



Illustration: Infab AB/Boverket

Förstudie

Klimatpåverkan från småhus i ett livscykelperspektiv

Utarbetad av Sara Borgström och Ulf Liljenroth, WSP

Granskad av Charlotta Winkler

Göteborg, november 2019

Innehåll

SAMMANFATTNING	3
1 INLEDNING	5
1.1 OM BESMÅ	5
1.2 SYFTE	5
1.3 BAKGRUND TILL FÖRSTUDIEN	5
2 KARTLÄGGNING AV TIDIGARE ARBETE	7
2.1 BOVERKETS VÄGLEDNING FÖR LCA	7
2.2 FÖRSLAG TILL KLIMATDEKLARATION FÖR BYGGNADER	12
2.3 METODER OCH VERKTYG	13
2.4 REKOMMENDATIONER ENLIGT PCR FÖR BYGGNADER	16
2.5 ERFARENHETER FRÅN FLERBOSTADSHUS/LOKALBYGGNADER	17
2.6 GENOMFÖRDA KARTLÄGGNINGAR, SMÅHUS	22
2.7 NYCKELTAL OCH ANNAT STÖD	27
3 PÅGÅENDE ARBETE	28
3.1 MODELL FÖR SVENSKA BYGGNADERS KLIMATPÅVERKAN	28
3.2 KLIMATKRAV TILL RIMLIG KOSTNAD	28
3.3 MÄTNING OCH UPPFÖLJNING, SV. BYGGINDUSTRIER	28
4 RESULTAT INTERVJUER, WORKSHOP OCH ENKÄT	29
5 RESULTAT OCH REKOMMENDATIONER	32
5.1 SAMMANFATTNING AV GENOMFÖRT ARBETE	32
5.2 ANALYS	33
5.3 ÖVERVÄGANDEN I ARBETET OCH REKOMMENDATIONER	35
6 FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE	36
6.1 INTRESSERADE AKTÖRER	36
6.2 FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE	36
7 REFERENSER	38
BILAGA 1. ENKÄTUNDERSÖKNING	
BILAGA 2. RESULTAT INTERVJUER	
BILAGA 3. DOKUMENTATION WORKSHOP 20 AUG 2019	
BILAGA 4. PÅGÅENDE UTVECKLINGSARBETE	
BILAGA 5. FÖRSLAG TILL PROJEKTBESKRIVNING	

Sammanfattning

Behovet av akut handling i klimatarbetet blir alltmer uppenbart. Sverige har antagit ambitiösa klimatmål om att ha noll nettoutsläpp av växthusgaser år 2045 (Naturvårdsverket, 2019). Som ett led i detta arbete har Boverket i uppdrag att arbeta fram krav på klimatdeklaration av nya byggnader. Våren 2018 lanserades initiativet *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft för bygg och anläggningssektorn*, vilket var det första steget i arbetet är att kartlägga klimatpåverkan och upprätta mål för klimatarbetet. För att genomföra detta arbete saknas, enligt företagen själva, idag kunskap och möjliggörande förutsättningar hos småhustillverkarna avseende klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv.

Denna förstudie svarar på dessa utmaningar, där syftet är tvådelat. Det första syftet är att förbereda småhusbranschen på ett eventuellt kommande lagkrav på klimatdeklarationer enligt det förslag som Boverket tagit fram. Det andra syftet är att identifiera en lämplig metod för att kartlägga klimatpåverkan från småhus i ett livscykelperspektiv, samt ta fram rekommendationer för hur en sådan kan göras.

Inom ramen för förstudien har en litteraturkartläggning, intervjuer och en workshop genomförts.

Flerbostadssektorn och lokalfastighetssektorn har under ett antal år arbetat med klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv i pilotprojekt och miljöcertifieringar. För småhussektorn är erfarenheterna mer begränsade, även om visst arbete genomförts.

Förstudien visar att många småhustillverkare önskar mer kunskap inom både arbetssätt för att bedöma klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv och om både stora och små aspekter avseende klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv.

Genomförda kartläggningar visar att livscykelmodulerna A1-A5 (byggskedet, inkl. material) och B6 (driftenergi) ger störst påverkan, där A1-A5 står för mellan 30 och 50 % av klimatpåverkan.

Flertalet studier har tittat på vilka material som ger störst klimatpåverkan och vanligt är att isolering, gipsskivor, betong och trä bidrar stort till klimatpåverkan från hus med trästomme, tex småhus, även om detta varierar från byggnad till byggnad. I flera studier kommenteras det att garaget ger relativt stor klimatpåverkan, även om de inte har inkluderat detta i beräkningarna. Detta torde vara giltigt för småhus också. Flera av studierna har innehållit känslighetsanalyser, då osäkerheterna är stora. Några av dessa känslighetsanalyser varierar analysperiod (50 och 100 år), klimatpåverkan från el och olika betongkvaliteter.

I analysdelen av denna rapport, stycke 5.1, beskrivs identifierade behov. Utifrån dessa har förstudien identifierat fyra tydliga förslag på fortsatt arbete:

Kunskapsuppbyggnad och förankring.

Några företag har genomfört piloter inom LCA. Många företag är nu i uppstarten av ett bredare LCA-arbete, där någon eller några personer identifierat behov av arbete, men företagen bedömer själva att de har låg kunskap inom området och önskar stöd i att öka sin kunskap. Då fler delar av företaget behöver samverka för att skapa ett effektivt arbete med klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv behöver ofta fler personer involveras och ett förankringsarbete internt ligger framför den eller de personer som driver frågan inom respektive företag.

Fallstudier

Man lär sig genom att testa. Flera av de intervjuade personerna vid företagen såg ett behov av att få testa olika typer av analys av klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv för sina byggnader. Flera personer uttryckte att det var önskvärt med ett stöd i hur man kan arbeta och ett forum för att diskutera frågeställningar som uppkommer under arbetets gång. Några företag vill använda LCA för att jämföra olika produkter och byggnadslösningar för att lära sig ställa krav i upphandling. Något företag vill använda analysen till att identifiera sin största klimatpåverkan för att kunna genomföra åtgärder där de gör störst nytta. Gemensamt för samtliga intervjuade personerna är att de anser att företagen behöver förbereda sig på kravet om klimatdeklaration.

Effektiv datahantering för att genomföra klimatdeklarationer

Förstudien visar med stor tydlighet vikten av en effektiv och helst helt automatiserad analys av klimatpåverkan från samtliga projekt. Förstudien har identifierat ett antal arbeten där småhustillverkarnas dokumentation har använts som underlag för en livscykelanalys av klimatpåverkan. I samtliga fall har omfattande manuell bearbetning krävts för att skapa ett underlag som har kunnat användas i något av de på marknaden förekommande LCA-verktygen för byggnader. En utveckling av arbetsprocesser och verktyg behövs för att skapa effektiva processer.

Kunskap om processer kopplade till LCA-arbete i småhussektorn

Merparten av det arbete med klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv som har genomförts har gjorts av företag som tillverkar flerbostadshus eller lokaler. Processerna vid byggnation av småhus skiljer sig mycket åt jämfört med ett sådant projekt och kunskapen om dessa är därför låg, bland annat hos Boverket som utvecklar stöd, vägledning och föreskrifter för klimatdeklarationer. Kunskapen om dessa processer är också låg hos de mjukvaruutvecklare som tagit fram verktyg för att beräkna klimatpåverkan från en byggnad. Arbetet inom förstudien har identifierat ett behov hos företagen av att tydliggöra förutsättningarna för dessa processer, för att få vägledning, verktyg och stöd anpassade till de processer som finns hos småhusföretagen.

Gemensamt arbetssätt och guide för LCA-arbete

Flera av de intervjuade personerna inom företagen uttrycker att de önskar sig branschgemensamma riktlinjer för hur en analys av klimatpåverkan ska se ut för ett småhus. Flera av de intervjuade uttrycker ett önskemål om ett gemensamt verktyg eller möjlighet att jämföra beräknad klimatpåverkan mellan olika småhustillverkare. Här anser utredarna att man bör gå fram med försiktighet. Det finns fler verktyg på marknaden redan, det finns olika skäl att genomföra en LCA-analys och det krävs ett stort kvalitetssäkringsarbete för att säkerställa att beräkningar är jämförbara. Detta skulle kunna vara ett steg längre fram i utvecklingsarbetet. I nuvarande utvecklingskede ser författarna till denna förstudie däremot att det finns ett behov av att ta fram rekommendationer för ett gemensamt arbetssätt som ger vägledning när inte etablerade standards (tex PCR) eller Boverkets vägledning är tillräckligt detaljerade i sina riktlinjer. Författarna till denna förstudie ser också ett stort behov av att guida småhusföretagen till de redan framtagna stöden i arbetet.

Hur tas erfarenheterna från förstudien vidare?

Inom ramen för denna förstudie har ett förslag på projekt tagits fram och detta förslag har bearbetats och finansiering har sökts inom ramen för E2B2:s tredje utlysning med sista ansökningsdag den 10 september 2019. Projektbeskrivningen återfinns i bilaga 5.

1 Inledning

1.1 Om BeSmå

BeSmå är ett innovationskluster som har Energimyndigheten som initiativtagare och finansiär och TMF (Trä- och möbelföretagen) som huvudman.

Syftet med BeSmås arbete är att driva utvecklingsprojekt för att minska energianvändningen vid nybyggnation och renovering av småhus.

BeSmå ska ta fram metoder och verktyg för att undanröja hinder för att en bred marknadsintroduktion av energieffektiviserande åtgärder ska komma till stånd i småhussektorn.

Aktiviteter inom nätverket innefattar förstudier, teknikupphandlingar, kommunikationsaktiviteter och demonstrationsprojekt med målet att ta fram kravspecifikationer, beräkningsmetoder, verktyg, arbetsinstruktioner och incitamentsmodeller. En viktig del av arbetet består också av att sprida resultat och erfarenheter från pågående och genomförda projekt.

BeSmås mål

- minska beroendet av energi i form av värme och el i småhus och att därmed minska påverkan på miljön,
- ta fram metoder och verktyg för att undanröja hinder för en bred marknadsintroduktion av energieffektiviserande åtgärder i småhussektorn,
- skapa förutsättningar för en tidigare introduktion av energieffektiva system och produkter på marknaden med hjälp av en samlad beställarkompetens och nätverksaktiviteter,
- skapa förutsättningar för lönsam energieffektivisering med bibehållen eller förbättrad inomhusmiljö.

1.2 Syfte

Syftet med förstudien är tvådelat. Det ena syftet är att förbereda småhusbranschen på ett eventuellt kommande lagkrav på klimatdeklarationer enligt det förslag som Boverket tagit fram. Det andra syftet är att identifiera en lämplig metod för att kartlägga klimatpåverkan från småhus i ett livscykelperspektiv, samt ta fram rekommendationer för hur en sådan kan göras. Med denna typ av undersökningar kan nyckeltal för klimatpåverkan från småhusbyggnation utvecklas.

1.3 Bakgrund till förstudien

Boverkets har på regeringens uppdrag utrett metoder och regler för redovisning av byggnaders klimatpåverkan. I redovisningen som publicerades i början av 2019 föreslås ett införande av krav på klimatdeklaration av nyproducerade byggnader. (Boverket, 2018) Boverket föreslår att kravet ska gälla samtliga byggnadstyper. Det ska gälla från 1 januari 2022, två år senare för småhus. Steg A1-A5 föreslås ingå i en klimatdeklaration, se figur nedan.

Moduluppdelning EN 15978 och EN 15804														Övrig info		
A1-5 Byggprocessen					B 1-7 Driftskede							C 1-4 Slutskede				Modul D
A 1-3 Produktskede			A 4-5 Byggskede													
A1 - Råmaterial	A2 - Transport	A3 - Tillverkning	A4 - Transport	A5 - Byggproduktion	B1 - Användning	B2 - Underhåll	B3 - Reparation	B4 - Utbyte	B5 - Renovering	B6 - Energianvändning	B7 - Vattenanvändning	C1 - Rivning	C2 - Transport	C3 - Avfallshantering	C4 - Sluthantering	Potential för återanvändning och material- och energitåtervinning

Våren 2018 lanserades initiativet *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft för bygg och anläggningssektorn* (Färdplan för fossilfri konkurrenskraft byggbranschen, 2019). Där pekas vägen ut mot att nå målet om netto noll växthusgasutsläpp 2045. Det första steget i arbetet är att kartlägga klimatpåverkan och upprätta mål för klimatarbetet. För att göra detta saknas, enligt företagen själva, idag kunskap hos småhustillverkarna avseende klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv.

Under många år användes tumregeln att drygt 80 % av energianvändningen under livscykeln sker under brukarfasen (Adalberth, 1995). Detta har reviderats under senare år, bland annat på grund av att brukarfascens energianvändning har minskat kraftigt i nyproducerade byggnader. Analyser av all klimatpåverkan, t.ex. även den från tillverkningen av material ger en annan bild. Enligt dessa senare studier (Boverket, 2015) står framställningen av byggnadsmaterial och byggskedet för 40–50 % av byggnadens totala klimatpåverkan under en byggnads livscykel. De livscykelanalyser av byggnader, som publicerats offentligt. (tex Strandparken (Larsson, 2016) och Blå Jungfrun (Malmkvist, 2018)) har fokuserat på flerbostadshus och lokaler.

Under hösten 2018 genomförde BeBo/BeLok (BeBo, 2019) och LÅGAN (LÅGAN, 2019) två parallella utredningar som dels har kartlagt metoder för att beräkna klimatpåverkan och dels vilken kunskap som finns inom flerbostads- och lokalfastighetsbranschen. Dessa utredningar visade att beredskapen för att arbeta med klimatpåverkan i byggskedet hos flerbostadsföretagen varierar kraftigt.

I samarbete med ett av företagen i BeSmås styrgrupp, Trivselhus, har ett examensarbete vid Uppsala Universitet undersökt klimatpåverkan från ett småhus ur ett livscykelperspektiv. Studien visar att klimatpåverkan är jämnt fördelad mellan byggprocessen och driftsfasen. Under våren 2019 genomfördes ett examensarbete på KTH i samarbete med TMF (Trä- och Möbelföretagen) där klimatpåverkan från ett småhusområde och ett flerbostadshusområde jämfördes. Studierna ger en första fingervisning om klimatpåverkan från ett småhus i ett livscykelperspektiv, men att ytterligare arbete behöver göras för att identifiera var i livscykeln den stora klimatpåverkan sker, samt vilka val som ger stor påverkan på klimatet.

2 Kartläggning av tidigare arbete

Påverkan på klimatet är en av vår tids ödesfrågor och byggnader och byggandet står för en stor del av Sveriges totala klimatpåverkan. Stort fokus har legat på energianvändningen i byggnader och att effektivisera den. I och med att nya byggnader har blivit mer och mer energieffektiva under brukarskedet har andra delar av livscykeln ökat sin relativa andel av klimatpåverkan. Att studera klimatpåverkan under hela av livscykeln är ett relativt lite utforskat område, speciellt för småhus, men också ett område under snabb utveckling.

Bedömningar av miljöpåverkan kan göras på många olika sätt. Ett sätt att göra helhetsbedömningar av miljöpåverkan är att göra livscykelanalyser (LCA). Dessa erbjuder ett standardiserat och kvalitetssäkrat sätt att arbeta med olika typer av miljöpåverkan, bland annat klimatpåverkan. I princip samtliga ansatser att arbeta med klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv baseras därför på LCA metodiken.

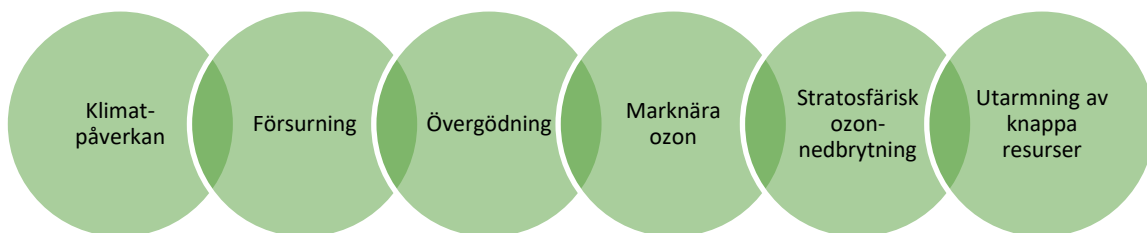
2.1 Boverkets vägledning för LCA

Boverket har på sin webbsida en gedigen vägledning till livscykelanalyser för byggnader och författarna till denna förstudie rekommenderar alla som ska arbeta med LCA att läsa denna vägledning. Innehållet i detta stycket är hämtat från denna vägledning (Boverket, 2019).

Det som presenteras nedan är en kort sammanfattning av några av de viktigaste aspekterna kring livscykelanalyser och klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv. För att ha fullt utbyte av denna förstudie rekommenderas alltså läsning av Boverkets vägledning.

2.1.1 Introduktion till livscykelanalys

Livscykelanalys (LCA) är en metod för att beräkna miljöpåverkan under en produkts hela livscykel – från att naturresurser utvinns till dess att produkten inte används längre och måste tas om hand på något sätt. Syftet är alltså att få en helhetsbedömning av miljöpåverkan. Med en LCA kan man ta reda på i vilket skede av en byggnads livscykel en viss miljöpåverkan är som störst. Resultatet kan man sedan använda för att projektera och bygga med mindre miljöpåverkan.



Figur 1. Exempel på kategorier av miljöpåverkan som ingår i en livscykelanalys.

I resultatet från en LCA ingår olika kategorier av miljöpåverkan, till exempel klimatpåverkan, försurning, övergödning, marknära ozon, stratosfärisk ozonnedbrytning och utarmning av knappa resurser. Ofta väljer man att fokusera på en specifik kategori, till exempel klimatpåverkan.

En byggnads livscykel delas in i tre huvudsakliga skeden:

- A. byggskedet
 - A1-3 produktskede
 - A4-5 byggproduktionsskede
- B. användningsskedet
- C. slutskedet

Dessa skeden delas i sin tur in i så kallade informationsmoduler som beskriver processerna under livscykeln. Det gör att LCA-resultatet kan redovisas på ett likformigt sätt, vilket underlättar tolkningen av resultatet.

Tabell 1. Moduler i en livscykelanalys för byggnader.

A1–5 Byggskede		
A1–3 Produktskede	A1	Råvaruförsörjning
	A2	Transport
	A3	Tillverkning
A4–5 Byggproduktionsskede	A4	Transport
	A5	Bygg- och installationsprocess
B1–7 Användningsskede	B1	Användning
	B2	Underhåll
	B3	Reparation
	B4	Utbyte
	B5	Ombyggnad
	B6	Driftsenergi
	B7	Driftens vattenanvändning
C1–4 Slutskede	C1	Demontering, rivning
	C2	Transport
	C3	Restproduktsbehandling
	C4	Bortskaffning
D Fördelar och belastningar utanför systemgränsen		

2.1.2 Mervärden av en livscykelanalys

LCA eller andra bedömningar av miljöpåverkan orsakad av en byggnad/byggnadsdel ur ett livscykelperspektiv kan användas av en rad anledningar:

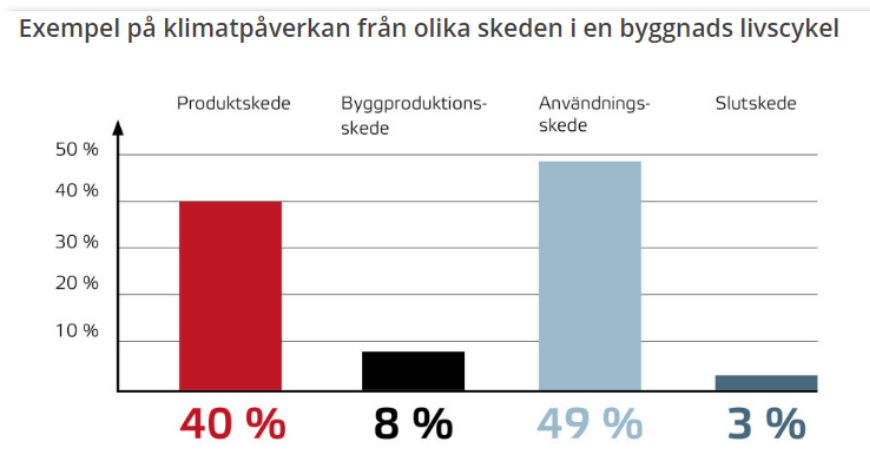
- Fördjupad kunskap om miljöpåverkan från byggnaden
- Beslutsunderlag för tex miljömål och ändringar i processen
- Underlag för upphandlingskrav
- Jämförelse mellan olika lösningar
- Möta krav från intressenter som investerare, boende, byggherrar m.fl.
- Uppfylla krav vid miljöcertifiering
- Erhålla bättre finansieringsvillkor
- Minska kostnaderna
- Vara förberedd på kommande miljökrav

2.1.3 Vad visar en livscykelanalys

En livscykelanalys visar vilken miljöpåverkan en byggnad har utifrån ett antal miljöpåverkanskategorier. Faktorer såsom omfattning, syfte, metod och avgränsningar avgör sedan hur man kan tolka resultatet. Att en LCA är gjord betyder inte att byggnaden har låg miljöpåverkan, utan endast att miljöpåverkan är kartlagd.

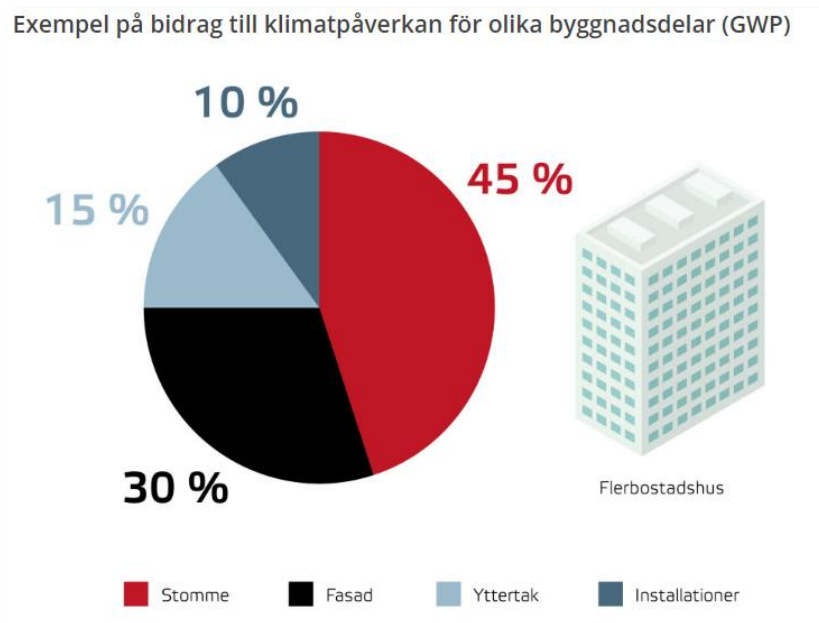
Klimatpåverkan, som är denna förstudies fokus, redovisas som *global warming potential* (GWP). En LCA som begränsas till att beräkna enbart klimatpåverkan kallas ibland även klimatavtryck eller klimatdeklaration.

En LCA kan tex redovisa klimatpåverkan från olika skeden i en byggnads livscykel, se Figur 2.



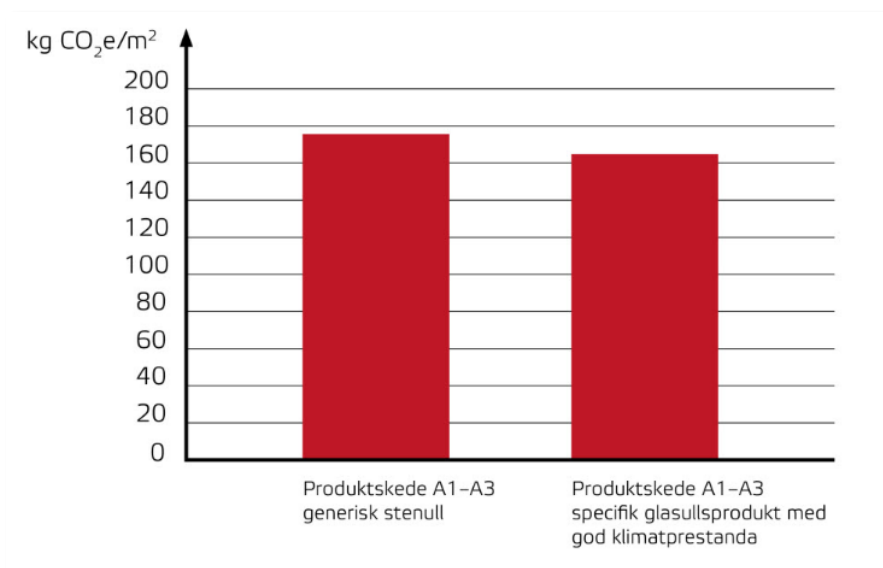
Figur 2. Exempel på redovisning av klimatpåverkan från en byggnads olika skeden. Källa: Boverkets vägledning (Boverket, 2019).

En LCA kan också redovisa klimatpåverkan från olika delar av byggnaden, se Figur 3



Figur 3. Exempel på bidrag till klimatpåverkan för olika byggnadsdelar. Källa Boverkets vägledning (Boverket, 2019).

En LCA kan också användas för en jämförelse av olika produkters klimatpåverkan, se figur 4.



Figur 4. Exempel på jämförelse mellan två produkters påverkan på klimatpåverkan i skede A1-A3.

2.1.4 Att genomföra en LCA

En LCA görs vanligtvis i fyra steg. Om syftet är att analysera en specifik del i livscykeln blir inventeringssteget mindre omfattande än om en hel analys görs. Om miljöpåverkan mäts i endast en eller några få miljöpåverkanskategorier blir tredje och fjärde steget nedan mindre omfattande.

1. Definiera mål och omfattning

I detta steg bestäms vad LCA-beräkningen ska användas till: Vilka frågor ska den ge svar på? Hur omfattande ska den vara? Vad ska resultaten användas till? Vilka krav ställs på datakvalitet? Vilken funktionell enhet ska väljas?

2. Inventera

En inventering görs av de resurser (energi, material och transporter mm) som används under livscykeln (en så kallad resurssammanställning) och vilka utsläpp de genererar till mark, luft och vatten.

3. Bedöm miljöpåverkan

I detta steg relateras utsläpp och användning av resurser till olika miljöproblem. Exempelvis kan utsläpp av koldioxid vid tillverkning av betong relateras till klimatpåverkan. Denna fas delas in i tre steg: klassificering, karakterisering och värdering av miljöpåverkan.

4. Tolka resultat

Här sätts resultatsiffrorna i ett perspektiv och presenteras så att de frågor LCA:n avsåg att undersöka får sina svar.

I steg 1 görs ett antal val som har stor påverkan på hur resultatet kan användas och hur omfattande arbetet blir. Några av de viktigaste valen handlar om funktionell enhet och systemgränser.

En LCA utgår alltid från en funktionell enhet (FU) till vilken all miljöbelastning kvantifieras och relateras. Exempel på funktionella enheter är en bil, en cykel, ett hus eller en matportion. Även tjänster som semesterresor eller lokalstädning kan vara en funktionell enhet.

Systemgränser avser bl.a. tidsmässiga avgränsningar (ofta 50–60 år för byggnader), geografiska avgränsningar och avgränsningar i livscykeln. Avgränsningar i livscykeln kan göras av olika skäl, tex på grund av osäkerhet om framtida processer (tex avseende underhåll och rivning), för att minska arbetsbördan eller för att processerna är identiska för de två alternativ som ska jämföras. Processer med liten miljöpåverkan, som samtidigt kräver en stor insats för att inkluderas kan uteslutas. Alternativt

kan lägre kvalitet på indata accepteras (tex generiska data eller schabloner). För att identifiera denna typ av processer är tidigare gjorda LCA:er och utredningar ett viktigt underlag.

Resultatet av steg 2, inventeringen, är kvantiteter av olika naturresurser som förbrukas och av ämnen som släpps ut till luft, mark och vatten. Det handlar om mängd bruten järnmalm, mängd uttagen råolja, mängd utsläppt koldioxid och en mycket lång rad andra kvantifierade utbyten med naturmiljön. Ibland är det viktigt att använda inventeringsdata från den specifika livscykel som studeras. Ofta kan dock arbetsinsatsen reduceras genom att använda data från databaser med generella data från materialtillverkning och andra processer.

I steg 3 görs sammanställningen av resursanvändning och emissioner begriplig ur miljösynpunkt. Exempel på miljöpåverkanskategorier är klimatpåverkan, försurning och resursutarmning. Genom att översätta emissioner till miljöpåverkan blir informationen begriplig och mindre omfattande. En kvalitativ sortering av inventeringsresultatet i olika miljöpåverkanskategorier kallas klassificering. En kvantitativ beräkning av de olika miljöeffekterna kallas kategorisering.

I steg 4 analyseras resultaten utifrån de frågor LCA:n avsåg att undersöka. Dessutom kan detta moment också innehålla en förbättringsanalys för hur produktens eller tjänstens miljöpåverkan kan minskas genom olika konkreta åtgärder.

2.1.5 EPD ger kvalitetssäkring och jämförbarhet

En miljövarudeklaration, *Environmental Product Declaration* (EPD), är ett standardiserat sätt att redovisa miljöpåverkan från en produkt eller en tjänst ur ett livscykelperspektiv. Proceduren följer de standarder som finns för LCA och i en så kallad PCR (Product Category Rules) för produktkategorin i fråga. I denna fastställs en rad villkor för analysen, tex funktionell enhet, systemgränser, livslängd och andra avgränsningar. När redovisningen är sammanställd skall den granskas och certifieras den av en tredje part.

EPD:er används när en hög grad av kvalitetssäkring krävs eller när jämförbarhet mellan olika produkter eller processlösningar är viktig. Många tillverkare av byggvaror har tagit fram EPD:er för sina produkter och det är vanligt att dessa publiceras i en EPD-databas.

Det finns tre stora databaser; EPD International¹, EPD Norge² och IBU EPD³. Mängden produktspecifika EPD:er för byggprodukter växer snabbt, bland annat på grund av den efterfrågan som miljöcertifieringssystem och kommande lagstiftning skapar. Vid en sökning i ovan nämnda databaser hittas två EPD:er för hela byggnader, Villa Vera och Folkhem concept building, vilket är färre än EPD för andra produkter.

Många gånger ger en EPD en lägre miljöpåverkan än de generiska uppgifterna, vilket kan vara en drivkraft för att använda en produktspecifik EPD. Det är också ett skäl för tillverkare att ta fram EPD för sina produkter.

Det är möjligt att ta fram en EPD som omfattar en grupp av liknande produkter eller en produkt som tillverkas i olika produktionsanläggningar. Ett exempel är prefabricerade betongprodukter där cementhalt och armeringsmängd, och därmed miljöbelastningen, varierar beroende på kundens specifikationer. I detta fall skall miljöbelastningen för en representativ variant av produkten anges och dessutom hur mycket belastningen kan variera i procent utifrån referensvärdet.

På samma sätt kan en EPD omfatta produkter tillverkade i olika anläggningar med olika miljöbelastning. Även här ska variation i miljöbelastning utifrån en vald referensnivå deklarerars i miljövarudeklarationen.

¹ <https://www.environdec.com/>

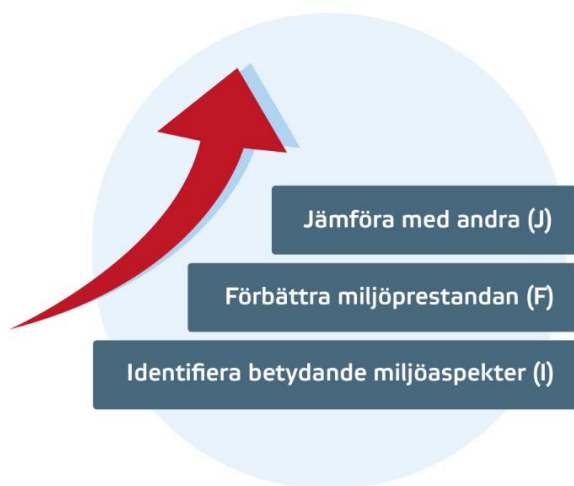
² https://www.epd-norge.no/?lang=no_NO

³ <https://ibu-epd.com/>

Fabriksbetong levereras i många olika kvaliteter och från många produktionssiter och att ta fram en EPD för varje levererad produkt (specifik för site och kvalitet), skulle innebära ett mycket omfattande arbete. Certifieringen Miljöbyggnad har löst detta genom att enbart kräva en miljödeklaration för respektive betongkvalitet, baserad på en EPD för en av dessa kvaliteter (SGBC, 2019). Detta krav innebär troligtvis att samtliga större betongleverantörer kan leverera en sådan miljödeklaration för sina största betongkvaliteter, någon gång under hösten 2019.

2.1.6 LCA i byggprocessen

LCA kan göras av en rad olika skäl vilket påverkar var i byggprocessen en LCA görs. Syftet kan beskrivas som en trappa, se Figur 5, där kraven på god datakvalitet ökar ju högre upp i trappan man kommer.



Figur 5. Kvalitetskraven ökar ju högre upp man går på den så kallade LCA-trappan. Källa Boverkets vägledning.

2.2 Förslag till klimatdeklaration för byggnader

Boverket har fått i uppdrag av regeringen att föreslå metod och regler för att redovisa byggnaders klimatpåverkan, med beaktande av ett livscykelperspektiv. Under 2018 lades ett förslag fram avseende krav på klimatdeklaration för nyproducerade byggnader (Boverket, 2018). Syftet är i ett första steg att öka medvetenheten och kunskapen om byggnaders klimatpåverkan. Kraven föreslås i detta skede inte innehålla krav på maximal klimatpåverkan för en byggnad.

Boverket föreslår att flerbostadshus och lokalbyggnader inledningsvis omfattas av kravet. Dessa föreslås börja gälla 1 januari 2022. Boverket föreslår att kravet börjar gälla för småhus två år senare.

Klimatdeklarationen föreslås omfatta modulerna A1-A5 (råvaruförsörjning, transport i produktskedet och tillverkning av produkter, transport i byggskedet och bygg- och installationsprocessen i byggproduktionsskedet) Standarden EN 15978 beskriver hur en livscykelanalys för en byggnad ska gå till. Klimatpåverkan beräknas som GWP_{GHG} i enheten kg koldioxidekvivalenter per m^2 .

Byggnadsdelar som ingår i den föreslagna klimatdeklarationen är klimatskärm och stomme, samt garage och källare. Dessa delar bedöms innefatta 80–90 % av klimatpåverkan för modul A1-A3.

I remissvaren på Boverkets delredovisning av uppdragen har flera aktörer efterfrågat en långsiktig och tydlig tidplan för arbetet. I sin slutrapport föreslår Boverket som följd av detta att få i uppdrag att utreda

hur nästa steg i arbetet med att minska klimatpåverkan från byggnader i ett livscykelperspektiv kan se ut. Detta specificeras som t.ex. att utreda hur fler moduler kan inkluderas och hur ev. kravnivåer för utsläpp av växthusgaser skulle kunna utformas. I den politiska januariöverenskommelsen framgår att minimikrav ska ställas vid byggande utifrån ett livscykelperspektiv (Regeringen, 2019).

Den föreslagna klimatdeklarationen föreslås redovisas när byggnaden färdigställts tillsammans med energideklarationen. Det föreligger då risk att den inte kommer att bli ett redskap i projekteringen för att minska klimatpåverkan utan enbart bli en redovisning i efterhand av byggnadens klimatpåverkan (Jansson, Mars 2019).

Regeringen gav i juni 2019 Boverket i uppdrag att under hösten 2019 inleda ett förberedande arbete för att underlätta ett införande av en klimatdeklaration (Regeringen, 2019). Uppdraget ska redovisas i samband med myndighetens årsredovisning för 2019.

Enligt uppdraget ska Boverket:

- utveckla en öppen databas med relevanta klimatdata som ska kunna användas för beräkning av klimatpåverkan från byggnader,
- utveckla ett klimatdeklarationsregister som kan användas när kravet på klimatdeklaration träder ikraft,
- utveckla informations- och vägledningsunderlag, samt ta fram en plan för den fortsatta utvecklingen av klimatdeklarationen för att inkludera hela livscykeln och omfatta gränsvärden för klimatpåverkan.

2.3 Metoder och verktyg

Det finns ett stort antal metoder för att bedöma klimatpåverkan för byggvaror och byggnader. Under hösten 2018 gjordes en genomgång av dessa metoder, bland annat boverkets förslag till klimatdeklarationer, EPD:er och de olika miljöcertifieringssystemens krav på redovisning av klimatpåverkan (Jansson, Mars 2019). Även EU:s initiativ för hållbarhetsindikatorer för byggnader, Level(s), har inkluderats. Utredningens slutsats visar att det finns många synsätt på hur klimatpåverkan kan beräknas och att eftersom många av metoderna är under utveckling kan utredningen inte ensidigt rekommendera någon specifik metod. Mest skiljer sig metoderna åt avseende redovisning av klimatpåverkan från driftskedet. Denna del inkluderas inte i Boverkets förslag på klimatdeklaration.

2.3.1 Bokföringsperspektiv och konsekvensperspektiv

Några av de val som kommer att få stor påverkan på vilket resultat klimatbedömningen får är vilka skeden i livscykeln som inkluderas och hur klimatpåverkan från framförallt energi beräknas.

För bedömning av klimatpåverkan kan antingen bokföringsperspektiv eller konsekvensperspektiv tillämpas. Vid användande av bokföringsperspektiv redovisas de utsläpp som geografiskt och tidsmässigt kan kopplas till en produkt. I ett konsekvensperspektiv redovisas de utsläpp som den förändrade klimatpåverkan från ett givet sammansatt produktsystem medför. Ett exempel som ofta lyfts fram är att vid ett bokföringsperspektiv redovisas faktiska utsläpp från inköpt el och vid konsekvensperspektiv redovisas utsläpp från den el som finns på marginalen i systemet, tex kolkondens.

I LCA för redovisning av en byggnads klimatpåverkan används oftast bokföringsperspektiv, vilket även är grunden för Boverkets förslag på klimatdeklaration.

2.3.2 Verktyg för genomförande av livscykelanalyser

Verktyg för LCA-analyser innehåller databaser med uppgifter om miljöpåverkan. Det kan vara tex programvaror eller excelmodeller (Jansson, Mars 2019). I tabell 2 nedan redovisas några av vanligt förekommande verktyg för att göra LCA:er eller bedömningar av klimatpåverkan från byggnader (underlag från (Jansson, Mars 2019), samt från respektive verktygs hemsida).

Tabell 2. Exempel på tillgängliga verktyg för livscykelanalyser för byggnader.

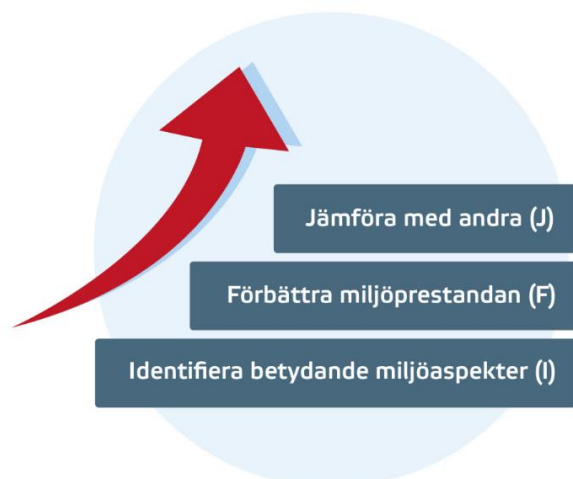
Verktyg	Skede	Miljöpåverkan	Indata	Kommentar
BM Byggsektorns miljöbedömningsverktyg	A1-A5	Klimat	Kalkyl (MAP/VICO)	Anpassat för byggsektorn. Hämtas kostnadsfritt på ivl.se. Innehåller generiska data. Möjligt att lägga in EPD:er. Kommer att genomgå ett utvecklingsarbete för ökad digitalisering för import av data. BIM-data via VICO (möjligt att bygga upp standardelement) (Ejlertsson, 2019)
Open LCA	Alla moduler	Alla typer av miljöpåverkan	Tex. från andra LCA-verktyg	Generellt LCA-verktyg. Möjligt att göra avancerade modeller. Kostnadsfritt. Kan importera data från andra LCA-verktyg och databaser.
SimaPro	Alla moduler	Alla typer av miljöpåverkan	Kalkyl, projekteringsunderlag	Generellt LCA-verktyg. Möjligt att göra avancerade modeller.
GaBi	Alla moduler	Alla typer av miljöpåverkan	Kalkyl, projekteringsunderlag	Generellt LCA-verktyg. Möjligt att göra avancerade modeller
OneClickLCA	Alla moduler	Alla typer av miljöpåverkan	BIM-modell, t.ex. Revit	Anpassat för byggsektorn. Möjligt att få ut resultat anpassat för BREEAM, LEED och Miljöbyggnad. Kommer att anpassas för klimatdeklarationer om detta genomförs. Ritningar av övergripande karaktär kommer att kunna användas förutsatt att byggnadsdelens ingående delar definierats, tex ett recept på en kvadratmeter vägg (Koukoulououlos, 2019).
Anavitor	Alla moduler	Alla typer av miljöpåverkan	Kalkyl BIM-modell	För att räkna ut LCC (Life cycle cost) och LCA på ett byggnadsverk.
Miljöbyggnad verktyg för indikator 15	A1-A3 (A4)	Klimat	Manuell inmatning.	Excelmodell med generisk data. Möjligt att lägga in EPD:er. Verktyget kommer att tas bort.

2.3.3 LCA-baserade miljökrav i byggandet

En verktygslåda har tagits fram för LCA-baserade miljökrav i byggandet (Malmqvist, 2017). Ett resultat av arbetet är att en rekommendation för bästa praxis tagits fram för LCA i upphandling:

- Robust LCA
- Marknadsdriven LCA
- LCA för alla
- LCA-trappa
- Publik LCA-kvalitetsrapport
- Uppföljning av ställda LCA-krav

Några exempel på dessa principer är att vid metodosäkerheter bör ytterlighets-alternativen analyseras och redovisas. En intressant princip är att koppla syftet till kvalitet på underlaget, enligt LCA-trappan, se figur 6 nedan. För att lära sig om sin egen process och vilka steg som är stora eller små kan lägre kvalitet på indata accepteras, tex generisk indata, jämfört med när en jämförelse mellan olika produkter ska göras. Detta blir speciellt viktigt om jämförelsen används som grund för en upphandling.



Figur 6.LCA-trappan

Stockholms Stad har använt livscykelbaserade upphandlingskrav i bl.a. Hammarby Sjöstad och Norra Djurgårdsstaden.

2.4 Rekommendationer enligt PCR för byggnader

Produktspecifika regler (PCR) är dokument som innehåller regler, krav och riktlinjer för att utveckla en EPD för en specifik produktkategori. De är en viktig del av ISO 14025 eftersom de möjliggör insyn och jämförbarhet mellan EPD:er.

Det finns en [PCR för byggnader \(PCR 2014:02\)](#) (EPD International, 2018). För småhus finns en underklass till klassen "buildings", Subclass 53111 – One- and two-dwelling residential buildings. Inga regler finns kopplade till denna produktkategori. Regler tas fram efter branschinitiativ om behov identifieras.

För att skapa en EPD för en byggnad ska reglerna i denna PCR följas. Då det kan finnas många andra skäl till att göra en livscykelanalys kan dessa rekommendationer frångås, men det kan vara viktigt att känna till dem. Några exempel på riktlinjerna presenteras i Tabell 3.

Tabell 3. Exempel på riktlinjer i PCR för byggnader (EPD International, 2018).

Avvägning	Riktlinjer i PCR i sammanfattning ⁴	Kommentar
Funktionell enhet	1 m ² "gross internal area" ⁵ under 50 år.	Till stor del överensstämmande med BOA, men inte helt. I en genomgång av svenska projekt används dock Atemp mer frekvent än BOA.
Bokförings-LCA eller konsekvens-LCA?	Bokförings-LCA	
Analysperiod	50 år	Kan det vara intressant att även prova ett längre tidsperspektiv, tex 100 år, då många byggnader står längre än 50 år?
Moduler	Vagga till grav, dvs samtliga moduler, A-C.	Information om modul D, tex återbruk och återvinning är frivilliga.
Cut-off	1 % cut-off regel, 99 % av miljöpåverkan ska redovisas. Flöden som står för mindre andel av den totala miljöpåverkan kan uteslutas.	
Miljöpåverkan från el	Miljöpåverkan från el ska bedömas enligt följande prioritering: 1. Specifik elmix 2. Elleverantörens residualmix 3. Nationell/marknadens elmix, helst residualmix.	Som alternativ 3 används ofta svensk elmix.

2.5 Erfarenheter från flerbostadshus/lokalbyggnader

Arbete med att kartlägga klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv har tidigare i första hand fokuserat på flerbostadshus, där flera kartläggningar har publicerats. Under 2018 gjordes en kartläggning inom BeBo och BeLok (BeBo, 2019) för att undersöka branschens pågående arbete och beredskap inom frågan.

2.5.1 Kartläggning om klimatkrav i byggprocessen (BeBo och BeLok)

Under 2018 genomfördes en förstudie inom nätverken BeBo och BeLok, nätverk för energieffektiva flerbostadshus och lokaler (Karlsson. E., 2019).

Några av slutsatserna presenteras nedan.

Ämnesområdet som förstudien berör är komplext och relativt nytt för många. Endast en tredjedel av de intervjuade fastighetsägarna har rutinemässigt börjat ställa krav på att livscykelanalyser ska utföras i byggprojekt. De som redan idag ställer krav på livscykelanalyser har tydliga avgränsningar på vad som ska analyseras, där det vanligast förekommande är material i grund- och stomkonstruktion, och/eller klimatpåverkan kopplat till energislag vid val av uppvärmningssystem.

⁴ För fullständig text se (EPD International, 2018).

⁵ Definition av [GIA](#) och [BOA](#).

Det finns en oro bland fastighetsägarna att införande av klimatkrav i byggprojekt kan innebära en högre byggproduktionskostnad. Även om de flesta fastighetsägarna är positivt inställda till att arbeta med frågan, är det en majoritet som anser att det är svårt att se vilka nyttor klimatkraven kan medföra för det enskilda byggprojektet. Det finns ett stort behov av demonstrationsprojekt, för att visa upp både arbetsmetoder, nyttor och kostnader.

För att nå längre med att minska klimatpåverkan från byggprojekt anser fastighetsägarna generellt att det behövs styrmedel både i form av "morötter" och "piskor" då det i nuläget saknas tydliga incitament. Majoriteten av deltagarna i workshopen ansåg att lagstiftning är rätt väg att gå för att minska klimatpåverkan. Dock efterfrågas gränsvärden för utsläppsnivåer kopplat till Boverkets förslag om klimatdeklaration av byggnader för att deklARATIONEN ska ge någon faktisk klimateffekt.

Identifierade behov av fortsatt arbete finns bl.a. inom följande;

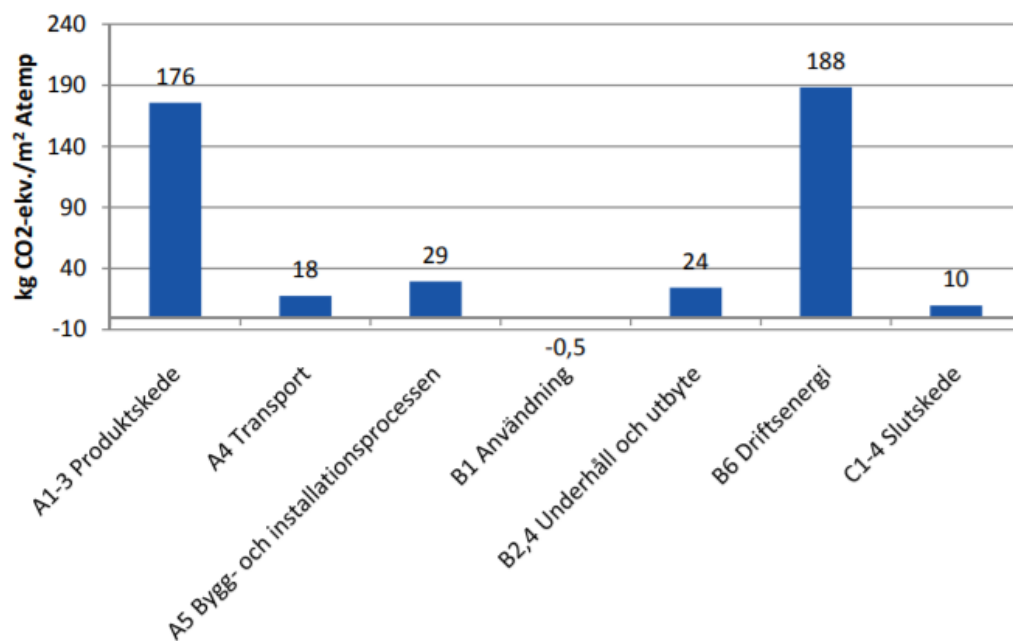
- att utvärdera och sammanställa referensprojekt,
- utveckla riktlinjer för genomförande av LCA-studier så att resultat från olika byggnader kan jämföras,
- utreda hur frågan kan hanteras i renoveringsprojekt,
- kartlägga klimatnyttan per investerad krona för olika typer av produktval eller åtgärder,
- ta fram riktlinjer för att sätta klimatkrav,
- ta fram standardtexter för hantering av klimatfrågan i upphandlingar, avtal och beskrivningar,
- utreda hur system för återvinning, återanvändning och cirkulära flöden kan utvecklas och
- utreda hur materialsvinn kan minska.

Under 2019 är *Klimatpåverkan* ett gemensamt fördjupningsområde inom BeBo och BeLok.

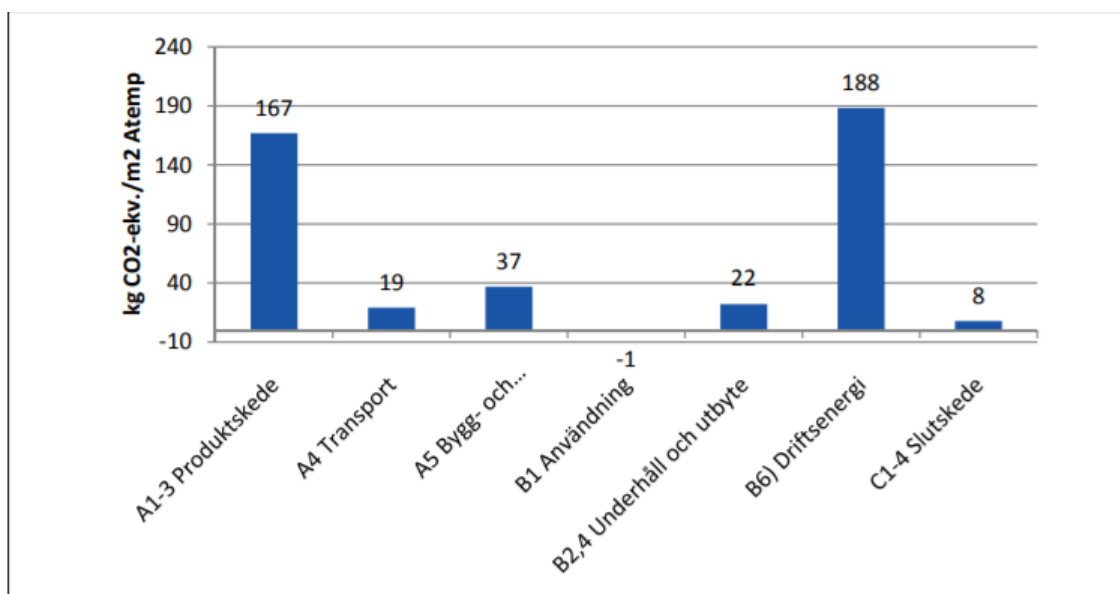
2.5.2 Jämförelse av fem stomalternativ Blå Jungfrun

I en fördjupad studie av ett av flerbostadshusen i Blå Jungfrun undersöktes klimatpåverkan från fem olika byggsystem (Malmkvist, 2018). Det är tre betongstommar och två träsystem, dels volymelement i trä och dels massiv stomme i KL-trä.

Nedan presenteras resultaten för de två träalternativen, se Figur 7 och Figur 8. De skeden som helt dominerar klimatpåverkan i båda fallen är produktskedet och driftenergi.

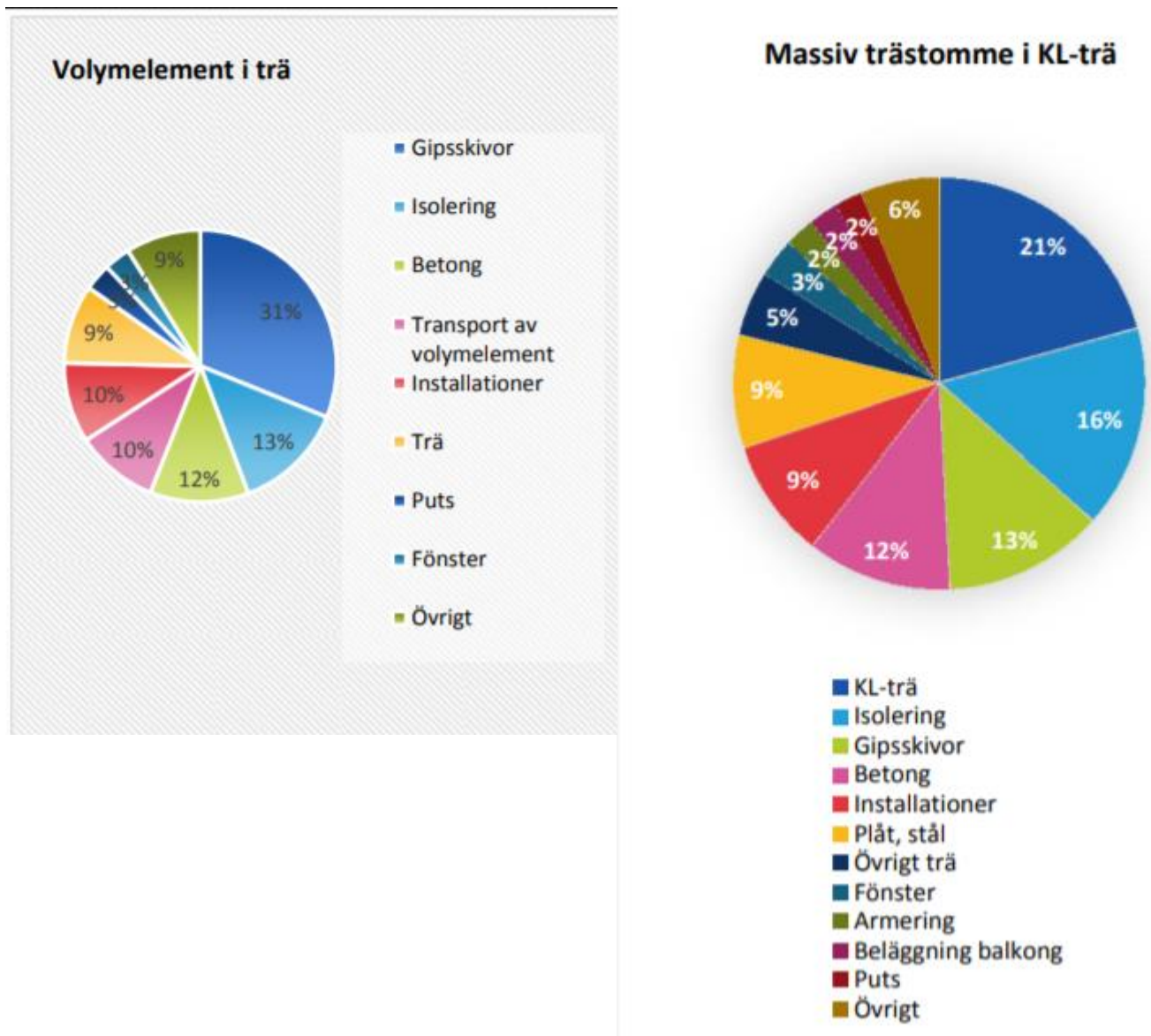


Figur 7. Klimatpåverkan från flerbostadshus i Blå Jungfrun, volymelement i trä



Figur 8. Klimatpåverkan från flerbostadshus i Blå Jungfrun, massiv stomme i KL-trä

I Figur 9 presenteras fördelningen av klimatpåverkan från material och byggnadsdelar för de två stomlösningarna. I huset med volymelement i trä dominerar gipsskivor, isolering och betong. I KL-träfallet dominerar klimatpåverkan från KL-trä, isolering och gipsskivor.



Figur 9. Fördelning av de viktigaste bidragande materialerna och byggnadsdelarna till byggskedet för två stomval i flerbostadshus i Blå Jungfrun.

Olika betongalternativ jämfördes i studien. Fokus var att dels minska mängden betong och dels minska klimatpåverkan från varje ton betong genom att välja klimatförbättrad betong. Möjligheten att välja klimatförbättrad betong pekas i studien ut som den viktigaste åtgärden för att minska klimatpåverkan. Åtgärden kan minska klimatpåverkan från produktskedet med upp till en fjärdedel vid användning av betongstomme. Frågetecken kring eventuella förlängda uttorkningstider och eventuell inblandning av farliga ämnen behöver behandlas vid användande av klimatförbättrad betong.

Ett utbyte av isoleringen till "klimatbästa" produktval på marknaden ger också en stor minskning av klimatpåverkan. I fallet med volymelement kan klimatpåverkan minskas med ca 6 %.

Inom ramen för denna studie har även en analys av åtgärder som kan minska klimatpåverkan från modul A4, transport till byggarbetsplatsen gjorts. En åtgärd som ger mycket stor reduktion av klimatpåverkan är utbyte av bränsle till HVO-bränsle, men även ett kort avstånd från fabrik ger stora klimatvinster. En liknande analys gjordes för bygg- och installationsprocessen, där åtgärderna utbyte

av bränsle till HVO-bränsle och energieffektiva bodar undersöktes. Bränsleutbytet gav en minskad klimatpåverkan med en fjärdedel. Energieffektiva bodar gav ytterligare 10 procentenheters minskning av klimatpåverkan jämfört med grundfallet.

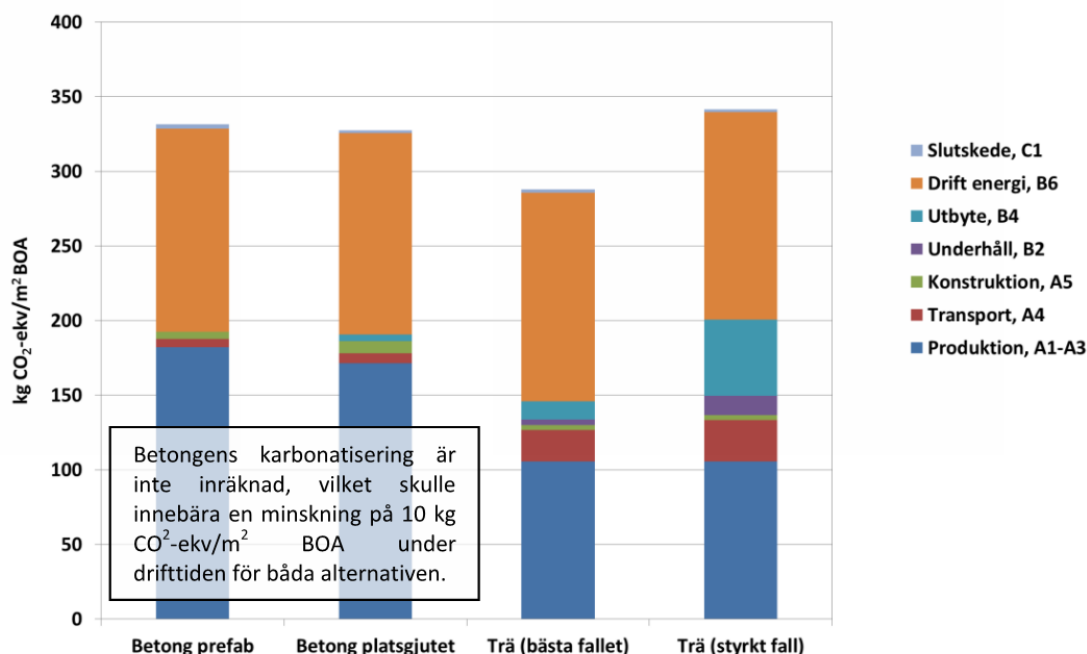
2.5.3 Strandparken, flerbostadshus massivträ

Under 2016 genomfördes en livscykelanalys av klimatpåverkan från ett flerbostadshus i massiv trästomme (Larsson, 2016). Samtliga moduler ingår i studien, vilket är ovanligt i de studier som denna förstudie har tagit del av. Byggprocessen (A1-5) står för 38 % av klimatpåverkan. Det material som står för störst klimatpåverkan är betong i grund, källare och garage. Enbart fabriksbetongen står för 22 % av klimatpåverkan. Stenullsisolerings står för ca åtta procent av materialens klimatpåverkan. Garagets klimatpåverkan är betydande.

2.5.4 Brf Viva, stomalternativ

En studie av olika stomalternativ för Brf Viva har genomförts, där betong respektive trästomme har analyserats. Studien har inkluderat modulerna A1-5, B2, B4, B6 och C i ett hundraårsperspektiv. Som funktionell enhet har 1 kvadratmeter BOA under 100 år använts. Detta skiljer sig åt jämfört med flertalet studier som använder 50 år som analysperiod. Vid en längre analysperiod kommer påverkan från användningsskedet att öka (B1-B7).

Värt att notera är att enbart material som ingår i stomme och fasad har inkluderats, varför denna studie inte bör jämföras med fullständiga analyser. En jämförelse har gjorts mellan prefab och platsgjutet för betong samt bästa fallet och styrkta uppgifter (från faktiska byggnader) för trä. Resultatet visar att klimatpåverkan främst finns inom modulerna Produktion A1-A3, samt Driftenergi B6. För trä finns även en betydande andel av klimatpåverkan inom modul A4, transport samt utbyte, B4. Se Figur 10.



Figur 10. Klimatpåverkan för olika stomalternativ, Brf Viva. Funktionell enhet 1 m² BOA under 100 år.

Projektet valde att upphandla en betongstomme.

Slutsatser från studien är bland annat att

- Osäkerheterna är mycket stora vid jämförelser mellan olika konstruktioner och alternativa lösningar, bl.a. med avseende på funktionskrav.

- Antaganden påverkar resultatet mycket och osäkerheter gör att det främst är lämpligt att jämföra betongkonstruktioner sinsemellan, samt träkonstruktioner sinsemellan.
- Det finns förbättringsmöjligheter för betong genom att ställa materialkrav.
- Det finns förbättringsmöjligheter för massivträstommen genom att utveckla och säkerställa väl dokumenterade långtidsegenskaper för alla funktionskrav.

2.5.5 *A Working Lab*

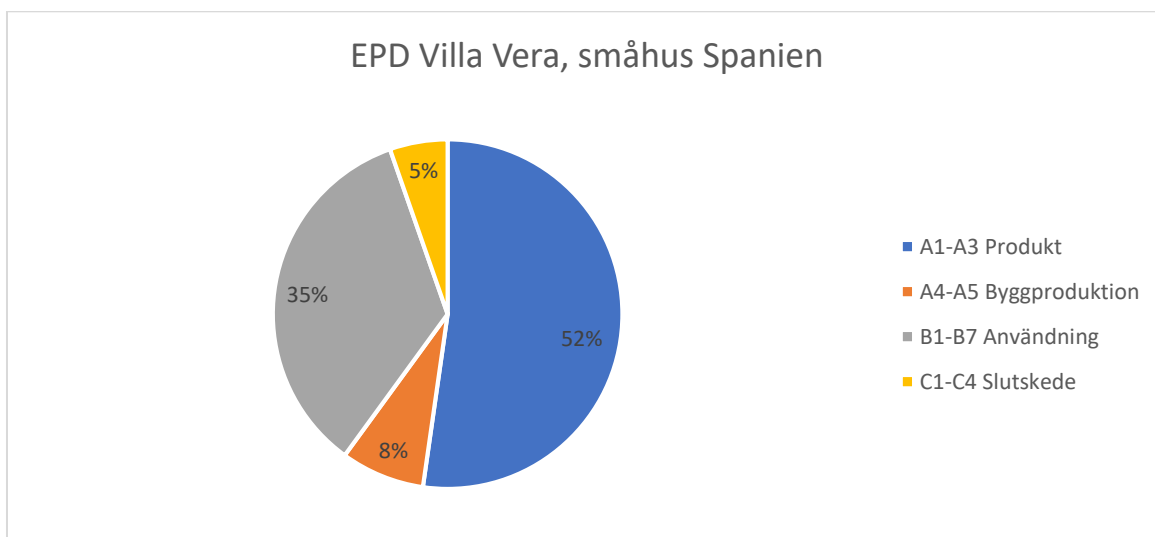
Akademiska Hus har uppfört kontorsbyggnaden *A working Lab* på Chalmersområdet. Klimatpåverkan har beräknats (Hedén, 2019) för A1-A5, med byggnadsdelarna grund, stomme och klimatskal inkluderat. Beräkningen visar att 89 % av klimatpåverkan kommer från A1—A3, 10 % från A4, transporter och 1 % från byggproduktionen. Stål, betong, KL-trä och fasaddelar är de delar med högst klimatpåverkan. De står för tillsammans för 75 % av materialens klimatpåverkan. Miljömärkt el har använts, varför mycket låg klimatpåverkan från byggprocessen erhållits. Studien har gjort tidiga analyser av klimatpåverkan och rekommenderar att krav ställs på en redovisning av klimatpåverkan vid upphandling av material, så att produktspecifik data kan jämföras.

2.6 Genomförda kartläggningar, småhus

2.6.1 *EPD Villa Vera*

En EPD är framtagen för Villa Vera i Spanien (Saint Gobain Iberica SL, 2017), ett suterränghus på 366 m² och en A_{temp} på 195 m². Byggnaden är designad med fokus på hållbar arkitektur och hög energieffektivitet och har klassats som Very Good enligt BREEAM ES.

Som funktionell enhet har dels hela byggnaden och dels boyta använts. Livslängden har antagits till 50 år. Notera att spansk elmix använts. Som framgår av Figur 11 är klimatpåverkan störst från produkterna och användningen.



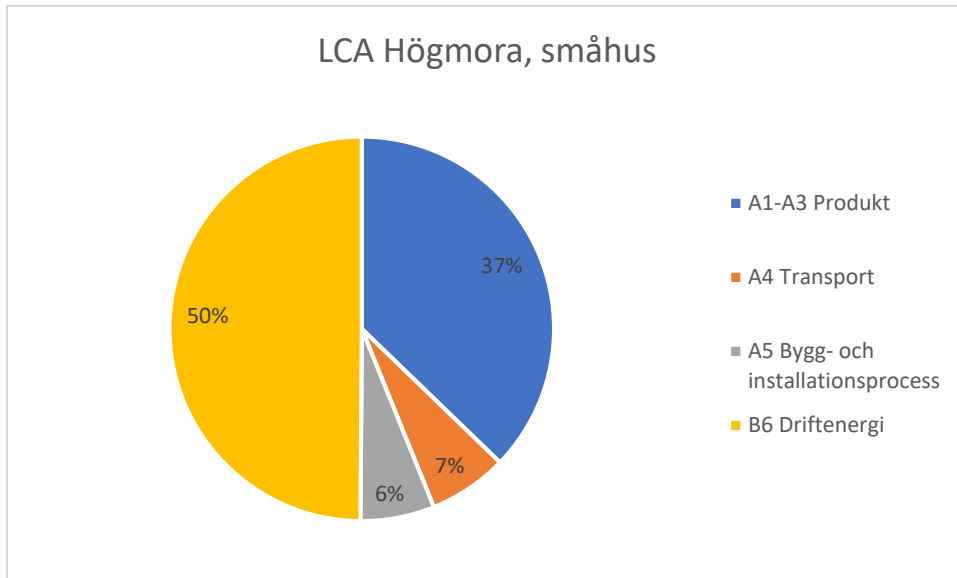
Figur 11. Klimatpåverkan enligt EPD för Villa Vera, uppdelad i moduler.

2.6.2 *LCA Högmora*

Under 2018 genomfördes ett examensarbete som undersökte klimatpåverkan från ett småhus i ett livscykelperspektiv (Fröberg, 2018). Den byggnad som undersökts är en av Trivselhus byggnader, från konceptet Movehome. Det är en 1 ½ -plansbyggnad vid namn Högmora. Boytan är totalt 198 m² och

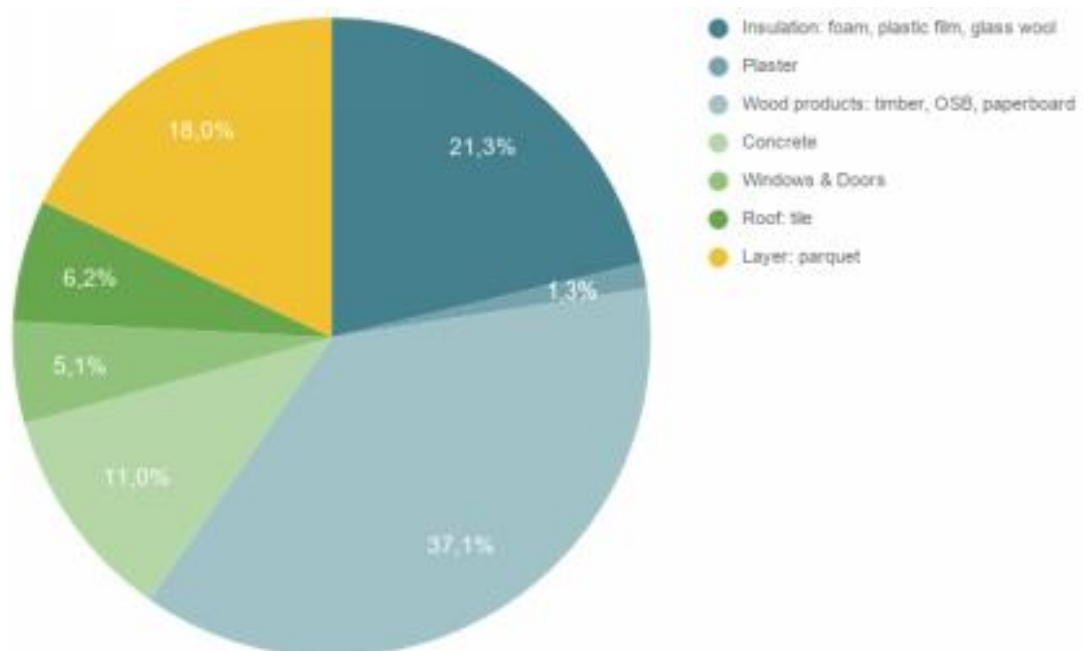
den uppvärmda ytan (A_{temp}) är 107 m². Byggnaden har ett beräknat energibehov på 58 kWh/m² A_{temp} och är en träbyggnad med sadeltak.

Modulerna A1-A5 (byggskedet) och B6 (driftenergi) har analyserats. Byggsektorns Miljöverktyg har använts för Byggskedet (A1-A5) och VIP Energy för att beräkna energiåtgång i B6. Klimatpåverkan från el i B6 baseras på nordisk elmix. Hushållsel har inte inkluderats.



Figur 12. Klimatpåverkan från LCA av A1-A5 samt B6 för Högmora småhus.

Klimatpåverkan från de olika byggmaterialen presenteras i Figur 13. Material med störst klimatpåverkan var isolering, träprodukter, parkett och betong. Anledningen till parkettens höga andel är troligtvis att den är av ryskt ursprung, där klimatpåverkan från el är hög.



Figur 13. Fördelning av klimatpåverkan från de ingående byggmaterialen i villa Högmora. Mörkblått fält är isoleringsmaterial, mellanblått gips, ljusblått är träprodukter, ljusgrön betong, mellangrönt fönster, mörkblått är takpannor, gult är ytskikt, parkett.

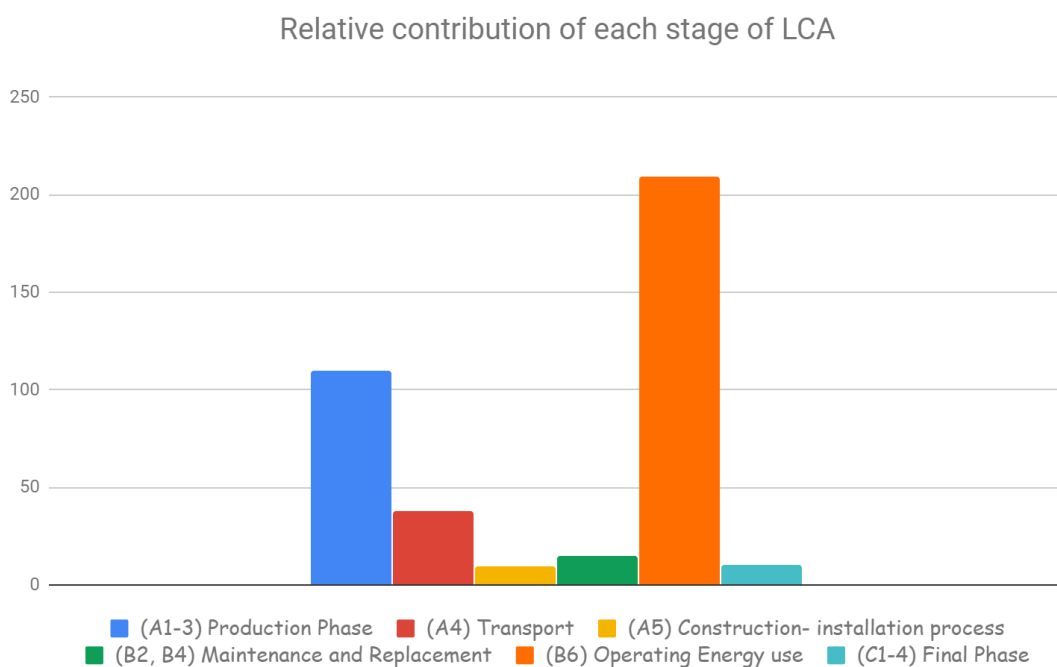
Transporter har beräknats för tre givna geografiska placeringar av huset. En känslighetsanalys har gjorts baserad på klimatpåverkan från europeisk elmix och marginalel. En känslighetsanalys har också gjorts där direkttransport av material till byggplatsen har antagits, dvs att de inte passerar Trivselhus fabrik. I tillägg till klimatpåverkan har energianvändning kartlagts.

Förslag på fortsatta utredningar från arbetet är

- Utöka studien med andra antaganden om livstid
- Inkludera fler moduler
- Jämföra flera olika typer av småhus
- Inkludera garage
- Jämförelse med olika materialval (t.ex. parkett och betong)

2.6.3 LCA Älvsbyhus

Under våren 2019 genomfördes ett examensarbete på KTH (Vlassoppulou, 2019) som bland annat innehöll en LCA för ett av Älvsbyhus byggnader, som inkluderade samtliga moduler A-D under 50 år. Studien visade att insamling av data för analysen var mycket tidskrävande. I en jämförelse av modul A1-A5 (dvs de som föreslås ingå i en klimatdeklaration) stod A1-A3, produktionsskedet, för nära 70 % av klimatpåverkan, A4, transporter, för knappt en fjärdedel av klimatpåverkan och A5, byggnationen, för ca 6 % av klimatpåverkan.

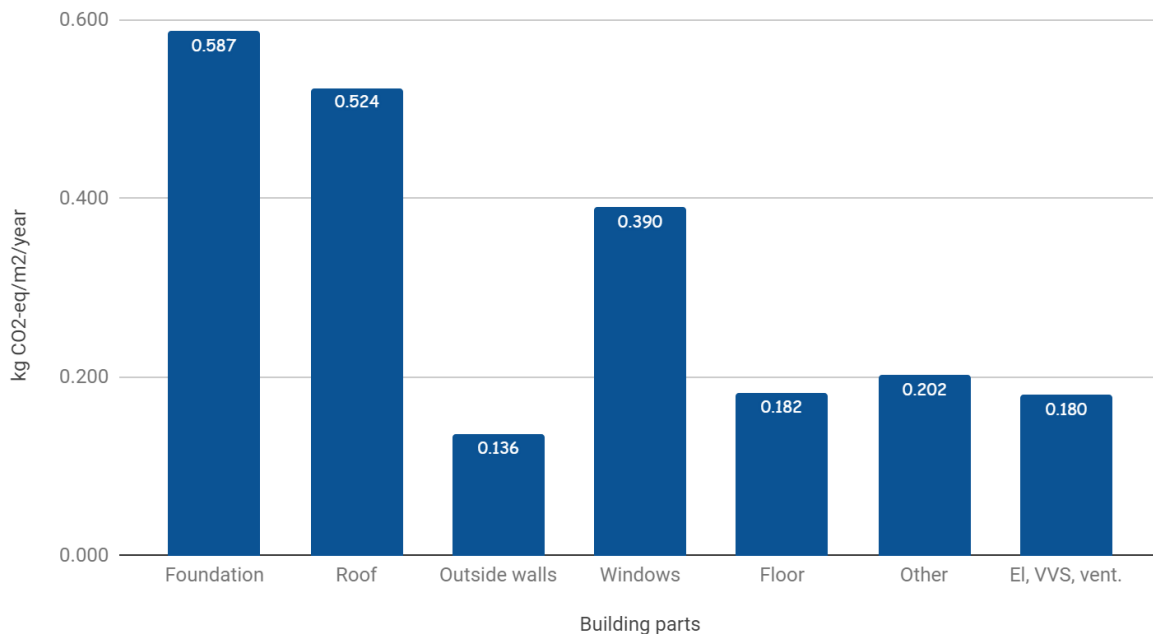


Figur 14. Varje moduls bidrag till klimatpåverkan i ett hus från Älvsbyhus.

Figur 14 visar hur mycket klimatpåverkan som kommer från varje del av livscykeln. I studien har nordisk elmix använts (102 g CO₂-ekv/kWh jämfört med svensk elmix, ca 13 g CO₂-ekv/kWh) Notera att den valda elmixens sammansättning kommer att påverka B6, energianvändning under användning, mycket. Värt att notera är också att studien använder 50 år som analysstid, vilket ger ett minskat genomslag för brukarfasen (B) jämfört med en analysstid på 100 år.

Examensarbetet har undersökt olika byggnadsdelars klimatpåverkan under 50 år se Figur 15. Notera att detta inte enbart inkluderar A1-A3 utan även B2 och B4, underhåll och utbyte. Analysen visar att grundläggning, tak och fönster har störst klimatpåverkan i det undersökta småhuset.

Contribution to GWP from the different parts of the house over 50 years

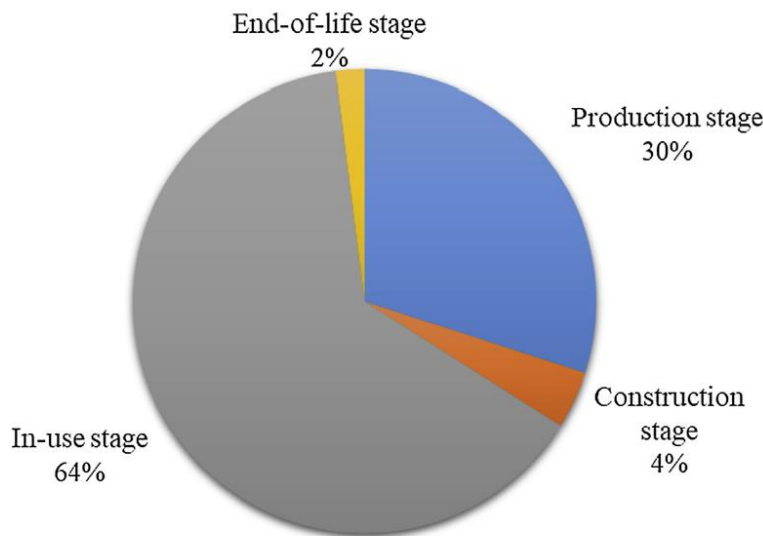


Figur 15. Olika byggnadsdelars bidrag till klimatpåverkan under 50 år.

2.6.4 LCA Dalarnas Villa

Högskolan Dalarna har tagit fram en LCA för Dalarnas Villa, som inkluderar skede A1 till C4, dvs från produktion till slutskede (Petrovic B. M., 2019). Ambitionen är att också göra en analys av D, tex potential för återvinning (Petrovic B. , 2019). Dalarnas Villa är byggd för forsknings och utveckling av hållbara småhus, och kan därför inte anses vara representativ för de svenska småhus som byggs idag. Byggnaden är på 150 m² och har två plan, samt garage 30 m² och har ritats av Fiskarhedenvillan. Den värms med bergvärme, har solpaneler och biobaserad isolering. Funktionell enhet har varit en kvadratmeter boyta under 100 år. OneClickLCA har använts för analysen, och där det funnits har EPD:er använts. Svensk elmix har använts i beräkningen.

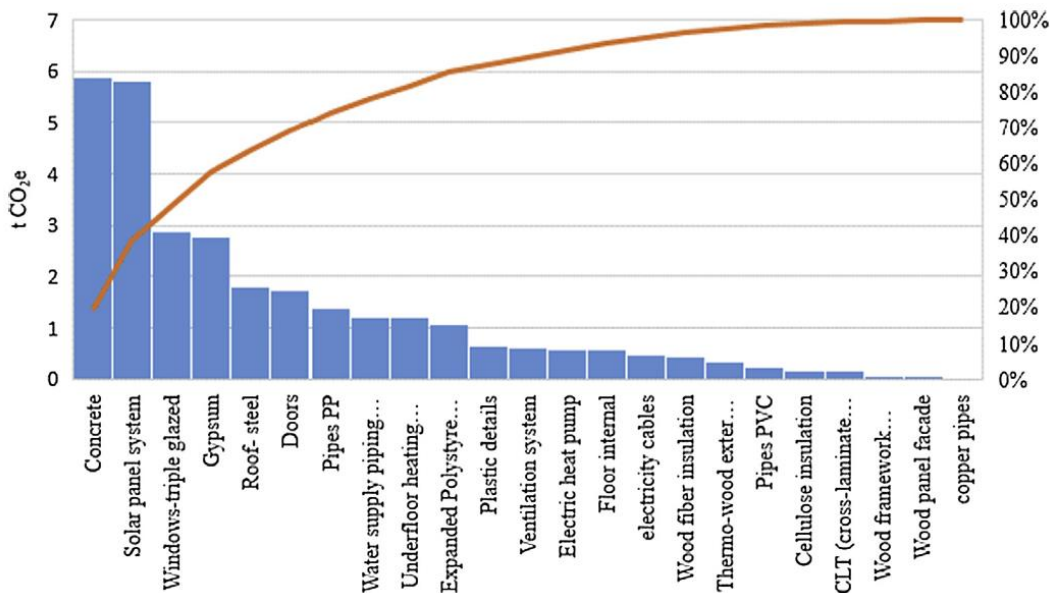
I Figur 16 visas klimatpåverkan från de olika skedena av livscykeln. Värt att notera är den stora andel av påverkan som kommer från brukarskedet, nära två tredjedelar av klimatpåverkan. Att brukarskedets andel blir högre i denna studie jämfört med andra studier förklaras bland annat av att analysperioden är 100 år istället för det i PCR:en rekommenderade 50 år. Klimatpåverkan från modul B1-B5, dvs underhåll och utbyte av material står för hela 37 % av den totala klimatpåverkan (inkluderat i In-use-stage).



■ Production stage ■ Construction stage ■ In-use stage ■ End-of-life stage

Figur 16. Klimatpåverkan från Dalarnas villa, uppdelad i olika livscykelkedan (Petrovic B. M., 2019).

Under produktionsskedet står betong för den största klimatpåverkan. Solcellsanläggningen står för i princip samma klimatpåverkan som betongen följt av fönster, gips, takplåtar, dörrar och polypropylenrör. Dessa produkter står tillsammans för mer än 80 % av den totala klimatpåverkan. Sett över hela livscykeln, dvs inklusive brukarskedet, är solpanelsinstallationen den del som har högst klimatpåverkan, följt av betong, fönster och dörrar. Solpaneler importeras typiskt sett från Kina med en hög klimatpåverkan från elanvändning vid tillverkning.



Figur 17. Klimatpåverkan från byggmaterial, inklusive installation i Dalarnas Villa.

2.6.5 LCA fasad och isolering BoKlok

Under 2016 gjordes ett examensarbete som jämförde olika fasadlösningar och olika isolermaterial för BoKlok (Koch, 2016).

2.6.6 Deromes LCA-arbete inom OneTonneLife och Hoppet

Derome har arbetat inom utvecklingsprojektet OneTonneLife där en familjs klimatpåverkan, inklusive boendet analyserades utifrån ett livscykelperspektiv. Under 2019 har Derome slutit avtal med en entreprenör för att upprätta förskolan Hoppet i Göteborg.- Projektet har som målsättning att förskolan ska bli en fossilfri förskola. Här kommer LCA analyser att vara en viktig del av arbetet.

2.7 Nyckeltal och annat stöd

Det är ofta ett mycket omfattande arbete att ta fram projektspecifika underlagsdata för samtliga delar av en livscykel/byggnad. För byggnadsdelar eller moduler med låg påverkan kan det därför vara praktiskt att använda schabloner/nyckeltal om projektspecifik data saknas.

2.7.1 NollCO2

Swedish Green Building Council, SGBC, utvecklar ett verktyg för byggnadscertifiering kallad NollCO2 (Sweden Green Building Council, 2019). Kriterier finns publicerade på organisationens hemsida. Inom ramen för detta arbete har viss generisk data tagits fram, och ytterligare generisk data kommer att tas fram i pilotfasen. I certifieringen NollCO2 inkluderas modulerna A1-A5 (produkt och byggprocess), samt B6 (driftenergi) i en initial fas. Ambitionen är att inkludera fler moduler senare. Den funktionella enheten är m², A_{temp}. Vid denna förstudies färdigställande hade inte några nyckeltal publicerats.

2.7.2 Nyckeltal rivning och underhåll

En utredning gjordes 2015 av klimatpåverkan för byggnader med olika energiprestanda (Erlandsson M. o., 2015). I den presenteras nyckeltal för underhåll och rivning per yta eller vikt.

2.7.3 Datakvalitet för en LCA-beräkning av ett byggnadsverk

Under 2018 gjordes en utredning som resulterade i rekommendationer hur datakvalitet för en LCA-beräkning bör hanteras (Erlandsson M. , 2018). En av rapportens slutsatser är att vid framtagande av LCA som ska användas i upphandling bör samtliga moduler ingå. I de fall en aktör saknar projektspecifikt underlag ska konservativa nyckeltal användas för den byggprocessdel som saknas. Detta ger troligen lägre värden (konkurrensfördel) för den som anstränger sig för att få fram projektspecifikt underlag. Utredningen föreslår ett standardiseringsätt att redovisa kvalitets antaganden och avgränsningar för en LCA. Detta gäller tex vilka livscykelkedan som ingår, datakvalitet och ingående byggprocesser.

3 Pågående arbete

3.1 Modell för svenska byggnaders klimatpåverkan

I september 2019 publicerades en modell för bedömning av svenska byggnaders klimatpåverkan (Erlandsson M., Feb 2019). Utredningen har tagit fram en modell för nationella klimatscenarier för bygg- och fastighetesektorn fram till 2050 för att kunna analysera förändringar. En ny metod föreslås för att bedöma det klimatpositiva bidraget för träbaserade produkter, något som kan vara intressant för småhussektorn. Även karbonatisering av betongen under driftsfasen har tagits med och visar ett stort positivt bidrag.

I utredningen har nyckeltal för klimatpåverkan från olika typer av byggnader tagits fram. För småhus har 156 kg Co₂ekv/m² BTA använts, att jämföra med flerbostadshus som antas ha en klimatpåverkan på 349 kgCO₂ekv/m² BTA, dvs mer än dubbelt så hög.

Utredningen har i sitt arbete tagit fram indikativa nyckeltal för B2-4, teknisk förvaltning samt B5, ombyggnation utifrån omsättning. Dessa nyckeltal visar att investeringen i ombyggnation för småhus är nästan dubbelt så hög som för flerbostadshus i förhållande till nybyggnadskostnaderna. Den totala klimatpåverkan från småhus är en liten andel av den totala klimatpåverkan.

3.2 Klimatkrav till rimlig kostnad

SABO har under våren 2019 startat ett projekt kring klimatkrav till rimlig kostnad. Projektet kommer att utreda möjligheten att ställa klimatkrav till rimlig kostnad och utveckla BM-verktyget med stöd för digitala modeller. Dessa modeller kommer inte att ingå i den kostnadsfria versionen av BM, utan projektet kommer att utveckla en affärsmodell för denna del. BeSmå följer arbetet i referensgrupp.

3.3 Mätning och uppföljning, Sv. Byggindustrier

Sveriges Byggindustrier driver arbetet för en klimatneutral och konkurrenskraftig bygg- och anläggningssektor till 2045. Ett av målen i färdplansdokumentet är att alla som har skrivit på färdplanen ska kartlägga sina utsläpp under 2020 – 2022. Som en del i det arbetet ska de ta fram en vägledning för hur man ska mäta och följa upp sina utsläpp.

Sveriges Byggindustrier har därför startat ett projekt (Flodin, 2019) med syfte att ta fram en tydlig och pedagogisk vägledning som beskriver vilka parametrar som ska mätas och hur man går tillväga för att få fram informationen som behövs för att kunna värdera utsläppen. Vägledningen ska vara klar senast i slutet av januari 2020. Syftet med vägledningen är att man ska få en bild av hur ens företags eller organisations utsläpp ser ut och därmed också skapa ett eget incitament för hur man ska arbeta vidare för att de ska minska. Vägledningen är tänkt att bli en rekommendation.

BeSmå deltar i referensgruppen. Första referensgruppsmötet hölls den 13 juni 2019. Systemgränser var ett viktigt tema.

4 Resultat intervjuer, workshop och enkät

Under maj och juni 2019 genomfördes intervjuer med ett antal intervjuer med småhustillverkare (tekniska chefer och hållbarhetschefer), Boverket, representanter för mjukvaruutvecklare, forskningsinstitut och universitet.

Följande personer har intervjuats:

- Kristina Einarsson, Boverket
- Jonas Nilsson, Fiskarhedenvillan
- Leif Sjöström, Trivselhus
- Anna Ryberg, Derome
- Martin Erlandsson, IVL
- Anders Ejlertsson, IVL
- Tove Malmqvist Stigell, KTH
- Ulf Wiklund, Tyréns, (PCR-ansvarig)
- Fredrik Lagerstedt, Etikhus
- Efstathia Vlassopoulou, KTH
- David Norrman, Eksjöhus
- Kostas Koukouloupous, Bionova (OneClickLCA)

Dessutom har arbetet inom denna förstudie följt två ytterligare pågående initiativ inom området, *Klimatkrav till rimlig kostnad* och Sveriges Byggindustriers vägledning för uppföljning av klimatkrav. En enkät hos småhustillverkares tekniska chefer har genomförts och sex svar har erhållits. Denna förstudie har presenterats hos TMF:s teknikergroup för tekniska chefer hos småhustillverkarna, för att få input avseende småhustillverkarnas upplevda behov. Nedan presenteras de övergripande slutsatserna från dessa källor.

Genomfört arbete hos småhustillverkarna

Några småhustillverkare har påbörjat arbetet med att analysera klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv. Exempel på arbete är att ta fram målsättningar för arbetet, välja verktyg för analysen, identifiera hur arbetet ska ske, genomföra analyser av något hus med hjälp av examensarbetare. Det finns även en småhustillverkare som avböjt att delta i det gemensamma arbetet då de ser att de har konkurrensfördelar av att kommit långt i arbetet med klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv, varför man kan anta att de kommit långt i arbetet.

Resterande tillverkare som förstudien varit i kontakt med ser frågan som viktig, men har ännu inte påbörjat något arbete. Kunskapsnivån är med några undantag låg om hur man kan arbeta med klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv även om flertalet hört talas om förslaget om klimatdeklaration. I de fall arbetet är påbörjat är det någon enstaka person som satt sig i området, medan resten av organisationen har låg kunskap. Många uttrycker en önskan om att höja denna kunskapsnivå hos sig själv och andra delar av organisationen.

Småhustillverkarna har uttryckt följande anledningar till att arbeta med klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv:

1. Uppfylla ett eventuellt kommande lagkrav.
2. Kunskapsunderlag för hållbarhetsarbetet, dvs identifiera var stor klimatpåverkan finns och underlag för åtgärder.
3. Kommunikation av klimatpåverkan mot kunder.

Utifrån dessa behov uttrycker de ett antal förslag på kommande arbete, nedan insorterat i LCA-trappan, se Figur 18.



Figur 18. Identifierade behov av fortsatt arbete med klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv hos småhustillverkarna.

Beredskap för att uppfylla en ev. klimatdeklaration

Småhustillverkare har oftast många husmodeller att erbjuda, och ofta sker anpassningar av dessa modeller i varje enskilt fall, varför en eventuell klimatdeklaration kan behöva tas fram för de enskilda och unika husen. Det saknas idag kunskap om i hur stor utsträckning de byggnadsdelar som klimatdeklarationen föreslår ska omfattas ändras. Det gäller främst klimatskärm, stomme, garage och källare. Flera av de intervjuade talar om vikten att kunna skapa en effektiv process för att ta fram en klimatdeklaration.

De analyser av klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv som är gjorda på småhus omfattar oftast inte hela livscykeln eller samtliga material. Det examensarbete som genomförts för TMF och Älvsbyhus visar att ett mycket stort antal produkter används i ett småhus och endast ett fåtal har valts ut för analys. Trots detta har det krävts omfattande manuell bearbetning för att ta fram underlag, avseende mängder av olika byggvaror, för beräkning av klimatpåverkan.

Arbetet inom ramen för denna förstudien har identifierat ett glapp mellan tillgänglig data hos småhusföretagen och den indata som krävs för att använda de vanligaste LCA-verktygen för byggnader. Detta glapp kan stängas med omfattande manuell bearbetning. För effektiv hantering av klimatdeklarationer krävs att detta glapp stängs och att processen blir i princip automatisk.

Flera småhustillverkare har tillgång till drivmedelsförbrukning för transporter till byggarbetsplatsen, dvs underlag för A4.

En entreprenör anlitas för att genomföra arbetet på byggarbetsplatsen, bl.a. grundkonstruktion och stommontage. Vissa småhustillverkare anlitar själva entreprenören medan i andra fall anlitas entreprenören direkt av byggherren (dvs tex en privatperson som köper ett hus) och småhustillverkaren tillhandahåller enbart funktionskrav på grunden. Entreprenören utformar grunden utifrån markförhållandena och utför arbetet. För att ta fram en klimatdeklaration kommer både entreprenör och småhustillverkare behöva tillhandahålla underlag. I de fall det är en privatperson som

är byggherre är kunskapen om klimatdeklarationer troligtvis vara låg och det blir i praktiken någon annan aktör som gör klimatdeklarationen, varför rollfördelningen behöver diskuteras.

Då A5 i tidigare genomförda studier visat sig stå för en relativt liten del av klimatpåverkan kan eventuella. schabloner användas för denna modul. Det finns ett behov av att ta fram detta för småhus.

Programvara för livscykelanalyser

Denna förstudie har identifierat två programvaror som använts för beräkning av klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv, Byggsektorns miljöberäkningsverktyg (BM) och OneClickLCA. Båda används eller planeras att användas hos olika småhustillverkare. BM kan importera mängdade material via ett antal kalkylprogram och OneClickLCA använder IFC-filer som indata och är kopplad till en rad EPD-databaser för automatisk import av EPD-data. Om kalkylprogrammet VICO används kan en IFC-fil omvandlas till en fil som kan importeras i BM.

Småhustillverkarna använder ett flertal program för hantering av byggvaror som inte stöds av BM. Förstudien har inte identifierat hur vanligt det är att IFC-filer av tillräcklig kvalitet finns för att använda dessa vid beräkningarna. En småhustillverkare anger att när IFC-filer tas fram är det ofta inte kompletta filer med samtliga material, utan mer på A-ritningsnivå.

BM är idag en kostnadsfri programvara, men kommer att utvecklas för att bättre integreras till olika kalkylprogram, och denna version kommer att ha en kostnad. Den kostnadsfria versionen kommer inte att underhållas. OneClickLCA är en betalmjukvara.

5 Resultat och rekommendationer

5.1 Sammanfattning av genomfört arbete

Området är nytt, mer kunskap behövs

Livscykelanalys av klimatpåverkan från byggnader är ett relativt nytt område och flera av de studier som genomförts ovan pekar på de många osäkerheter som finns. Flera av dem manar också till försiktighet med att generalisera resultaten från studierna till andra byggnader. De uppmanar istället till att genomföra en analys för varje byggprojekt. Flertalet av de undersökta byggnaderna har höga hållbarhetsambitioner och kan därmed inte antas vara representativa för de genomsnittliga byggnader som uppförs i Sverige.

Olika syften ger olika avgränsningar och olika resultat

De undersökta livscykelanalyserna har haft en rad olika syften. Detta innebär att avgränsningar och en rad faktorer ser olika ut. Det gäller tex analysperiod, om hushållsel ingår, elens klimatpåverkan, funktionell enhet samt ingående moduler.

Gemensamma faktorer finns i genomförda LCA:er

Trots att området är ungt finns ett flertal likheter mellan studierna:

- Merparten använder 1 m² A_{temp} under 50 år som funktionell enhet
- Samtliga inkluderar A1-A5 samt B1 i kartläggningen
- Mellan 30 % och 50 % av klimatpåverkan kommer från A1-A5 (byggskedet), med den lägre andelen när analysperioden är 100 år istället för 50 år.

Klimatpåverkan från produktskedet (A1-A3) och driftenergi (B6) dominerar

Klimatpåverkan från produktskedet och driftenergi dominerar i de undersökta byggnaderna, oavsett stomval och byggnadstyp. Även A4 (transport) och A5 (byggproduktionsskedet), samt i vissa fall B4 (utbyte) har stor påverkan i de undersökta byggnaderna. Vid arbete med livscykelanalyser bör störst insats läggas på att få de delar med stor miljöpåverkan så korrekta som möjligt, medan delar med liten påverkan kan uppskattas genom schabloner eller till och med uteslutas om påverkan är mycket liten. Det bör undersökas vilka av modulerna för småhus som ger stort respektive litet tillskott till klimatpåverkan.

Betong, armering, isolering, gipsskivor och trä ger stor klimatpåverkan.

Flertalet studier har tittat på vilka material som ger störst klimatpåverkan och typiskt är att betong och armering dominerar klimatpåverkan från byggnader med betongstomme medan isolering, gipsskivor, betong och trä bidrar stort till klimatpåverkan från hus med trästomme. I flera studier kommenteras det att garaget ger relativt stor klimatpåverkan. Detta torde vara intressant för småhus också.

Analysperiod, klimatpåverkan från el och betongkvalitet är viktiga val

Flera av studierna har gjort känslighetsanalyser, då osäkerheterna är stora. Några av de känslighetsanalyser som gjorts är analysperiod (50 och 100 år), klimatpåverkan från el och olika betongkvaliteter.

Många olika verktyg används vid analyserna

De undersökta studierna har använt en rad olika verktyg för att göra kartläggningarna. I flera fall har olika verktyg använts för olika moduler. Bland de använda verktygen finns, SimaPro, Anivator, BM och NTM för godstrafik.

Många åtgärder kan minska klimatpåverkan

Flera av studierna har undersökt vilken effekt på klimatpåverkan olika åtgärder har. Några av de undersökta åtgärderna är:

- Klimatförbättrad betong
- Utbyte mot klimatbästa produkt på marknaden (isolering)
- Utbyte av fossilt bränsle mot HVO-bränsle
- Energieffektiva byggbodar

Underlag från studierna kan komma att vara till nytta för småhusbranschen

Måna av studierna redovisar underlag, schabloner och metoder för att ta fram klimatpåverkan från olika delar av livscykeln. I det fortsatta arbetet bör det undersökas om delar av detta kan användas för kartläggning av klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv för småhus.

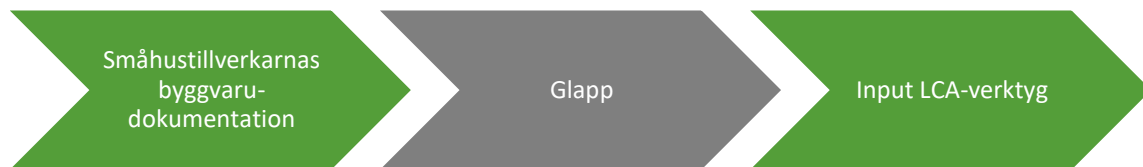
5.2 Analys

Kunskapshöjning efterfrågas

Kunskapsläget är mycket lågt inom branschen och ett stort behov av att stärka kunskapen finns, både hos de ansvariga, men även hos andra delar av organisationen, som tex ledning, inköpsansvariga och kommunikation och säljfunktioner. Detta efterfrågas starkt av branschen.

Effektiv process för klimatdeklaration behöver utvecklas

Den stora variationen av småhus som produceras hos småhustillverkarna medför ett stort behov av en effektiv process för att ta fram en klimatdeklaration. Det finns troligtvis ett glapp mellan den output som småhustillverkarnas hantering av byggvaror idag (modul A1-A3) och de krav som ställs på indata i de på marknaden existerande verktygen för att beräkna klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv, se Figur 19. Ett behov av att täppa igen detta glapp har identifierats.



Figur 19. Beskrivning av processen för att ta fram klimatpåverkan från A1-A3 hos småhustillverkarna och det glapp som identifierats.

För A4 kan det finnas ett behov av en gemensam standardsträcka för beräkningen om småhusets plats inte är känd vid beräkningen. För A5 kan schablondata behöva utvecklas, för att kunna användas i de fall som dessa underlag inte är kända.

Rollerna mellan småhustillverkare, entreprenör och byggherre behöver diskuteras för en effektiv process.

Det stora antalet varianter av hus hos en och samma tillverkare skapar ett behov av att ta fram en stor mängd klimatdeklarationer, så som förslaget idag är utformat. En EPD kan hantera flera produkter med likartad miljöpåverkan. Skulle det vara möjligt att kategorisera fler hus i en och samma klimatdeklaration, enligt samma modell? Kunskapen om hur stor variationen är saknas idag, men vore intressant att titta på.

Gemensamma vägledning efterfrågas

Flera av de intervjuade småhustillverkarna har efterfrågat gemensamma riktlinjer för att ta fram en klimatberäkning, vissa går till och med så långt att de frågar om ett gemensamt program bör utvecklas.

Flera initiativ för att skapa vägledningar har genomförts och är under arbete, tex Boverkets vägledning och SABO:s och Byggindustriernas pågående arbete, se avsnitt 3. Inga av dessa initiativ har småhus som fokus, varför det finns behov av att komplettera dessa.

Behovet av en gemensam vägledning kommer av två behov, dels att på ett effektivt och likartat sätt kunna uppfylla ett eventuellt lagkrav och dels för att kunna ta fram jämförelsetal för sina hus. En vägledning som skapar jämförbara tal mellan olika tillverkare kräver en mycket hög nivå av datakvalitet och bearbetning, se Figur 18. Troligtvis krävs tex att samma programvara används för att jämförelsen ska bli relevant. Då det redan idag finns tillverkare som använder olika programvara är detta steg relativt sett ett mycket stort steg.

Kunskap för att identifiera betydande klimataspekter önskas

Flera tillverkare har arbete på gång för att göra fallstudier med LCA:er på någon/några husmodeller. Syftet är att identifiera betydande miljöaspekter för att sedan kunna utarbeta åtgärder för förbättrad miljöprestanda. Här kan gemensamt arbete med schabloner/nyckeltal för mindre betydande byggnadsdelar/moduler underlätta och göra arbetet mer jämförbart. Detta kan handla om moduler som A5, B1-B5 eller C1-C3 eller byggnadsdelar som tex kök och VVS-varor.

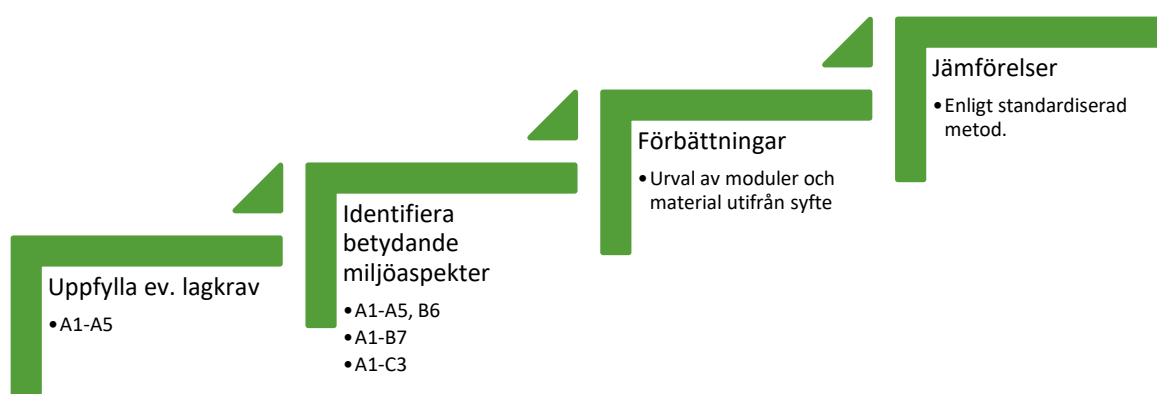
Önskemål om att jämföra processernas effektivitet och resultat har också uttryckts, tex genom att titta på tidsåtgång för arbetet och resultat för att arbeta med olika LCA-verktyg för samma byggnad.

5.3 Överväganden i arbetet och rekommendationer

Vid genomförandet av en livscykelanalys behöver en rad överväganden göras. Många av dessa beror på syftet med analysen. Rekommendationer avseende arbete med livscykelanalyser finns i de standarder som styr arbetet och i den PCR som finns framtagen för byggnader. Det finns dock en del frågor som inte definieras i dessa och nedan förs ett resonemang kring dessa.

Parameter	Kommentar
Yta	Ytenheten som anges i PCR:en liknar till stor del BOA. Flertalet studier som gjorts använder A_{temp} , varför denna förstudie rekommenderar att detta används i den funktionella enheten. Ett mer funktionsorienterat sätt att göra sin jämförelse kan vara per person eller byggnad, varför detta kan användas som ett komplement till ytan.
Analysperiod	PCR för byggnader anger 50 år som analysperiod. Ett svenskt småhus är byggt för att stå betydligt längre än så varför 100 år kan användas i en känslighetsanalys.
Energi	Den energi som ska inkluderas i B6 enligt PCR för byggnader inkluderar värme och varmvatten, men även några ytterligare delar, som i Sverige klassas som hushållsel. I praktiken saknas underlag enligt PCR:s gränser. Förstudien förslag är att använda BBR:s gränser avseende energi, dvs ej inkludera några av de delar som klassas som hushållsel.
Garage	Huruvida garaget ska inkluderas eller inte är inte tydligt i PCR. I lagförslaget avseende klimatdeklaration är det däremot tydligt att det däremot inkluderas. Förstudien rekommenderar därför att det inkluderas.
Elmix	Prioriteringen i PCR avseende använd elmix är att använda 1. Specifik elmix, 2. Elleverantörens residualmix. 3. Nationell/ marknadens elmix, helst residualmix. Då alternativ 1 och 2 oftast inte är kända rekommenderar denna förstudie att svensk elmix används.
Transportavstånd	Då transportavståndet inte alltid är känt rekommenderas det att en schablon avseende detta utarbetas, antingen som ett medelvärde av småhustillverkarens transporter eller ett branschgemensamt schablonavstånd.

Vilka moduler som bör inkluderas beror på studiens syfte och nedanstående bild visar på några varianter. Några studier visar att B1-B5 står för stor klimatpåverkan, speciellt i ett hundraårsperspektiv och därmed är olämpliga att utesluta när betydande miljöaspekter ska identifieras. Görs studien av en småhustillverkare är dock rådigheten över detta skede låg och osäkerheterna höga, varför det är ett skäl till att hålla sig till A1-A5, B6, där rådigheten och kunskapen är högre hos en småhustillverkare.



Figur 20. Moduler att inkludera beroende på syfte, utifrån genomförda studier.

Vilka delar av en byggnad som bör inkluderas beror också på syftet. Förslaget på klimatdeklarationer inkluderar inte alla byggnadsdelar, men Boverket menar att de inkluderade materialerna står för 80–90 % av klimatpåverkan i modul A1-A3. Vid uppstart av ett arbete med klimatpåverkan i ett

livscykelperspektiv kan arbetet lämpligtvis starta med en mer begränsad omfattning både avseende moduler och byggnadsdelar. Generisk data kan användas i ett tidigt skede för att i ett senare skede ersättas med produktspecifik data i form av t.ex. EPD:er.

6 Förslag på fortsatt arbete

6.1 Intresserade aktörer

Inom ramen för förstudien har följande aktörer med intresse för arbete med klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv identifierats. Dessa beskrivs i Figur 21.

Småhustillverkare	Akademi och forskningsinstitut	Utvecklare av LCA-verktyg, byggnader	Övriga
<ul style="list-style-type: none">•Tillverkare som påbörjat arbete•Tillverkare som ännu inte påbörjat arbetet	<ul style="list-style-type: none">•KTH•Högskolan Dalarna•Högskolan i Jönköping•IVL	<ul style="list-style-type: none">•IVL•Bionova	<ul style="list-style-type: none">•Trä- och möbelföretagen•Boverket•Tillverkare av byggvaror

Figur 21. Aktörer som förstudien har identifierat som intresserade av utvecklingsarbete kring klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv för småhus.

6.2 Förslag på fortsatt arbete

I analysdelen av denna rapport, 5.1, beskrivs identifierade behov. Utifrån dessa har förstudien identifierat fyra tydliga förslag på fortsatt arbete:

Kunskapsuppbyggnad och förankring.

Många företag är i uppstarten av ett bredare LCA-arbete, där någon eller några personer identifierat behov av arbete, men bedömer själva att de har låg kunskap inom området och önskar stöd i att öka sin kunskap. Då fler delar av företaget behöver samverka för att skapa ett effektivt arbete med klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv behöver ofta fler personer involveras och ett förankringsarbete internt ligger framför den eller de personer som driver frågan inom respektive företag.

Fallstudier

Man lär sig genom att testa. Flera av de intervjuade personerna såg ett behov av att få testa olika typer av analys av klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv för sina byggnader. Flera personer uttryckte att det var önskvärt med ett stöd i hur man kan arbeta och ett forum för att diskutera frågeställningar som uppkommer under arbetets gång. Något företag vill använda LCA för att jämföra olika produkter och byggnadslösningar för att lära sig ställa krav i upphandling. Något företag vill använda analysen till att identifiera sin största klimatpåverkan för att kunna genomföra åtgärder där de gör störst nytta. Gemensamt för samtliga intervjuade företag är att de behöver förbereda sig på kravet om klimatdeklaration.

Effektiv datahantering för att genomföra klimatdeklarationer

Förstudien visar med stor tydlighet vikten av en effektiv och helst helt automatiserad analys av klimatpåverkan från samtliga projekt. I samtliga analyser av klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv, som förstudien känner till, har det krävts omfattande manuell bearbetning för att den dokumentation som småhustillverkarna har haft tillgängliga avseende ingående material innan den gick att använda i

något verktyg för att beräkna klimatpåverkan. En utveckling av arbetsprocesser och verktyg behövs för att skapa effektiva processer.

Kunskap om processer kopplade till LCA-arbete i småhussektorn

Merparten av det arbete med klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv som har genomförts har gjorts av företag som tillverkar flerbostadshus eller lokaler. Processerna vid byggnation av småhus skiljer sig mycket åt jämfört med ett sådant projekt och kunskapen om dessa är därför låg, bland annat hos Boverket som utvecklar stöd, vägledning och föreskrifter för klimatdeklarationer. Kunskapen om dessa processer är också låg hos de mjukvaruutvecklare som tagit fram verktyg för att beräkna klimatpåverkan från en byggnad. Förstudien har identifierat ett behov av att tydliggöra förutsättningarna för dessa processer, för att få vägledning, verktyg och stöd anpassade till de processer som finns hos småhusföretagen.

Gemensamt arbetssätt och guide för LCA-arbete

Flera av de intervjuade företagen uttrycker att de önskar sig branschgemensamma riktlinjer för hur en analys av klimatpåverkan ska se ut för ett småhus. Flera av de intervjuade uttrycker ett önskemål om ett gemensamt verktyg eller möjlighet att jämföra beräknad klimatpåverkan mellan olika småhustillverkare. Här anser utredarna att man bör gå fram med försiktighet. Det finns fler verktyg på marknaden redan, det finns olika skäl att genomföra en LCA-analys och det krävs ett stort kvalitetssäkringsarbete för att säkerställa att beräkningar är jämförbara. Detta skulle kunna vara ett steg längre fram i utvecklingsarbetet. I nuvarande utvecklingskede ser utredarna däremot att det finns ett behov av att ta fram rekommendationer för ett gemensamt arbetssätt som ger vägledning när inte etablerade standards (tex PCR) eller Boverkets vägledning är tillräckligt detaljerade i sina riktlinjer. Utredarna ser också ett stort behov av att guida småhusföretagen till de redan framtagna stöden i arbetet.

Inom ramen för detta ser utredarna ett behov av att tillgängliggöra den erfarenhet från produktion av flerbostadshus och lokaler även för småhustillverkning.

Flera av de intervjuade uttrycker också ett behov av att kunna använda schabloner i de fall inte specifik data finns tillgänglig. Förstudien ser ett behov av att kartlägga inom vilka områden schabloner finns och var det skulle behövas.

Hur tas erfarenheterna från förstudien vidare?

Inom ramen för denna förstudie har ett förslag på projekt tagits fram och detta förslag har bearbetats och finansiering har sökts inom ramen för E2B2:s tredje utlysning med sista ansökningsdag den 10 september 2019. Projektbeskrivningen återfinns i bilaga 5.

7 Referenser

- Adalberth. (1995). *Bygga Bruka Rlva*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- BeBo. (den 01 11 2019). *Klimatkrav i byggprocessen- erfarenheter från BeBo & BeLok*. Hämtat från BeBo: https://www.bebostad.se/projekt/oevriga-projekt/2018_14-klimatkrav
- Boverket. (2015). *Byggnaders klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv. Forsknings- och kunskapsläget. 2015:35*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2018). *Klimatdeklaration av byggnader. Förslag på metod och regler. Slutrapport. Rapport 2018:23*. Boverket.
- Boverket. (den 16 04 2019). *Vägledning om LCA för byggnader*. Hämtat från Boverket: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/>
- Einarsson, K. (den 10 05 2019). Projektledare Boverket. (S. Borgström, Intervjuare)
- Ejlertsson, A. (den 29 05 2019). IVL. (S. Borgström, Intervjuare)
- EPD International. (2018). *Buildings. Product Category Classification: UN CpC531. 2014:02. VErSION 2.0*. Stockholm: EPD International.
- Erlandsson, M. (2018). *Datakvalitet för en LCA-beräkning av ett byggnadsverk - inklusive dokumentation av resultatsammanställningen. Rapport C 366*. Stockholm: Smart Built Environment.
- Erlandsson, M. (den 13 05 2019). IVL. (S. Borgström, Intervjuare)
- Erlandsson, M. (Feb 2019). *Modell för bedömning av svesnka byggnaders klimatpåverkan - inklusive konsekvenser av befintliga åtgärder och styrmedel*. Stockholm: IVL på uppdrag av Naturvårdsverket och Boverket.
- Erlandsson, M. o. (2015). *Klimatpåverkan för byggnader med olika energiprestanda. Underlagsrapport till kontrollstation 2015*. Stockholm: IVL.
- Flodin, E. (den 06 05 2019). Projektledare Sveriges Byggindustrier.
- Fröberg, M. H. (2018). *Life Cycle Analysis. A study of the climate impact of a single-family building from a life cycle perspective*. Uppsala Universitet.
- Färdplan för fossilfri konkurrenskraft byggbranschen*. (den 02 05 2019). Hämtat från Fossilfritt Sverige: <http://fossilfritt-sverige.se/verksamhet/fardplaner-for-fossilfri-konkurrenskraft/fardplaner-for-fossilfri-konkurrenskraft-byggbranschen/>
- Hedén, K. o. (2019). *Klimatberäkning under byggskedet. A Working Lab. 17: 09*.
- Jansson, U. H. (Mars 2019). *Metoder för bedömning av klimatpåverkan i bygg- och fastighetssektorn*. Malmö: LÅGAN.
- Karlsson, E., E. S. (2019). *Förstudie om Klimatkrav i Byggprocessen. Erfarenheter från BeBo och Belok. Version 1.1*. BeBo/Belok.
- Koch, K. o. (2016). *Miljömässigt hållbara material för bostadshus - En miljösystemanalys med livscykelperspektiv för material till BoKloks bostäder*. Lind: Lunds Tekniska Högskola.
- Koukouloupoulos, K. (den 08 06 2019). Bionova. (S. Borgström, Intervjuare)
- Lagerstedt, F. (den 13 05 2019). Inklpare miljöansvarig Etikhus. (S. Borgström, Intervjuare)

- Larsson, M. E. (2016). *Byggandets klimatpåverkan. Livscykelberäkning av klimatpåverkan för ett nyproducerat flerbostadshus med massiv stomme av trä*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- LÅGAN. (den 01 11 2019). *Klimatbedömningsmetoder*. Hämtat från LÅGAN: http://www.laganbygg.se/avslutade/klimatbedomningsmetoder__211
- Malmkvist, T. E. (2018). *Minskad klimatpåverkan från flerbostadshus. LCA av fem byggsystem*. Sveriges Byggindustrier.
- Malmqvist, T. o. (2017). *LCA-baserade miljökrav i byggandet. Verktygslåda för livscykelanalys i byggandet*. Stockholm: E2B2.
- Naturvårdsverket. (den 01 11 2019). *Sveriges klimatlag och klimatpolitiska ramverk*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Sveriges-klimatlag-och-klimatpolitiska-ramverk/>
- Petrovic, B. (den 15 05 2019). PhD Dalarna University. (S. Borgström, Intervjuare)
- Petrovic, B. M. (2019). Life cycle assessment of a wooden single family house in Sweden. *Applied Energy* (251).
- Regeringen. (den 19 06 2019). *Uppdrag att förbereda införandet av krav på redovisning av en klimatdeklaration vid uppförande av byggnader*. Hämtat från regeringen: <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2019/06/uppdrag-att-forbereda-inforandet-av-krav-pa-redovisning-av-en-klimatdeklaration-vid-uppforande-av-byggnader/>
- Saint Gobain Iberica SL. (2017). *Villa Vera building; EPD S-P-01139*. The International EPD System.
- SGBC. (den 20 09 2019). *Frågor och tekniska rådets svar*. Hämtat från SBGC: <https://www.sgbc.se/certifiering/miljobyggnad/certifieringsstod-for-miljobyggnad/fragor-och-tekniska-radets-svar/>
- Socialdemokraterna. (u.d.). *Utkast till sakpolitisk överenskommelse*. Hämtat från <https://www.socialdemokraterna.se/globalassets/aktuellt/utkast-till-sakpolitisk-overenskommelse.pdf>
- Sweden Green Building Council. (den 15 05 2019). *SGBC*. Hämtat från SGBC: www.sgbc.se
- Vlassopoulou, E. (den 16 05 2019). LCA Älvsbyhus inkl kompletterande info på e-post. (S. Borgström, Intervjuare)