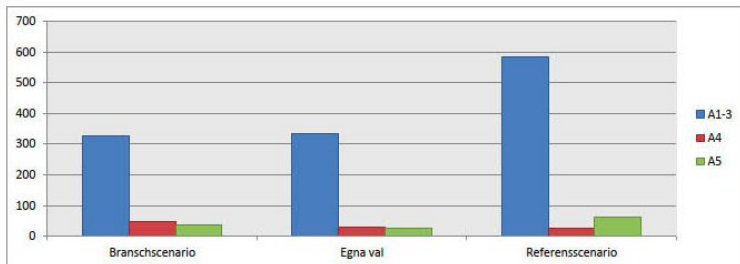
Klimatpåverkan för A1-5 Byggskedet, kg CO₂e per m²

Scenarion

Branschscenariot innehåller branschgemensamma transportavstånd, spill och miljödata för generiska produkter. Under "egna val" har mer specifika data valts. Referensscenariot sätts om det "egna valets" resultatet ska jämföras med ett valbart referensvärde eller kravvärde. Referensscenariot beskrivs av den som gör

Nyckeltal

- 1% Andel EPDer i förhållande till generiska resurser i scenariot "Egna val"
- 4% Klimatreduktion "Branssc." i förhållande till "Egna val"
- 39% Klimatreduktion "Referensc." i förhållande till "Egna val"



Klimatpåverkan (GWP _{GHC}), kg CO ₂ e per m ² Atemp	Branschscenariot	Egna val	Referensscenariot
A1-3 Produktskedet	326,88	335,3	585,5
A4 Transport	46,97	31,63	26,4
A5 Bygg- och installationsprocessen	35,42	26	63,5
A5.1 Spill, emballage och avfallshantering	16,26	6,84	
A5.2 Byggarbetsplatsens fordon, maskiner och apparater	12,7	12,7	
A5.3 Energi till tillfälliga bodar, kontor, förråd och andra byggnader			
A5.4 Byggprocessens övriga energivaror	6,46	6,46	
A5.5 Övrig miljöpåverkan från byggprocessen			

Beskrivning av referensscenariot
Skanskas interna klimatkalkyl, utförd i Anavitor.

Klimatpåverkan för alla byggresurser (inklusive spill), A1-5 Byggskedet, kg CO₂e per m²

Scenario: Egna val



- Armering
- Bindemedel, bruk, ballast
- Byggblock
- Byggskivor
- Energivaror
- Färg
- Fabriksbetong
- Fästdon, beslag, lim, fog mm (ej sakvaror)
- Fönster och dörrar
- Gipsskivor
- Isolering
- Prefabbetong
- Stål- och plåtprodukter
- Träprodukter
- Tätskikt
- Övrigt

Branschgemensamma resursgrupper	Armering	Bindemedel, bruk, ballast	Byggblock	Byggskivor	Energivaror	Färg	Fabriksbetong	Fästdon, beslag, lim, fog mm (ej sakvaror)	Fönster och dörrar	Gipsskivor	Isolering	Prefabbetong	Stål- och plåtprodukter	Träprodukter	Tätskikt	Övrigt
Branschscenariot	14,14	1,32	11,77		19,16		189,15		7,28	12,04	4,26	149,02	1,09			0,39
Egna val	14,13	1,32	10,48		19,16		178,18		8,39	12,06	4,26	143,61	1,09			0,37
Referensscenariot																

Klimatpåverkan uppdelat per byggprojekt-del (inklusive spill), A1-5 Byggskedet, kg CO₂e per m²

Scenario: Egna val



- Sammansatta byggedelar
- Husunderbyggnad
- Yttertak
- Stomkomplettering/rumsbildning
- Installationer
- 0
- Mark
- Stomme
- Fasader
- Invändiga yttskikt/rumskomplettering
- Gemensamma arbeten/tillfälliga fabriken
- 0

Branschgemensamma byggprojekt-del	Sammansatta byggedelar	Mark	Husunderbyggnad	Stomme	Yttertak	Fasader	Stomkomplettering/rumsbildning	Invändiga yttskikt/rumskomplettering	Installationer	Gemensamma arbeten/tillfälliga fabriken	0
Branschscenariot			33,86	318,7	3,64	15,18	17,76	1,32			
Egna val			32,3	304,09	3,61	15	17,56	1,32			
Referensscenariot											

Klimatredovisning: Brf Lanternan (Cemente

Baserat på metodik enligt EN 15804 och EN 15978

EPDer, egna miljödata och specifika transporter som ersätter generella data, A1-5 Bygskedet, eget val

Miljövarudeklaration (EPD)	kg CO ₂ e	Ersatt generiska data	kg CO ₂ e	klimatreduktion, %
Betongtrappa i Terrazzo	22416,0829	Trappor och balkonger (IVL LCR)	25466,4629	12
Single layer mechanically fastened modif	5061,2758	Underlagspapp bitumen (IVL LCR)	5418,196	7
Steel Door	54790,7369	Ståldörrar, brandklassad (IVL LCR)	39607,4435	-38

Eget transportsscenario	kg CO ₂ e	Transport kopplat till generisk resurs	kg CO ₂ e	klimatreduktion, %
Innerväggar Vi (IVL LCR)	107621,7473		129731,616	17
Plattbärlag (filigran) (IVL LCR)	61062,6557		73607,4	17
Sandwichvägg W (425 mm) (IVL LCR)	55950,2361		67444,6823	17
Massivyttervägg V (IVL LCR)	53576,0901		64582,7904	17
Innerväggar Vi (IVL LCR)	29726,6262		35833,68	17
Anläggningsbetong (vct 0,45, C32/40)	22983,768		124112,3472	81
Övrig armerad betongprefab, ospecificer	18082,1197		21796,92	17
Övrig armerad betongprefab, ospecificer	10224,4447		12324,96	17
Plattbärlag (filigran) (IVL LCR)	9467,0784		11412	17
Mark och-murtegel (IVL LCR)	8065,6402		25663,4007	69
Anläggningsbetong (vct 0,40, C35/45)	4838,688		26128,9152	81
Anläggningsbetong (vct 0,45, C32/40)	2858,706		15437,0124	81
Anläggningsbetong (vct 0,45, C32/40)	1837,332		9921,5928	81
Anläggningsbetong (vct 0,40, C35/45)	1021,374		5515,4196	81
Anläggningsbetong (vct 0,45, C32/40)	108,414		585,4356	81

Egna resurser	kg CO ₂ e	(resursens miljöprestandas används även i det egna branschscenariot vid jämförelse)
---------------	----------------------	---

Bygg och installationprocessen, A5.2-A5.5

Kalkylresurs eget namn	Kalkylresursens SBE namn	Vikt, kg	Klimatpåverkan, kg CO ₂ e
Diesel inkl std bioinbl. till byggarbetsplat: Diesel inkl std bioinbl. till byggarbetsplatsen (utv. till förbränning) (IVL LCR)			174724,99
El till byggarbetsplatsen (Sverigemix) (IVL El till byggarbetsplatsen (Sverigemix) (IVL LCR)			88149,1
Fjärrvärme till byggarbetsplatsen (Sverig: Fjärrvärme till byggarbetsplatsen (Sverige) (IVL LCR)			696,7

Klimatredovisning: Brf Lanternan (Cemente

Baserat på metodik enligt EN 15804 och EN 15978

Resurssammanställning (exklusive transporter inklusive spill), A1-5.1						
Kalkylresurs eget namn	Kalkylresursen	Spill, %	Eget spill, %	Vikt, kg	Energi, MJ	Klimatpåverkan, kg CO2e
Anläggningsbetong (vct 0,45, C32/40)	Anläggningsbe	5	1	9667200		1633756,8
Innerväggar Vi (IVL LCR)	Innerväggar Vi	2	1	2728320		425617,92
Anläggningsbetong (vct 0,40, C35/45)	Anläggningsbe	5	1	2035200		364300,8
Sandwichvägg W (425 mm) (IVL LCR)	Sandwichvägg	2	1	1418395		330486,03
Plattbärlag (filigran) (IVL LCR)	Plattbärlag (fili	2	1	1548000		284832
Massivyttervägg V (IVL LCR)	Massivytterväg	2	1	1358208		262134,14
Anläggningsbetong (vct 0,45, C32/40)	Anläggningsbe	5	1	1202400		203205,6
Armering, galvad (IVL LCR)	Armering, galv	10	1	201914		186689,68
Anläggningsbetong (vct 0,45, C32/40)	Anläggningsbe	5	1	772800		130603,2
Innerväggar Vi (IVL LCR)	Innerväggar Vi	2	1	753600		117561,6
Övrig armerad betongprefab, ospecificer	Övrig armerad	2	1	458400		90763,2
Gipsskivor utan kartong, våtrum (IVL LCF	Gipsskivor utar	12	24	316889		86092,02
Mark och-murtegel (IVL LCR)	Mark och-murl	5	1	385510		82884,65
Anläggningsbetong (vct 0,40, C35/45)	Anläggningsbe	5	1	429600		76898,4
Gipsskivor, kartonggipsskivor ospecificer	Gipsskivor, kar	12	24	225389		61233,41
Fönster, tre glas, trä-/aluminium (IVL LC	Fönster, tre gl	0	0	50995		56604,45
Steel Door	Steel Door	0	0	11937		54311,68
Övrig armerad betongprefab, ospecificer	Övrig armerad	2	1	259200		51321,6
Lättklinkerblock (Leca), oarmerade (IVL I	Lättklinkerbloc	5	1	185850		46090,8
Plattbärlag (filigran) (IVL LCR)	Plattbärlag (fili	2	1	240000		44160
Cellplast, extruderad polystyrene (XPS) (Cellplast, extru	5	10	11484		44052,62
Golvavjämning, flytspckel	Golvavjämning	5	1	70308		15467,76
Cellplast, extruderad polystyrene (XPS) (Cellplast, extru	5	10	3575		13713,7
Ståltreppor (IVL LCR)	Ståltreppor (IVL	10	1	4517		10962,76
Anläggningsbetong (vct 0,45, C32/40)	Anläggningsbe	5	1	45600		7706,4
Betongtrappa i Terrazzo	Betongtrappa i	2	1	99232		5398,22
Single layer mechanically fastened modi	Single layer me	5	10	7816		5044,92
Konstruktionsstål, galvad (IVL LCR)	Konstruktions	5	1	2084		3740,78
Ytterdörrar, trä (IVL LCR), ca 24 kg/m2	Ytterdörrar, tr	0	0	7560		1753,92
Stenull (IVL RR)	Stenull (IVL RR	5	10	49		58,31