

Avdelningen för Byggnadsfysik
Examensarbete TVBH—22/5123
Lund 2022

Återbruk av byggmaterial i trä

Trä ur ett hållbarhetsperspektiv

Martin von Sydow
Oliver Andersson



LUNDS
UNIVERSITET

Återbruk av byggmaterial i trä

Trä ur ett hållbarhetsperspektiv

Oliver Andersson
Martin von Sydow

Examensarbete

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

© Martin von Sydow och Oliver Andersson

ISRN LUTVDG/TVBH—22/5123—SE 36 sidor
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 LUND

Sammanfattning

Dokumentutgivare, Dokumentet kan erhållas från
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Vid Lunds universitet
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Avdelningen för byggnadsfysik
Box 118
221 00 LUND

Dokumenttitel och undertitel

Återbruk av byggmaterial i trä
Trä ur ett hållbarhetsperspektiv

Dokumentnamn:

Examensarbete

Utgivningsdatum:

2022-06-01

Författare:

Oliver Andersson

Martin von Sydow

I dagsläget står byggbranschen för en betydande del av de totala utsläppen av växthusgaser i Sverige. Resurseffektiviteten är låg och värdet av de råvaror som används i dagsläget tillvaratags ej på ett effektivt sätt. Det råder ingen tvekan om att användningen av naturresurser är ett problem, något som går att förbättra genom att exempelvis öka graden återanvändning i materialflödet och vidta andra effektiviserande åtgärder och ett större fokus på hållbarhet.

Detta examensarbete undersöker vilka utmaningar återbruket i dagsläget står inför och eventuella åtgärder. Man kommer även att jämföra skillnad i utsläpp av koldioxidekvivalenter mellan nyproduktion och återanvändning. Vi kommer att fokusera på två trämaterialgrupper: KL-trä och sågat och hyvlat virke av gran och tall. Arbetet undersöker även under vilka förutsättningar ett material är återbrukbart, det vill säga vilka egenskaper och vilken kvalitet det måste bibehållas för att motsvara kraven för återbruk. Man kan förenklat säga att syftet med rapporten är att studera trä som byggmaterial ur ett hållbarhetsperspektiv, med ett särskilt fokus på återbruk.

För att besvara de nedtecknade frågeställningarna har vi samlat in information genom litteraturstudier och intervjuer. Rapporten är uppbyggd så att den ska ge en nödvändig bakgrund till arbetet för att i följande kapitel försöka bemöta frågeställningen.

Sammanfattningsvis kan man säga att byggbranschen kräver förändring med avseende på hållbarhet. Ett effektivt sätt att göra relativt stor förändring är genom återanvändning av redan befintliga resurser. Idag är detta inget vedertaget arbetssätt och för att nå dit behöver branschen ta sig förbi en rad utmaningar.

Rapporten redogör för skillnad i utsläpp mellan nyproduktion och återbruk av olika träprodukter. Den går också igenom olika utmaningar kopplade till återbruk och under vilka förutsättningar ett byggnadsmaterial i trä är återbrukbart.

Handledare:

Torleif Bramryd, institutionen för service management och tjänstvetenskap

Examinator:

Stephen Burke, Avdelningen för byggnadsfysik

Nyckelord: Återbruk, KL-trä, Konstruktionsvirke, Livscykelanalys, Hållbarutveckling, Byggbranschen, Koldioxidekvivalenter



Abstract

Organisation, The document can be obtained through
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Vid Lunds universitet
Department of civil and environmental technology
Division of building physics
Box 118
SE- 221 00 LUND

Title and subtitle

Reuse of wood building materials
Wood from a sustainability perspective

Type of document:

Bachelors thesis

Date of issue

2022-06-01

Authors:

Oliver Andersson
Martin von Sydow

At present, the construction industry accounts for a significant part of the total greenhouse gas emissions in Sweden. Resource efficiency is low and the raw materials currently used are not utilized in an efficient manner. There is no doubt that the consumption of natural resources is a problem, something that can be improved by, for example, increasing the degree of reuse in the material flow and taking other more efficient measures and a greater focus on sustainability.

This thesis examines the challenges that recycling currently faces and measures the savings in carbon dioxide equivalents from reusing wood products. It will also compare the difference in emissions of carbon dioxide equivalents between new production and reuse. The work also examines the conditions under which a material is recyclable. It can simply be said that the purpose of the report is to study wood as a building material from a sustainability perspective, with a special focus on recycling.

In summary, it can be said that the construction industry requires change with regard to sustainability. An effective way to make relatively large changes is through the reuse of already existing resources. Today, this approach is not standard and to get there, the industry needs to get past a number of challenges. The report contributes with data and also with discussions and suggestions for improvements so that we can jointly create a more sustainable construction industry.

Supervisor:

Torleif Bramryd, Department of service management and service science

Examiner:

Stephen Burke, Division for building physics

Keywords: Reuse, CLT, Structural timber, Life cycle assessment, Sustainable development, Construction, Carbon dioxide equivalent



Förord

Följande rapport är resultatet av vårt examensarbete som genomförts under vårterminen 2022 som en avslutande del i högskoleingenjörsprogrammet Byggteknik med arkitektur på Lunds Tekniska Högskola. Arbetet har gjorts för Institutionen för bygg- och miljöteknologi. Examinator för examensarbetet var Stephen Burke på Avdelningen för byggnadsfysik

Vi vill först och främst rikta ett otroligt stort tack till vår handledare Torleif Bramryd på Institutionen för service management och tjänstvetenskap som har bidragit med mycket bra hjälp och stöttning under examensarbetets gång. Torleif har kommit med kloka råd och tankar och kommit med bra konstruktiv kritik och inspirerat oss att göra ett så bra arbete som möjligt. Tack så mycket Torleif för alla handledarmöten vi haft och för att du har delat din tid och kunskap med oss.

Vidare vill vi tacka alla som ställt upp på intervjuer eller på andra sätt bidragit med relevant data och tips. Tack för att ni tagit er tid att hjälpa oss under skrivandets gång.

Sist men inte minst vill vi tacka våra familjer och vänner som stöttat oss båda under våra 3 år på Lunds Tekniska Högskola.

Helsingborg, juni 2022

Oliver Andersson & Martin von Sydow



Innehållsförteckning

| | |
|---|-----|
| Sammanfattning..... | i |
| Abstract | iii |
| Förord | v |
| Innehållsförteckning | vii |
| Begreppsordlista | ix |
| 1 Inledning..... | 1 |
| 1.1 Bakgrund | 1 |
| 1.1.1 Byggsektorns påverkan på klimatet..... | 1 |
| 1.1.2 Hållbar utveckling | 2 |
| 1.1.3 Trä som byggnadsmaterial..... | 3 |
| 1.1.4 Behov av förändring | 3 |
| 1.2 Syfte och mål | 3 |
| 1.2.1 Frågeställningar | 4 |
| 1.3 Avgränsningar | 4 |
| 2 Metod..... | 5 |
| 2.1 Livscykelanalys | 5 |
| 2.2 Litteraturstudie | 5 |
| 2.3 Intervjuer | 5 |
| 2.4 Analys av konstruktionsvirke | 5 |
| 2.5 Analys av KL-trä..... | 7 |
| 2.5.1 Antaganden och förutsättningar för resultat | 7 |
| 2.6 Beräkningar för klimatpåverkan..... | 7 |
| 3 Teori | 9 |
| 3.1 Bygga i trä – byggbranschens viktigaste verktyg för att bidra till klimatmålen? | 9 |
| 3.2 Trä som byggnadsmaterial..... | 10 |
| 3.2.1 Konstruktionsvirke | 10 |
| 3.2.2 KL-trä som konstruktionsmaterial..... | 10 |
| 3.2.3 KL-trä ur miljösynpunkt..... | 11 |
| 3.3 Positiva egenskaper hos KL-trä..... | 13 |
| 3.4 Ekologisk hållbar utveckling | 13 |
| 3.5 Cirkulär ekonomi..... | 14 |
| 3.5.1 Trä - från vagga till vagga | 16 |
| 3.6 Återanvändning av trämaterial | 17 |
| 3.7 Ekonomiska utmaningar för återbruk | 17 |
| 3.8 Begagnade material och deras användbarhet..... | 18 |
| 3.9 Livscykelanalys | 18 |
| 4 Resultat..... | 23 |
| 4.1 Beräkning av A4 & A5 | 23 |
| 4.2 Utsläpp vid nyproduktion | 23 |
| 4.2.1 Konstruktionsvirke | 23 |
| 4.2.2 KL-trä | 23 |
| 4.3 Utsläpp vid återbruk | 24 |
| 4.3.1 Konstruktionsvirke | 24 |
| 4.3.2 KL-trä | 24 |
| 4.4 Summering utsläpp nyproduktion och återbruk | 24 |
| 4.4.1 Konstruktionsvirke | 24 |
| 4.4.2 KL-trä | 24 |
| 4.5 Resultat från intervjuer | 25 |
| 4.5.1 Intervju 1 | 25 |
| 4.5.2 Sammanfattning av intervju 2..... | 25 |
| 5 Diskussion | 27 |
| 5.1 Träbyggandets plats i en grön omställning med fokus på återbruk | 27 |
| 5.2 Utmaningar för ökat återbruk | 27 |

| | | |
|-----|--|----|
| 5.3 | Ökade möjligheter för återbruk med KL-trä..... | 28 |
| 5.4 | Metoddiskussion..... | 29 |
| 6 | Slutsatser | 31 |
| | Referenser..... | 33 |
| 7 | Bilagor..... | 35 |

Begreppsordlista

Avfall – Definitionen av avfall är enligt 15 kap. 1 § miljöbalken (MB) (1998:808) ”varje ämne eller föremål som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med”.

KL-trä – Förkortning av korslimmat trä är massiva träskivor bestående av hyvlat virke som limmats ihop med vartannat skikt lagt vinkelrätt vilket ger en ökad formstabilitet. Konstruktionsmaterialet har många olika användningsområden så som bjälklag, väggar och yttertak.

Livscykelanalys (LCA) – Med en LCA utvärderas miljöpåverkan och resursanvändningen för produkter, system eller tjänster utifrån hela dess livstid. Detta görs utifrån en standardiserad, vetenskaplig och kvantitativ metod som följer ISO 14025 med syftet att förstå den totala miljöpåverkan. Det finns flera användningsområden för LCA:er och bland annat görs det numera flera LCA:er på byggnader.

Återbrukbar – Med återbrukbar avses i detta examensarbete att något har designats, tillverkats och på annat vis förberetts så att det i framtiden är möjligt att återbruka.

Återvinning – Definitionen av återvinning är enligt 15 kap. 6 § MB ”att vidta en åtgärd som innebär att avfall kommer till nytta som ersättning för något annat material”. Det kan handla om att avfallet förbereds för återanvändning. Ofta avses dock, liksom i detta examensarbete, materialåtervinning som enligt definitionen i 15 kap. 6 § MB är att ”upparbeta avfall till nya ämnen eller föremål som inte ska användas som bränsle eller fyllnadsmaterial”. Det handlar alltså om att använda materialet i produkten till nya syften och inte produkten i sig varvid det arbete och den energi som krävts för att framställa produkten inte bevaras fullt ut till skillnad från vid återbruk.

GWP-biogen - Utsläpp från biogent kol, inklusive det biogena kol som finns bundet i produkten.

GWP-fossil - Utsläpp från fossila källor.

GWP-luluc - Växthusgaser som släpps ut som en del av förändrad markanvändning.

Cirkulär ekonomi – Ett uttryck för ekonomiska modeller som lyfter fram affärsmöjligheter där kretslopp dominerar snarare än linjära processer

Koldioxidekvivalent (CO_2ekv) – En mängd gas som motsvarar climateffekten av koldioxid

Cirkulärt byggande – Ett begrepp som beskriver hur man på olika sätt kan minimera avfall eller öka återbruk för att få ett kretslopp inom byggbranschen

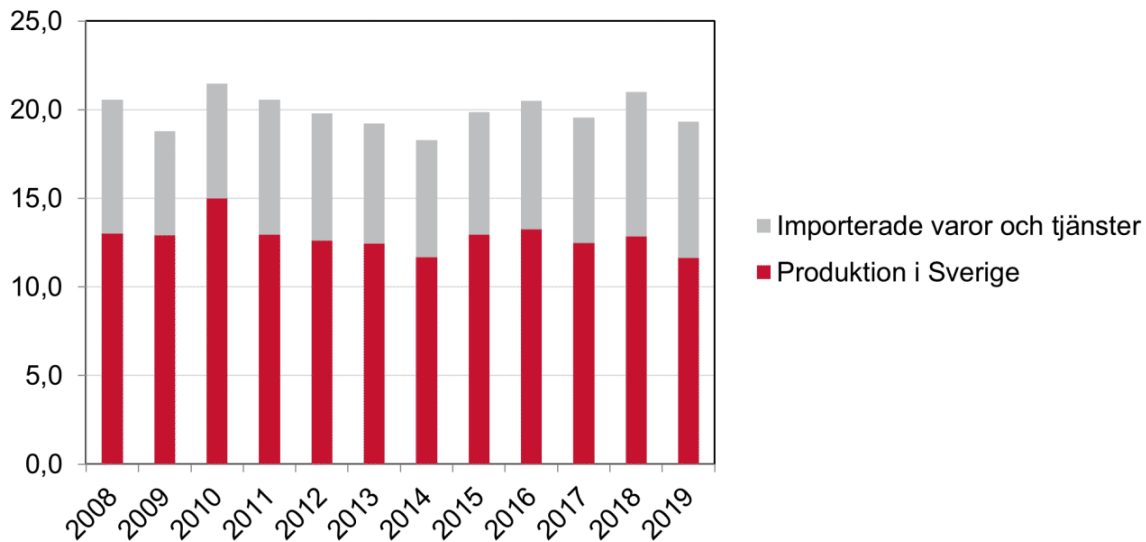
1 Inledning

1.1 Bakgrund

1.1.1 Byggsektorns påverkan på klimatet

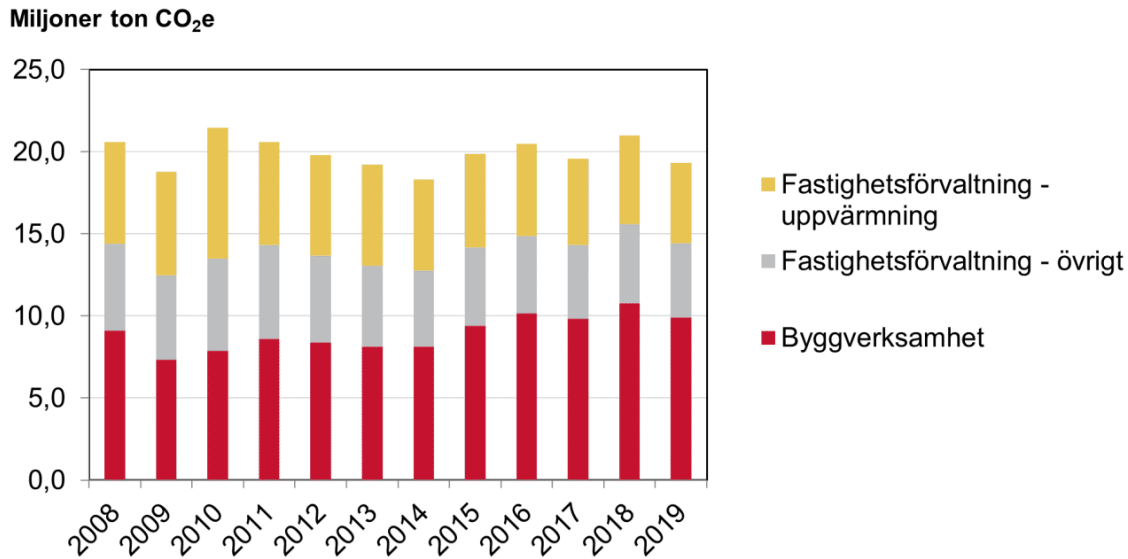
Bygg- och fastighetssektorn genererar omkring en femtedel av Sveriges inhemska utsläpp av växthusgaser (globalt ca 40 procent) motsvarande cirka 11,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter (Boverket 2021). Till följd av import av byggmaterial och andra varor genererar branschen även stora utsläpp i andra länder motsvarande omkring 7,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Det ger ett årligt utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetsbranschen på ungefär 19,4 miljoner koldioxidekvivalenter.

Miljoner ton CO₂e



Figur 1: Totala utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn (Boverket, 2021)

Om man sedan bryter ner dessa värden i undergrupperna fastighetsförvaltning (uppvärmning), fastighetsförvaltning (övrigt, bl.a. renoveringar och ombyggnad) och byggverksamhet (nybyggnad) ser diagrammet istället ut enligt följande:



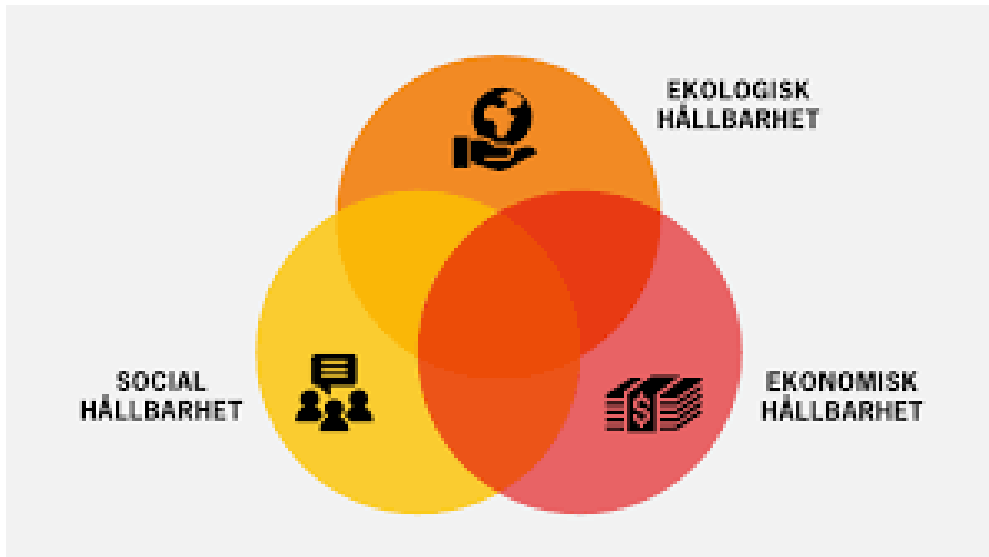
Figur 2: Totala utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn fördelat på branscher (Boverket, 2021)

Vi kan avläsa att byggverksamheten där direkt miljöpåverkan från själva byggproduktionen och indirekt miljöpåverkan från tidigare steg i processen, till exempel vid framställning av byggmaterial ingår generat omkring hälften av utsläppen av växthusgaser för fastighets- och byggsektorn (Boverket 2021). De beräkningar som gjorts och resulterat i bifogade diagram (se figur 2 och 3) har beräknats av boverket (2021). Trenderna för utsläpp av växthusgaser till följd av byggverksamhet varierar något, men är relativt konstanta över lång tid. Detta innebär att det finns stor utvecklingspotential för att minska miljö- och klimatbelastningen för denna undergrupp (Boverket 2021).

Enligt Kungliga Ingenjörsvetenskapliga akademien (2014) har studier visat att olika byggmaterial står för omkring 84 procent av klimatpåverkan i byggprocessen från och med grundplattan. Trämateriel genererar omkring 20 procent vilket kan jämföras med betong som står för ungefär 50 procent av klimatpåverkan. Enligt Fossilfritt Sverige (2021) har branschen, i hopp om att minska sina utsläpp av växthusgaser, inom regeringsinitiativet Fossilfritt Sverige, tagit fram Färdplan 2045. Färdplanen syftar till att kartlägga sina utsläpp, sätta upp mål och kraftigt minska sina utsläpp för att nå netto noll utsläpp år 2045.

1.1.2 Hållbar utveckling

Lunds universitet (2020) skriver på sitt hållbarhetsforum hur FN under senare halvan av 80-talet tog fram rapporten ‘‘vår gemensamma framtid’’, informellt kallad Bruntlandrapporten. I rapporten beskrivs en landsöverskridande definition för hållbar utveckling i form av en grundregel vilken lyder – ”en hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra framtida generationers möjlighet att tillfredsställa sina behov” (Bruntlandkommissionen 1987). Bruntlandrapporten ligger än idag till grund för FN:s arbete med hållbar utveckling och utgör ett övergripande mål för svensk politik. Hållbar utveckling brukar definieras som samverkan mellan social-, ekonomisk och ekologisk hållbarhet.



Figur 3: Hållbar utveckling (Ledarna 2022)

Omkring trettio år senare, 2015, tas två avgörande globala beslut, vilka lade grunden till de så kallade sjutton globala målen för hållbar utveckling (Hållbarhetsforum Lunds universitet 2020). Ett av målen, nummer tretton - bekämpa klimatförändringarna, syftar till att lösa den pågående klimatkrisen. Under december samma år slöts parisavtalet, ett klimatavtal där ledare från hela världen beslutade att tillsammans jobba för en global en uppvärmning under två grader.

1.1.3 Trä som byggnadsmaterial

Enligt Svenskt trä (2022) är trä Sveriges historiskt sett viktigaste byggmaterial och har använts långt tillbaka i tiden, med träbyggnader bevarade ända sedan 1200-talet. Man kan således säga att byggnader i trä är starkt förknippade med vårt kulturarv. Omkring hälften av alla bostadshus i Sverige är byggda i trä. Träets popularitet beror dels på av att vi är, och historiskt har varit ett skogsrikt land, dels på att det är ett praktiskt material med många användningsområden. Trä som byggnadsmaterial har många positiva fördelar ur ett hållbarhetsperspektiv och förekommer i stor variation med avseende på egenskaper och kvalitet, både inom och mellan olika träslag.

1.1.4 Behov av förändring

För att minska klimatpåverkan från byggbranschen behövs en rad åtgärder. Enligt Katrin Zeise (2021) är en viktig åtgärd vad gäller byggprojekt att man bör bygga återvinningsbart. Man bör redan från början planera och bygga hus vars beståndsdelar är återanvändnings- eller åtminstone återvinningsbara. Det är en fördel om alla ingående material i en byggnad är så homogena som möjligt och att man använder så få olika material som möjligt. Detta är positivt ur flera perspektiv eftersom det även underlättar sorteringen av det material som trots ambitionen att återanvända eller återvinna inte håller måttet och måste kasseras.

1.2 Syfte och mål

Huvudmålet med uppsatsen har varit att försöka jämföra skillnaden mellan att använda nytt trä som byggmaterial jämfört med att använda återbrukat trä ur ett koldioxidperspektiv. Delmål har varit att få en djupare förståelse för vilka utsläpp som genereras under ett trämaterials livscykel samt att kunna beskriva under vilka förutsättningar ett trämaterial kan återanvändas. Det vill säga hur egenskaper och kvalitet förändras över tid. Vi hoppas också kunna bidra med en aktuell uppfattning om vilka utmaningar byggande i trä, men framförallt återbruk av trämaterial möter idag. Man kan också säga att rapporten syftar till att skapa en djupare förståelse för byggnadsmaterialet trä ur ett hållbarhetsperspektiv i största allmänhet.

Delmålen har utgjort underlag för att på ett så givande och representativt sätt som möjligt, inom given tidsram, kunna jämföra de olika alternativen med varandra. Syftet med arbetet är sammanfattningsvis att studera trä som byggmaterial ur ett ekologiskt hållbarhetsperspektiv. Förhoppningen och motivationen var hela tiden att medföra kompletterande kunskap som i förlängningen kan underlätta att bygga mer hållbart.

1.2.1 Frågeställningar

Nedan listas de frågeställningar vi syftar att svara på genom arbetets gång:

- Under vilka förutsättningar är trä återbrukbart?
- Vilka är utmaningarna för ett ökat återbruk av trämaterial?
- Hur stora utsläppsbesparingar med avseende på koldioxidekvivalenter kan man göra genom att återanvända ett trämaterial istället för att skapa ett nytt?

1.3 Avgränsningar

Arbetet avser endast att beröra miljöpåverkan orsakad av och relaterade till träprodukterna KL-trä samt sågat och hyvlat virke av gran och tall. Arbetet tar inte heller hänsyn till andra utsläppsformer än koldioxidekvivalenter. Studien avser svenskt trä och svensk produktion. Hela kedjan är alltså inom Sverige och under svenska förhållanden. Data hämtad från Svenskt Trä omfattar omkring en fjärdedel av det hyvlade virke som produceras i Sverige. Data har samlats in från 16 hyvlerier och täcker produktionen av 2 200 000 m³ hyvlat träprodukt. Data för att producera hyvlat virke samlas in från ett representativt urval av hyvlerier i Sverige och viktas till ett genomsnitt. De ingående träslagen är svensk gran och furu (tall). Vi kommer inte i någon teknisk eller djupgående mening diskutera eller studera vilka kort- och långsiktiga konsekvenser svenskt skogsbruk har med avseende på markförändringar eller annan påverkan på natur, miljö eller klimat än direkta utsläpp av koldioxidekvivalenter. Detta som följd av att vi gör *antagandet* att svenskt skogsbruk är hållbart.

2 Metod

2.1 Livscykelanalys

I en del av arbetet görs en djupare studie av livscykelanalyser för trä som byggnadsmaterial i olika former. Data för att kunna forma livscykelanalyserna har hämtats ur EPD:er framtagna av bland annat Svenskt Trä för konstruktionsvirke och Stora Enso för KL-trä (Svenskt Trä 2019, s.8) (Stora Enso 2019, s.7-9). EPD:erna har hämtats från databasen Environdec som tillhandahåller ett internationellt dataprogram för framtagning av EPD samt en databas för dessa (The international EPD system 2022). Under detta kapitel redogör vi för hur vi har använt den inhämtade informationen och delar upp konstruktionsvirke och KL-trä för sig. Arbetet inkluderar både konstruktionsvirke och KL-trä eftersom de har olika fördelar, nackdelar och egenskaper med avseende på återbruk. KL-trä är exempelvis relativt enkelt att med tidig planering möjliggöra för återbruk redan vid montering. Stommar i konstruktionsvirke är, tvärtom, relativt komplicerade att återbruka eftersom de ofta består av ganska detaljerade konstruktioner men är i dagsläget vanligast förekommande.

2.2 Litteraturstudie

Stora delar av bakgrund- och teorikapitlen är baserade på en litteraturstudie. Det innebär att vi hämtat information från publicerade artiklar, arbeten, hemsidor och dylikt. Inhämtad information har sedan systematiskt, metodiskt och kritiskt granskats.

2.3 Intervjuer

Under arbetet genomfördes två intervjuer varav en med representant från byggtreprenörsidan och en med person verksam inom hållbarhetsarbete för byggbranschen. Intervjun med byggtreprenör skedde fysiskt där vi besökte en byggarbetsplats för ett projekt till stor del uppfört i KL-trä medan den andra intervjun skedde digitalt.

2.4 Analys av konstruktionsvirke

Huvuddelen av den data som använts till detta kapitel är hämtat från en EDP för svenska sågade och hyvlade träprodukter i furu och gran upprättad av Svenskt Trä. Produktdeklarationen är uppförd i samarbete med, och med hjälp av data från företagen Derome, JGA, Martinsons, Sandåsa Timber, SCA, Valbo trä, Varberg Timber och Vida plants. För att de siffror som kommer att redovisas i en senare del av detta kapitel ska få någon mening så förklaras inledningsvis vad den baseras på, olika definitioner och begrepp. Syftet med detta avsnitt är att förklara hur vi har använt och tolkat datan från produktdeklarationen.

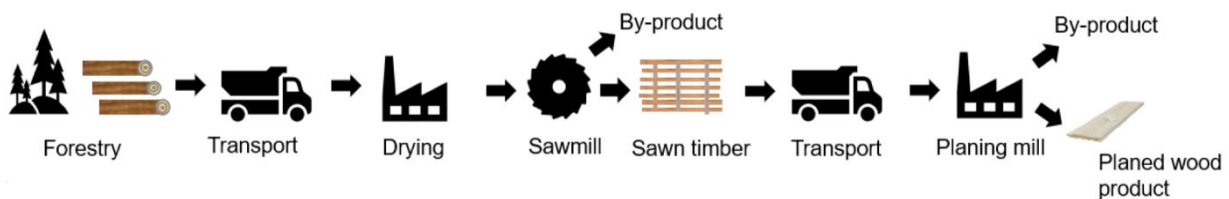
En livscykeldata ur en EPD framtagen med Environdec är generellt sett uppdelad i 17 utsläppsposter, A1-5, B1-7, C1-4 och D, se bild X.

Återbruk av byggmaterial i trä
Trä ur ett hållbarhetsperspektiv

| | Product stage | | Construction process stage | | | Use stage | | | | | | | End of life stage | | | | Resource recovery stage |
|--------|---------------------|-----------|----------------------------|-----------|---------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|---------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|------------------|----------|------------------------------------|
| | Raw material supply | Transport | Manufacturing | Transport | Construction installation | Use | Maintenance | Repair | Replacement | Refurbishment | Operational energy use | Operational water use | De-construction demolition | Transport | Waste processing | Disposal | Reuse-Recovery-Recycling-potential |
| Module | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D |

Tabell 2: Förklaring över vad som ingår i de olika posterna A1-A5, B1-B7, C1-C4 och D (Svenskt Trä 2021)

Modul A1-3 motsvarar produktstadiet i livscykeln för sågat och hyvlat virke, då man framställer produkten. Närmare beskrivet så motsvarar A1 framställning av råvara (plantering, underhåll som gödsling etc. och avverkning), A2 transport av råvara från skog till plats för torkning och bearbetning (sågning och hyvling) och A3 framställning av själva produkten, alltså såga och hyvla råmaterialet till en produkt redo för användning. Utsläppskällor som tas med i beräkningen i detta stadie är bland annat produktion av råvara, energi och bränsle kopplat till de olika posterna, transport till sågverk, sågning och hyvling av råvara, produktion och transport av förpackningsmaterial, hantering av avfall, biprodukter och spill från produktionen (både vid sågning och hyvling) och produktion av erforderlig värme och elektricitet vid framställning av produkten. För överskådlighet redovisas ingående processer förenklat i bild 17:



Figur 17: Beskrivning av A1-A5 (Svenskt Trä 2021)

Modul C1-4 motsvarar slutskedet eller "end-of-life"-stadiet av livscykeln för sågat och hyvlat virke. Här ingår nedmontering av produkten, transport, avfallshantering, flisning av produkten (del av återvinning) och bortskaffning (C4). För överskådlighet redovisas ingående processer från C1-3 förenklat i bild 18:



Figur 18: Beskrivning av C1-C4 (Svenskt Trä 2021)

Modul D består av energiåtervinning som är det vanligaste sättet för avfallshantering av träavfall i Sverige.

I EPD:n redovisas 13 indikatorer varav 3 är av intresse för denna studie som fokuserar på utsläpp av koldioxidekvivalenter. De tre indikatorerna är *GWP-fossil* (utsläpp från fossila källor), *GWP-biogen* (utsläpp från biogent kol, inklusive det biogena kol som finns bundet i produkten, och *GWP-luluc* (växthusgaser som släpps ut som en del av förändrad markanvändning) där GWP står för Global Warming Potential.

Den data som sammanställts är ett medelvärde av data de olika samarbetspartnerna/leverantörerna har bidragit med. Det finns alltså fall där utsläppen är högre, men också lägre än vad som kan utläsas i denna

EPD. Utsläpp för respektive indikator redovisas i resultatdelen i enheten kgCO_{2eq} per kubikmeter sågad och hyvlad träprodukt av furu och gran.

2.5 Analys av KL-trä

På samma sätt som beskrivs i avsnitt 4.1.2.1 Konstruktionsvirke har Stora Enso tagit fram en EPD som redovisar motsvarande utsläpp av koldioxidekvivalenter för KL-trä. Vi anser det därför ej nödvändigt att gå in i detalj för KL-trä. Däremot bör nämnas att Stora Enso har med posterna A4-5 som motsvarar transport till monteringsställe samt montage av produkt i sin EPD och dessa behöver således inte beräknas separat.

2.5.1 Antaganden och förutsättningar för resultat

För att beräkna skillnaden i utsläpp av koldioxidekvivalenter mellan nyproduktion och återbruk gör vi antagandet att (1) råvaran som inte behöver skördas vid återbruk fortsätter att växa genom en hel livscykel till. En normalväxande barrskog under gynnsamma tillväxtbetingelser tar ungefär 100 år från frö till skörd i Sverige och trädet har då lagrat omkring 773kg CO₂/m³ genom livscykeln (Svenskt trä, 2021). Antagandet görs att (2) post A4-5 ser precis likadan ut efter att man monterat ner produkten och transporterar den till en ny plats som det gör när man för första gången transporterade den nyproducerade träprodukten till en arbetsplats.

Skillnaden mellan livscyklerna för nyproduktion och återbruk är att livscykeln för den återbrukade produkten börjar vid steg A4. Man kommer dock att lägga till koldioxidlagringen (som vanligen är en del av post A1-3) som en följd av antagande (1). Eftersom den koldioxid som redan finns lagrad sedan början fortfarande finns kvar, samtidigt som vi tar bort post A1-3 från återbruksscenarioet, så måste vi komplettera med ytterligare 773 kg CO₂/m³. För återbruk gäller alltså en kolsänka på totalt 1546 kg CO₂/m³ (ursprunglig inkl. ny antagen kolsänka). Vi antar också att (4) kolsänkan för Stora Ensos KL-trä är densamma som Svenskt Trä deklarerar i sin EPD (773 kg CO₂/m³).

Ett viktigt antagande som påverkar arbetet i hög grad är att vi gör antagandet (5) att svenskt skogsbruk är hållbart. Vi kommer således inte göra någon utvecklad studie som avser förändrade markförhållanden (exempelvis näringsfattig jord) eller annan påverkan på natur, miljö eller klimat till följd av svenskt skogsbruk.

2.6 Beräkningar för klimatpåverkan

Då det på vissa ställen fattades data om klimatutsläppen i modul A4-A5 användes boverkets metod för att beräkna denna. För att beräkna A4 användes följande formel: $(Materialts\ vikt) \times GWP$. För att beräkna A5 använder man sig av följande formel: $(Materialets\ vikt - (Materialets\ vikt \times 1,05)) \times GWP$ där 1,05 motsvarar en spillfaktor på 5 %.

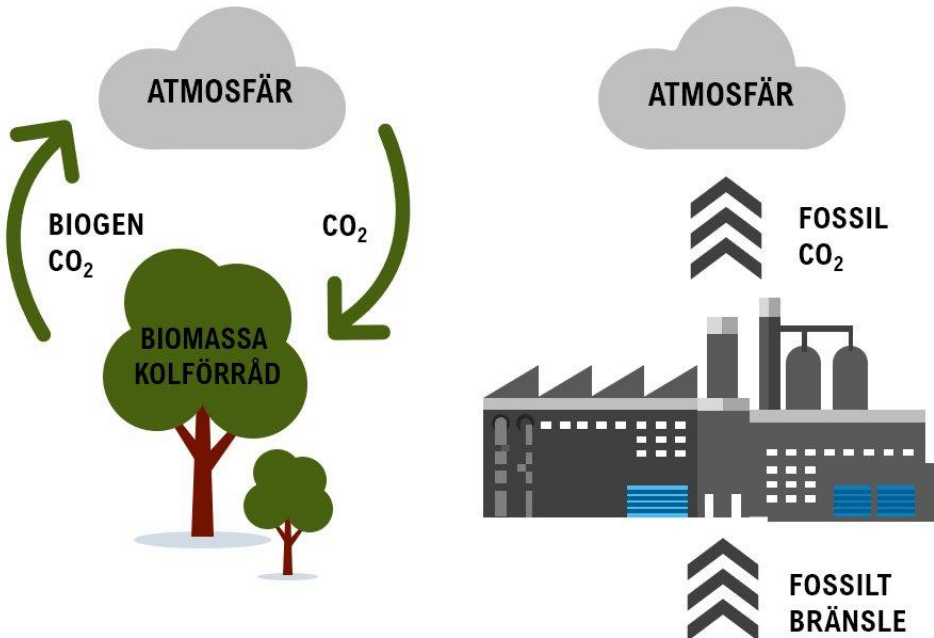
3 Teori

I följande kapitel presenteras resultatet från litteraturstudien. Kapitlet är uppdelat i en rad olika underrubriker där syftet av rubrikerna är att få underlag för att sedan kunna besvara frågeställningarna, som redogjorts under avsnitt 1.2.1 Frågeställningar, samt uppnå de mål och syfte som presenterats i avsnitt 1.2 Syfte och mål

3.1 Bygga i trä – byggbranschens viktigaste verktyg för att bidra till klimatmålen?

Enligt Svenskt trä (2021) är det möjligt för växande träd att binda och lagra koldioxid genom fotosyntesen. Ju snabbare ett träd växer, desto snabbare går bindandet av koldioxid. Även om avverkade träd inte kan binda koldioxid i samma mening som ett växande träd, så finns fortfarande den koldioxid som redan är bunden kvar i trädet efter avverkning. Det är därför bättre ur ett klimatperspektiv att använda skogen och virket än att låta skogen växa menar organisationen Svenskt Trä. Trä passar ur detta perspektivet extra bra som byggmaterial, framförallt stommaterial, då byggnader ofta är långlivade.

Svenska skogar under mycket lång tid sköts om och hanterats med stor varsamhet (Naturvårdsverket 2021). En huvudregel är att för varje träd som avverkas, så planterar man minst två nya. På så vis är alltid tillväxten större än uttaget, och att vi har ett virkesförråd som ständigt är under tillväxt. Det finns många miljö- och klimatfördelar med att välja trä som byggmaterial. Produktionen och bearbetning som sågning och hyvling av trämaterial är jämfört med andra material relativt resurssnålt. Man kan dessutom ta vara på biprodukter, som exempelvis bark och spån, vid framställning av biobränsle till sågverkens torkar. Vid användning av trä så sker som tidigare nämnt lagring av koldioxid under hela materialets livslängd. Då man ersätter andra material som inte kommer från förnybara råvaror med trä så bidrar man dessutom till substitutionseffekten, det innebär att man ersätter utsläpp av fossil koldioxid med utsläpp av biogen koldioxid. De biogena koldioxidutsläppen förstärker inte den naturliga växthuseffekten eftersom det kommer ifrån kol som redan ingår i det biologiska kretsloppet. Detta till skillnad från fossil koldioxid som vid utsläpp till atmosfären alltid innebär ett nettotillskott.



Figur 4 (Naturvårdsverket 2021)

Trähus är lätta att bygga om, laga och bygga till och trämaterial går att återanvända genom att exempelvis använda gamla fönster och golv vid nyproduktion, eller återvinna genom att bryta ner och skapa nya material. Träets flexibla egenskaper möjliggör en lång livslängd för trähus, och framförallt olika byggdelar i trä. När träet sedan är förbrukat och inte längre är tjänligt som byggmaterial kan det användas till att framställa biobränsle som kan ersätta fossila bränslen. När förbrukade träprodukter slutligen förbränns som biobränsle tillförs, till skillnad från vid förbränning av fossila bränslen, inte något nytt tillskott av koldioxid till atmosfären sett. Detta under förutsättningen att man studerar kretsloppet över tid. Utsläppen tas genom

fotosyntesen upp av återplanterade, växande träd och på så vis sluts trädets kretslopp och ett nytt kan börja (Naturvårdsverket 2021).

Stora delar av dagens debatt kring miljöpåverkan orsakad av byggnader fokuserar enligt Svenskt trä (2022) på brukarfasen, alltså från och med att huset står färdigt tills att det rivs. På Svenskt Trä menar man att man också måste räkna in byggfasen för att få en rättvis för att få en översiktlig bild av energiförbrukningen. Även om en byggnad är väldigt energieffektiv i brukarfasen så påverkar framställningen av byggnaden klimatet negativt. Det är därför viktigt att vi använder material och metoder för att minska klimatbelastningen så mycket som möjligt. Och på Svenskt Trä menar man att ökat byggande i trä, med hjälp av moderna byggtekniker är vägen att gå för minimerad klimatpåverkan i byggfasen samtidigt som vi producerar energieffektiva byggnader som uppfyller aktuella krav. alltså är användning av trä ett av de viktigaste verktygen för att klara omställningen för framtida krav på hållbarhet (Svenskt trä 2022).

Mycket talar för ökat byggande i trä. Andra vanligen använda byggmaterial som stål och betong framställs av ändliga råvaror och kräver stora mängder energi att framställa jämfört med trä (Andersson 2021). Beräkningar gjorda av exempelvis Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien styrker att användning av trä som byggmaterial som alternativ till betong visar potentiella klimatvinster. Trämateriell har också förhållandevis låg vikt vilket ställer lägre krav på förberedande markarbeten och färre transporter jämfört med exempelvis betong. Det finns dock inte enbart fördelar. Inom byggindustrin framförs även kritik mot trä som byggmaterial. Man ifrågasätter bland annat träbyggnaders hållbarhet över lång tid, krav på underhåll, brandsäkerhetsperspektiv, risk för fuktskador och utmaningar med exempelvis vind- och akustikproblem.

3.2 Trä som byggnadsmaterial

Trä är det byggmaterial som har de äldsta traditionerna i Sverige (Träguiden 2020). Inom byggbranschen används det på en mängd olika sätt, allt från stommaterial till golv och inredning. Trä är ett material som har varierande materialegenskaper inte bara mellan olika träslag, men även inom samma träslag. Materialegenskaperna hos trä kan också påverkas genom olika slags behandlingar. Grundegenskaperna hos trä skapas av träets genetiska förutsättningar och förhållanden under träets tillväxt. Egenskaper som har stor betydelse för materialets användbarhet är träets styvhet, hårdhet, densitet, beständighet, fuktupptagningsförmåga och värmeledningsförmåga. Utöver dess mekaniska egenskaper varierar även träets visuella egenskaper genom exempelvis kvistar, vedförändring och andra deformationer.

Enligt Astel modular (2022) finns det en rad olika egenskaper hos trä som kan anses vara fördelaktiga. En av dessa egenskaper är träets termiska egenskaper. Då trä är ett material som har mycket låg värmeledningsförmåga leder det till att trähus inte läcker värme speciellt snabbt. Då trä är en mycket god isolator löper det ingen större risk för elektriska problem kopplat till det i form av statisk elektricitet eller liknande. Underhållsaspekten av trä är också något som kan anses vara fördelaktigt. Det är i allmänhet enkelt och relativt billigt att reparera/underhålla träkonstruktioner. Dock skall sägas att det inte bara finns fördelaktiga egenskaper med trä. Trä är ett material som rör sig mycket i följd av fukt och torka, vid höga fukthalter sväller trä och vi låga krymper det. Då trä är ett organiskt material som löper risk för angrepp av både röta och insekter. Det är också högt brännbart vilket man bör beakta när man skall använda det som byggnadsmaterial.

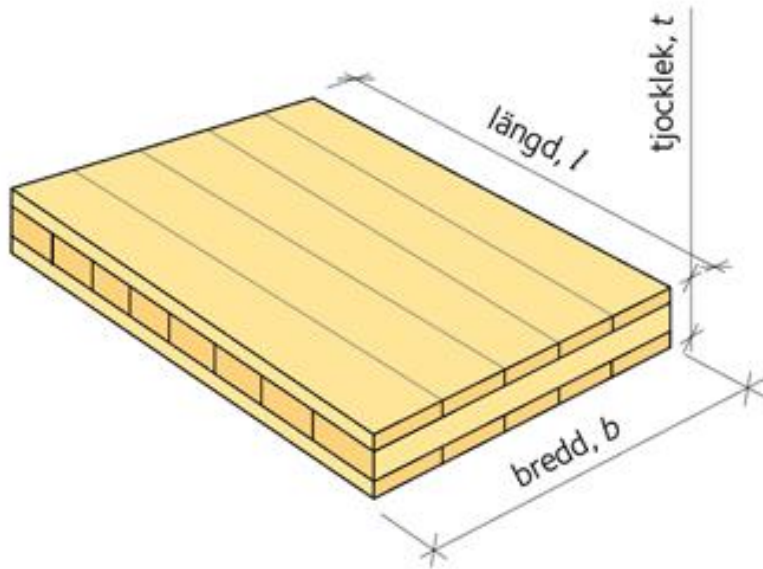
3.2.1 Konstruktionsvirke

Konstruktionsvirke är enligt Träguiden (2021) virke som används till bärande konstruktioner i olika byggnadsverk såsom hus, broar och byggnadsställningar. I Sverige finns det fem olika hållfasthetsklasser för konstruktionsvirke, de heter; C14, C18, C24, C30 och C35. I dessa klasser stiger hållfastheten med varje klass individuella nummer där C14 har lägst hållfasthet och C35 högst. Detta innebär att beroende på vad som skall byggas bör man använda sig av olika hållfasthetsklasser.

3.2.2 KL-trä som konstruktionsmaterial

Korslimmat trä, förenklat kallat KL-trä, är en träprodukt som enligt Träguiden (2017) lämpar sig till många olika konstruktioner. Träguiden menar även på att KL-trä är att föredra ur miljösynpunkt jämfört med andra konstruktionsmaterial då råmaterialet, trä, är ett förnybart material. KL-trä uppbyggt av korsvis lagda plankor eller brädor som limmas ihop korsvis (Träguiden 2017) enligt figur 5 nedan. Materialet skall bestå

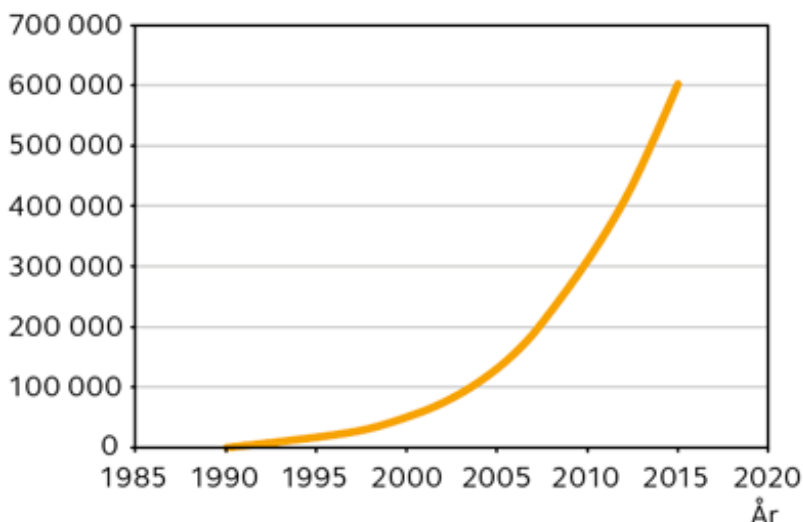
av minst tre skikt. Uppbyggnaden av KL-trä möjliggör bearbetning till nästan vilken form och storlek som helst. KL-trä har, liksom många andra träprodukter i förhållande till sin vikt en mycket god bärförmåga vilket gör det till ett passande material för att bygga stora konstruktioner med höga krav på bärighetsförmåga.



Figur 5: KL-trä Träguiden (2017)

Tekniken för KL-trä introducerades i Sverige under slutet av 1990-talet. Ett av de första projekten i Sverige där man använde sig av KL-trä var *Inre Hamnen* i Sundsvall som stod klar 2006. Utvecklingen av KL-trä i byggbranschen har sedan dess utvecklats i snabb takt och blivit en alltmer använd teknik. Enligt Träguiden (2017) tillverkade man under 2017 ca 15 000 kubikmeter KL-trä i Sverige, en siffra som förväntades öka med tiden. Det är inte bara i Sverige denna teknik har fått fäste, runt om i övriga Europa har användningen av KL-trä ökat i popularitet. Nedan i *Figur 6* redovisas tillverkningsökningen för KL-trä från 1990-talet till nutid.

Tillverkad volym KL-trä i Europa (m³)



Figur 6: Tillverkad volym av KL-trä i Europa (Träguiden 2017)

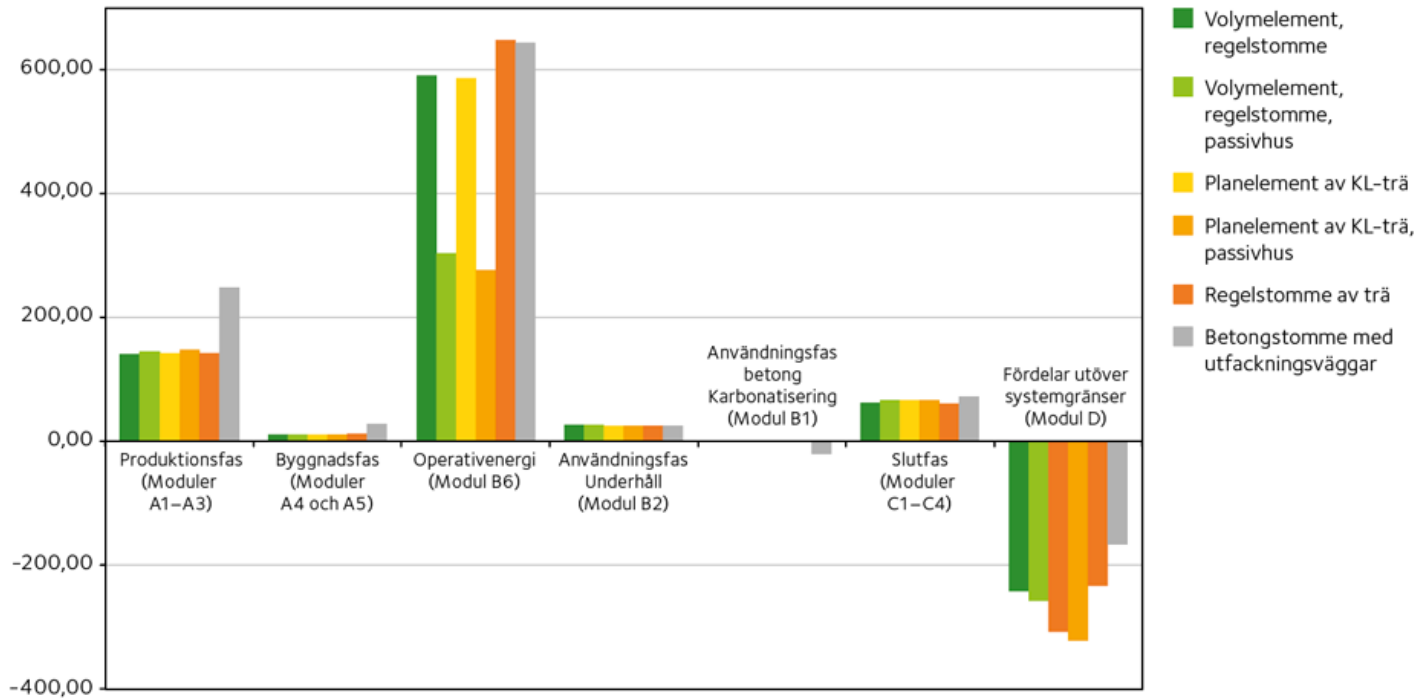
3.2.3 KL-trä ur miljösynpunkt

En byggnad uppförd i KL-trä skiljer sig från byggnader uppförda med traditionella tekniker med betong och stål, bland annat genom att trämaterialiet har en stor mängd inlagrade kolföreningar som binds under byggnadens hela livslängd och vid potentiell återanvändning av KL-elementen ännu längre (Träguiden 2017). I figuren nedan redovisas beräkningen av utsläpp under byggnadens samtliga livscykel faser inklusive

Återbruk av byggmaterial i trä Trä ur ett hållbarhetsperspektiv

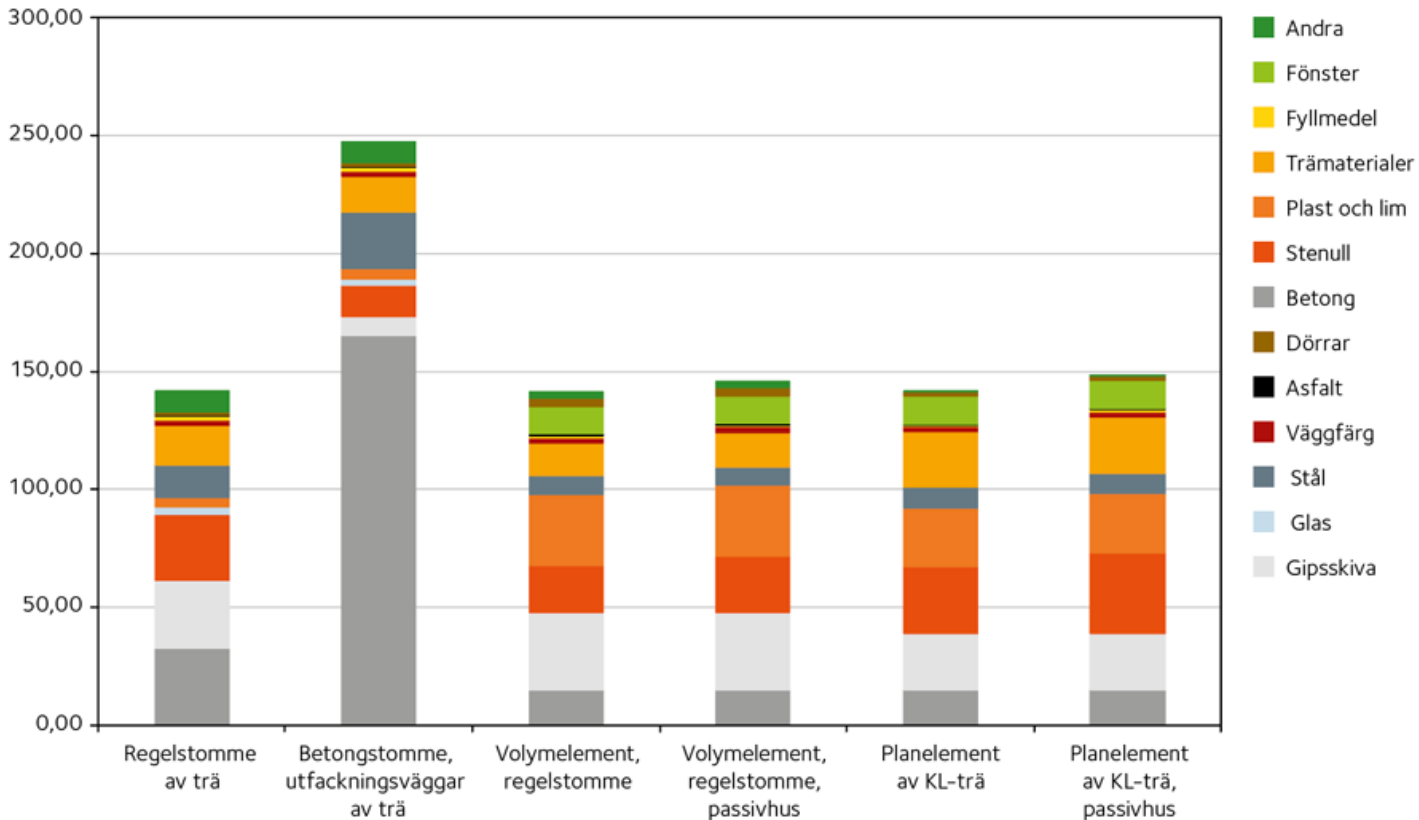
bland annat utsläppen från energianvändning för uppvärmning och varmvatten under 100 års drift av byggnaden.

Koldioxidutsläpp (kg CO₂ ek/m² av bostadsområde)



Figur 7: Utsläpp av koldioxidekvivalenter i olika faser av byggprocessen (Träguiden 2017)

Nedan visas även en bild som beskriver skillnaderna i koldioxidutsläpp mellan olika byggnadselement
Koldioxidutsläpp (kg CO₂ ek/m² av bostadsområde)



Figur 8: Koldioxidutsläpp av olika stommar (Träguiden 2017)

Enligt Träguiden (2017) är tillverkning av KL-trä en energisnål process. Biprodukterna, bland annat sågspån och trärester, används till att producera energi som kan användas för bland annat att värma upp torkugnarna vilket minskar behovet av fossil energi vid tillverkningen av materialet. Det är viktigt att råvaran kommer från hållbart skogsbruk, vilket betyder att uttaget ur skogen inte överskrider tillväxten, råmaterialet förnyas kontinuerligt och virket kan återföras till kretsloppet utan att det uppstår växthusgaser som påverkar klimatet negativt.

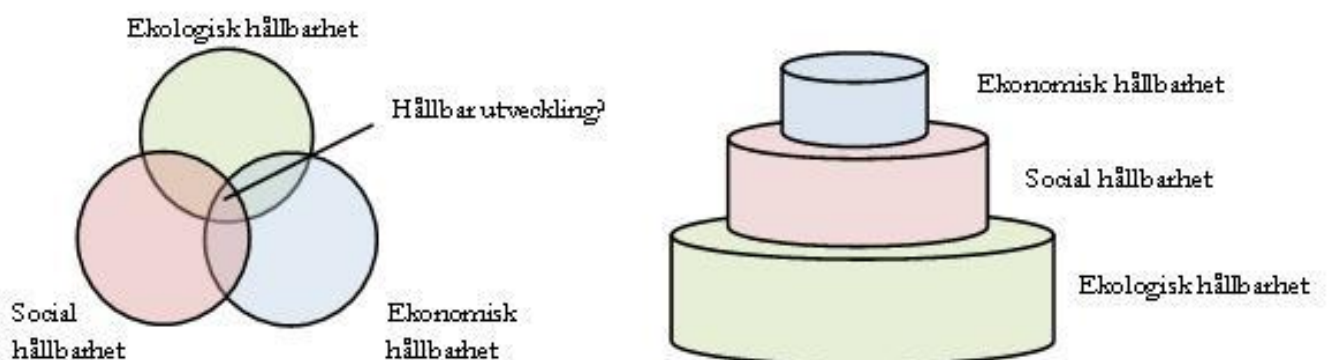
3.3 Positiva egenskaper hos KL-trä

KL-trä har enligt Brandner et al. (2016) olika fördelar som exempelvis snabba resningstider och således torra byggnadsplatser men även element av högkvalitets element med och prefabriceringsgrad. Gustafsson et al. (2017) berättar hur färdiga element för både väggar och tak kan levereras. Dessa element har i regel färdiga håltagningar för installationer, fönster och dörrar vilket gör att dessa element, efter leverans till byggarbetsplatsen, snabbt kan monteras. Det är detta standardiserade sätt att bygga på som möjliggör potentiell enkel ned- och uppmontering vilket kan förenkla återbruk i framtiden. Freij och Kristenson (2018) påstår att det inte bara finns ekonomiska fördelar med dessa korta byggtider men även samhällsmässiga eftersom byggnationer i stadsmiljö bidrar till störningar. Enligt Scalet (2015) kräver KL-trä initial högre investering än betong men på grund av dessa korta byggtider kan man anse att kostnaden blir jämförbar. Nässén et al. (2012) säger att stomkostnaden står för ca 5 % av de totala produktionskostnaderna i ett projekt och enligt deras studie är kostnadsskillnaderna dock inte speciellt stora mellan trä och betong.

Enligt Freij och Kristenson (2018) är brand, fukt och akustik de stora orosmomenten när flerbostadshus byggs i trä. Inom dessa finns det utrymme för förbättring även om bedömningen är att de inte hämmar byggandet idag. De ser även att det förbud som funnits mot höga träbyggnader har gjort att kunskapen samt utvecklingen av byggande i trä har halkat efter andra material och den kunskap som nu byggts upp måste spridas för att fler ska välja trä och bryta gamla traditioner.

3.4 Ekologisk hållbar utveckling

Brundtlandrapporten (1987) beskriver *hållbar utveckling* som en utveckling som tillgodoser dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillgodose sina behov. Enligt avdelningen för hållbarhet vid kungliga tekniska högskolan (2021) är det vanligt förekommande med Venn-diagram för att pedagogiskt illustrera hållbar utveckling och de tre ingående dimensionerna. I denna typ av modell beskrivs hur samtliga dimensioner (social, ekonomisk och ekologisk) alla har samma tyngd. Det är även normalt förekommande med cirkeldiagram där man ordnar de olika dimensionerna i en slags hierarkisk ordning där ekologisk ses som fundamental förutsättning för social såväl som för ekonomisk hållbarhet.



Figur 9 Två modeller av hållbar utveckling (KTH, Sustainability 2021)

Enligt KTH (2021) innefattar ekologisk hållbarhet allt som har med jordens ekosystem att göra. Själva begreppet används för att peka ut en önskvärd samhällsutveckling. Denna ur ett hållbarhetsperspektiv önskvärda samhällsutveckling innebär att produktionen av varor och tjänster ej får kompromissa ekosystemets bärförmåga, det vill säga naturen måste hinna återskapa lika mycket resurser som tagits innan samma mängd kan tas igen. I samband med att ekologisk hållbarhet blivit ett begrepp samtidigt som klimat och miljö står inför allt större problem har man definierat vad som kallas de planetära gränserna. Detta är ett

sätt att man delat in gränserna i ett antal parametrar för att "mäta" utvecklingen för dessa och försöka undvika att vi inte överskrider planetens kapacitet.

3.5 Cirkulär ekonomi

Bismark (2020) menar att den ohållbara resursanvändningen utgör ett hot mot världsekonomin vilket har gjort att allt fler börjat se omställningen till cirkulära flöden ytterst nödvändig. Vidare beskriver Bismark hur dagens ekonomi bygger på en "slit-och-släng"-samhälle där företagen producerar produkter från utvunnet råmaterial som vi konsumenter sedan använder tills vi anser dem uttjänta och slänger dem. Detta kan beskrivas som en linjär modell. Denna linjära modell är vad man vill man utveckla till med en cirkulär modell, där tanken istället är att saker och ting skall kunna användas så länge som möjligt. Standarden ska då istället vara att laga saker som slitits eller gått sönder, eller att delar återbrukas eller återvinns. Cirkulär ekonomi kan beskrivas som ett kretslopp (Naturskyddsföreningen, 2022). Nedan visas figur 11 och 12, där den förstnämnda beskriver den linjära- och den andra den cirkulära modellen.



Figur 10: Den linjära ekonomimodellen (Naturskyddsföreningen 2022)



Figur 11: Den cirkulära ekonomimodellen (Naturskyddsföreningen 2022)

Till den cirkulära modellen har återbruk en självklar koppling då hela modellen i princip bygger på att man fokuserar på att ha de producerade produkterna, i detta fall träprodukter, i omlopp så länge som möjligt. Detta exempelvis genom att ta tillvara på spill i produktion och montering och byggmaterial vid exempelvis rivning etc. för att kunna använda på nytt (Naturskyddsföreningen 2022). Ur ett hållbarhetsperspektiv behöver vi gå ifrån våra konsumtionsvanor och den linjära modellen och arbeta mot en cirkulär ekonomi istället. För att möjliggöra detta måste konsumtionen av nya saker minska samtidigt som återbruk måste öka. Design av produkter bör göras på ett smartare sätt för att kunna förenkla möjligheterna för återbruk och man bör utnyttja energin i det som inte kan återvinnas (naturskyddsföreningen 2022).

Enligt naturskyddsföreningen (2022) är det ibland svårt att återbruka material då det är svårt att avgöra vad produkten innehåller och huruvida den är förorenad. Detta gäller både för byggbranschen och andra branscher.

Att konsumtionen i Sverige och övriga världen ökar samtidigt som vi behöver minska våra utsläpp är en stor utmaning för den cirkulära ekonomin. Man måste alltså producera varor av bra kvalitet för att försäkra sig om att de kan användas länge och gärna av fler personer, detta gäller då även för byggbranschen. (Naturskyddsföreningen 2022)

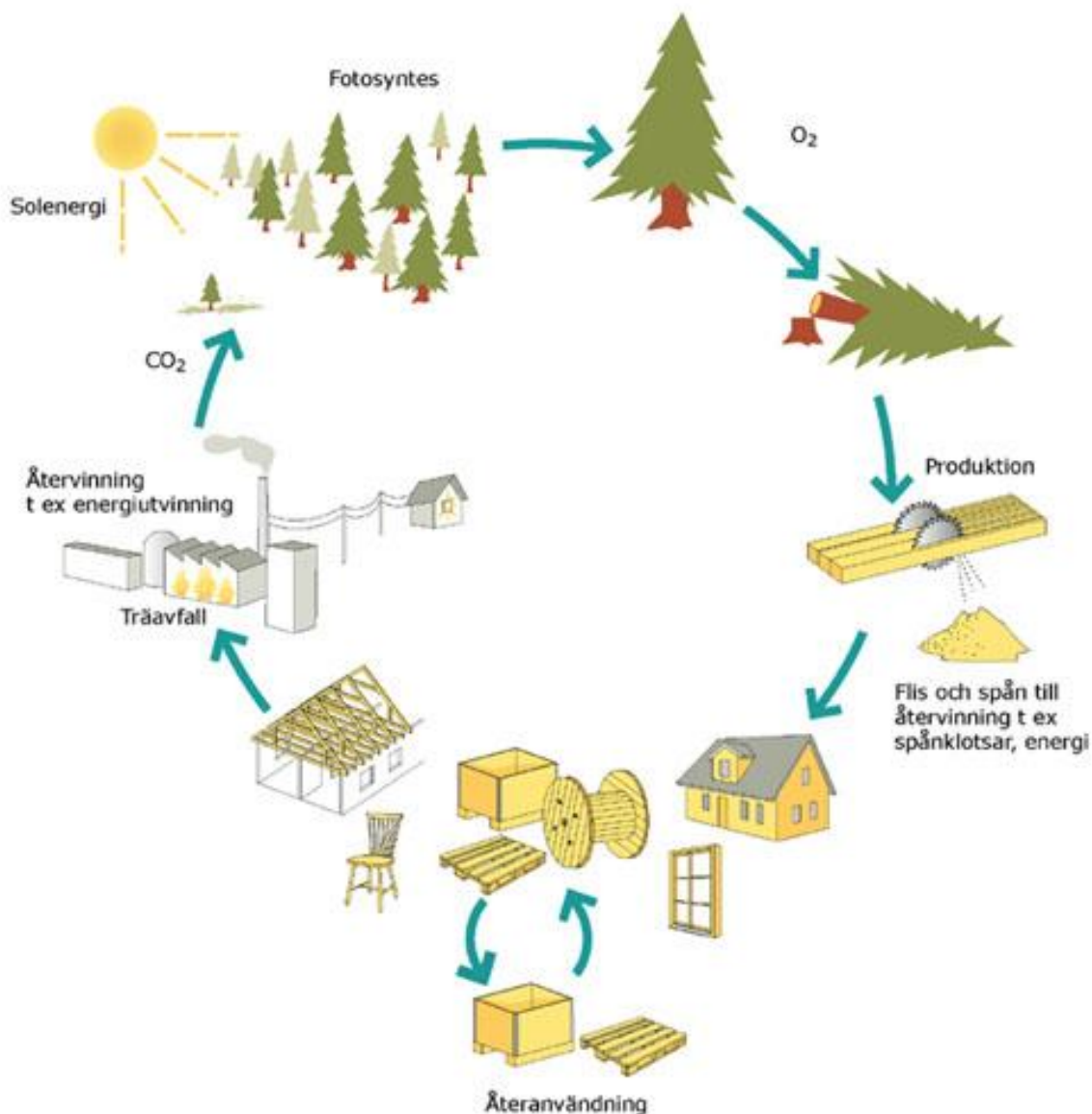
Enligt Hållbarhetsguiden (u.å) utgör den cirkulära ekonomin ett markant annorlunda sätt att göra affärer på. Detta tvingar företag till att tänka om i hur de utformar produkter till relationer med kunderna. En av de största skillnaderna enligt Hållbarhetsguiden är att kunden inte längre ses som konsument utan som en brukare av en funktion. Detta medför en rad andra krav på näringslivets förmåga att bygga upp långsiktiga relationer i sina affärsmodeller. Fördelen med en cirkulär ekonomi är att företag kan gynnas av varandra och behöver samarbeta.

3.5.1 Trä - från vaggga till vaggga

Enligt Tyréns (U.Å) arbetar man ofta med livscykelanalys, eller LCA, och begreppet vaggga till grav när man reder ut utsläpp kopplade till en produkt eller tjänst. Enkelt sammanfattat innefattar en LCA alla steg i en vara eller tjänsts liv. Allt från utvinning av råvaror till transporter och användningsområden. En LCA är enligt (Träguiden 2020) ett mycket viktigt och bra verktyg för att bedöma miljöeffekterna och konsekvenserna av en produkt eller process. Generellt beskrivet studerar man ett material och delar upp alla steg från vagggan till graven för det specifika materialet. Nedan beskrivs vilka olika steg en livscykel för ett material kan innehålla, från vaggga till grav:

- Utvinning av råmaterial
- Transport från utvinningsplats till fabrik
- Produktionen av konstruktionsmaterial från råmaterial
- Transport från fabrik till byggplats
- Anläggning
- Användning
- Transport till slutgiltig hantering
- Slutgiltig hantering

Nedan illustreras hur en träprodukt kretslopp kan se ut:



Figur 12: Kretsloppet för trä i byggsektorn (Träguiden 2020)

3.6 Återanvändning av trämaterial

I dagsläget används träavfall från bygg- och rivningsverksamhet främst till energiutvinning i de kommunala förbränningsanläggningarna (Elfors 2017; Johansson et al. 2017). Det är i dagsläget relativt ovanligt med återbruk eller återvinning av trämaterial från bygg- och rivningsavfall. Detta på grund av bland annat innehållet av farliga kemikalier i vissa trämaterial. Enligt Stahel (2016) är en av de största anledningarna till att implementering av återbruk gått så sakt i byggbranschen är att det fortfarande betraktas som ett relativt okänt område av diverse aktörer i branschen. Sobotka & Czaja (2015) förklarar i en rapport att det även råder stor okunskap om återbruk i branschen leder det till brist på intresse och i sin tur brist på efterfrågan på återbrukade byggkomponenter. I dagsläget inte finns något samordnat, effektivt system för återbruk och oftast saknas information om produkter som skick, egenskaper, hållfasthet etc. (Iacovidou et al., 2018).

Enligt Scalet (2015) är förbränning av KL-trä rent slöseri med resurser och att återvinna eller återbruka är att föredra. Dock stöter man på ett problem vid återvinning av KL-trä och det är limmet. För att kunna återvinna KL-trä måste man kunna extrahera limmet men i dagsläget finns där inga tekniker för detta i större skala. Dock finns möjlighet att återvinna KL-trä för att producera exempelvis spånplattor trots limmet. Det finns även goda möjligheter att återanvända materialet.

Enligt B. Johansson (2018) är trä generellt sett lämpligt för återbruk då det är lätt att underhålla och har en vanligtvis lång livslängd. Enligt Elfors (2016) är återbruk av trä väldigt vanligt i Frankrike och återbruket av trä kan även öka resurseffektiviteten. Enligt Scalet (2015) kan stommen återanvändas i stor utsträckning förutsatt att stommen är välbehållen. Tekniken för att återbruka KL-trä är dock inte speciellt beprövad i dagsläget men enligt Passarelli (2018) har tekniken provats för ett projekt i Japan där man återanvände KL-skivor för att bygga ett café.

Enligt Gustafsson et al. har KL-trä lång livslängd förutsatt att man använder och underhåller materialet rätt. Används trä på rätt sätt kan hållbarheten visa sig vara väldigt bra vilket tydligt visas i byggnader runt om i Norden som är över hundratals år gamla. Fahlén et al. (2017) beskriver att de trästommesleverantörer som deltagit i deras enkätstudie svarar att elementens livslängd är minst 50 år men att fukt, underhåll och ändrade lastförutsättningar kan ha stor påverkan på livslängden. Enligt Fahlén et al. (2017) är dock speciellt stommen sällan uttjänt när det är dags för en byggnad att rivas. Då flerbostadshus i trä är ett fortfarande ganska nytt fenomen saknas det enligt Freij och Kristenson (2018) referenser och bevis som rör livslängd. Enligt Johansson et al. (2017) är beständighetsfrågan extremt viktig för träprodukter och livslängden och krav på livslängden kan variera beroende på funktion och krav.

Vid återanvändning av träkomponenter av en byggnad ligger stor vikt i att materialet i fråga är i tillräckligt bra skick för att återanvändas (Tam & Tam 2006). Delar som inte är i bra skick kan återvinnas för energiutvinning genom förbränning eller produktion av andra material. För det virke som verkar välbehållet görs kontroller för att försäkra sig om att det håller för avsett bruk görs sedan i ordning för återbruk genom att exempelvis avlägsna spik och skruv.

Enligt Falk, Devisser & Cook (1999) är det största hindret vid återvinning och återbruk av virke skador på virket. Dessa skador kan delas upp i tre kategorier. Kategori nummer ett är skador som kommer från själva byggprocessen, detta kan vara exempelvis skruv- och spikhål, avsågningar etc. Den här typen av skador är så gott som oundvikliga vid de vanligaste konstruktionerna. Kategori nummer två är skador som orsakats under byggnadens drifttid/livslängd. Dessa skador som kan uppstå går i många fall att förebygga med olika tekniker. Typ av skador i den här kategorin kan vara exempelvis fukt, röta och andra biologiska angrepp. Kategori nummer tre är skador som kan uppkomma vid rivningsarbeten. Denna typ av skada går att förebygga med ett välplanerat sätt för dekonstruktion.

3.7 Ekonomiska utmaningar för återbruk

En stor utmaning för återbruk av material är att det i regel krävs mer resurser i form av både tid och arbetskraft för en selektiv rivning där man vill bevara materialen (Johansson 2018). Denna utgift behöver betalas tillbaka i form av intäkter för materialet. Kostnaderna som demonteringen kräver är också ett

problem i sig. (Johansson 2018). Enligt Rose och Stegemann (2018) är det inte ekonomiskt försvarbart att lagra återbruksbara produkter med dagens förhållanden. Då stora kostnader kan tillkomma för just lagringen av återbruksbara produkter är en direkt transport mellan köpare och säljare att föredra. Enligt Johansson (2018) måste priset och kvaliteten på begagnade produkter vara konkurrenskraftigt jämfört med nyproducerade produkter för att efterfrågan av begagnade produkter skall öka. Därför måste kostnaderna för hantering av den selektiva demonteringen som återbruk kräver minimeras. Enligt Rose och Stegemann (2018) kan återbruk för samma typ av funktion/användning bli svårt att försvara på ett ekonomiskt plan för de flesta produkter, speciellt för de produkter som inte anses vara högvärdiga. De föreslår en teori som bygger på att addera värde för lågvärdiga produkter. De menar dock på att det krävs mer forskning för att kunna dra några slutsatser av teorin. Enligt dem kan kostnadsbilden även ändras genom ökade flöden och mängder av begagnade byggprodukter och på så sätt kan de begagnade produkterna bli än mer konkurrenskraftiga.

Det relativt låga priserna för material och råvaror, i förhållande till de relativt höga priser för mark och arbetskraft, är enligt Rose och Stegemann (2018) en bakomliggande orsak till många av de utmaningar som identifieras i dagsläget för återbruksmarknaden. Johansson (2018) menar också på att de billiga byggmaterial som idag finns är en av anledningarna till att man ofta håller sig till nyproducerade material i stället för att satsa på att höja återbruksnivåerna.

Andersson et al. (2018) menar att det i dagsläget är både lätt och billigt att göra sig av med avfall och föreslår därför att ett sätt att minska detta på är genom att införa sanktioner eller avgifter för de som slänger eller subventioner för att återbruk skall bli mer attraktivt rent ekonomiskt.

3.8 Begagnade material och deras användbarhet

Enligt Bismark (2020) måste materialen efter demontering anses vara användbara för att återbruk skall övervägas. Hon fortsätter att beskriva hur man, om man bara skall tänka på återbruk, borde bygga enklare hus. För att optimera återbruk borde man bygga lådliknande hus för att göra demonteringen betydligt smidigare och mindre kostsam. Detta är något hon samtidigt anser inte är realistiskt då det försvinner en rad andra viktiga kvaliteter. Bismark menar att man skulle kunna välja material som är optimala ur ett hållbarhetsperspektiv. Det vill säga att man kvalitetssäkrar materialen för att vara säkra på att dessa kommer bibehålla ett skick som i ett senare skede möjliggör återbruk. Hon beskriver hur det i dagsläget finns en viss osäkerhet när det kommer till dagens byggmaterial vad gäller livslängd, det är en fråga som har stor betydelse när det kommer till möjligheterna att återbruk. Därför efterfrågas fler studier på hur materialegenskaper förändras med tiden. Bismark avslutar med att säga att man bör utveckla kunskapen kring hur dessa material kvalitetssäkras.

3.9 Livscykelanalys

Enligt (Träguiden 2015) innefattar en livscykelanalys, en LCA, alla steg från vaggan till graven hos en produkt eller process. Enligt den internationella Standard ISO 14040 kan en LCA användas som hjälp för följande;

- identifiera möjligheter att förbättra de miljömässiga aspekterna för produkter vid olika ställen i deras livscyklar
- ge beslutsunderlag i industrin, statliga eller icke-statliga organisationer (till exempel strategisk planering, prioritering, produkt- eller processdesign)
- bestämma relevanta indikatorer för miljömässig prestanda, inklusive mätningsteknik
- marknadsföra produkter (till exempel miljömässiga påståenden, miljömärkning eller miljödeklarationer).

Vid skapandet av en LCA kan man dela in LCA:n i olika faser (Träguiden 2015). De fyra olika faserna är:

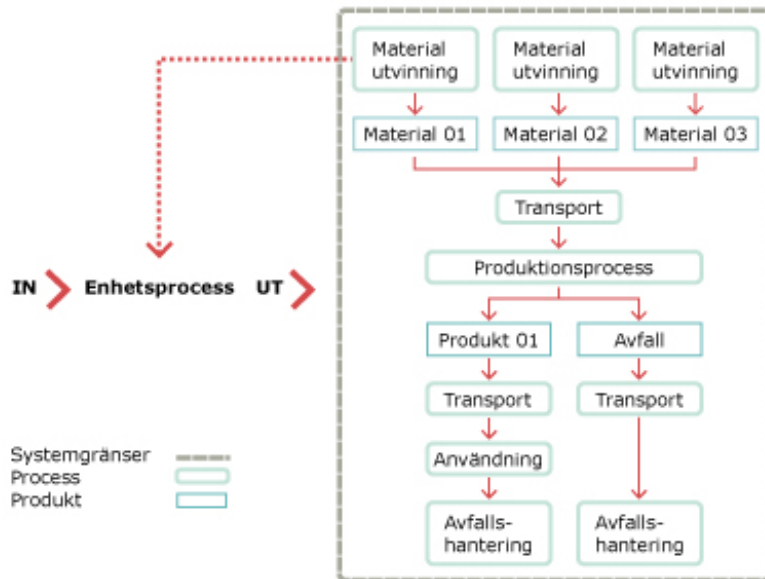
- Syfte och avgränsningar
- Inventeringsanalys
- Miljöpåverkananalys
- Tolkning



Figur 13: Ramverk för en livscykelanalys (Träguiden 2015)

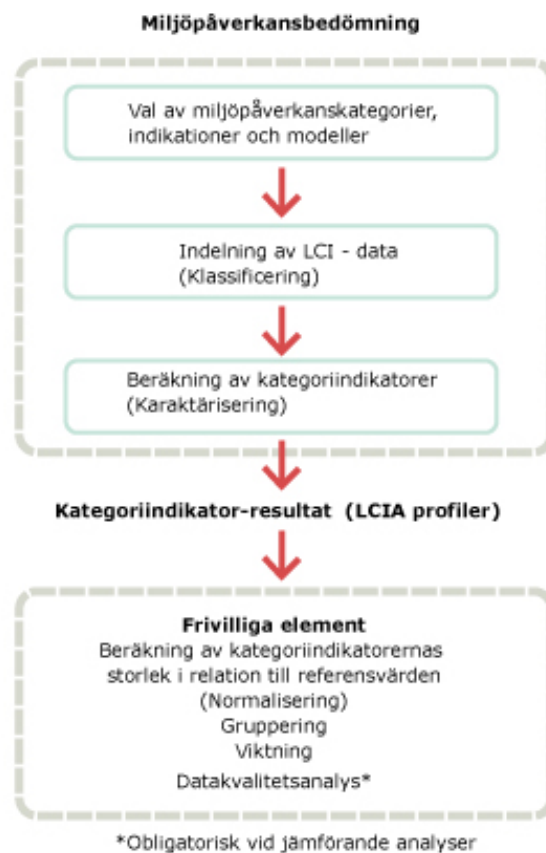
Enligt Träguiden är fasen: syfte och avgränsning det första steget man bör göra i en LCA. Det är av yttersta vikt att utformningen av en LCA är förenlig med syftet och avgränsningarna. Man bör motivera beslut som rör avgränsningar tidigt för att få en klar bild över vad som skall ingå och vad som inte skall ingå i LCA:n man skall upprätta. Under fas 1, "syfte och avgränsningar" ingår underrubriker som kan kallas för den funktionella enheten. Den funktionella enheten ska även, enligt Träguiden definieras under fasen "syfte och avgränsningar". Ett av de primära syftena för en funktionell enhet är att skapa en referensenhet till vilken man kan relatera input- och outputdata. Vilket betyder att den funktionella enheten vara tydligt definierad och mätbar. Mängden av material eller av produkter som behövs för att uppfylla den definierade funktionen ska kvantifieras och är därefter nyckelenheten i analysen. Flöden relaterar till den funktionella enheten används sedan till att beräkna input och output för systemet. Jämförelse mellan system görs på basis av denna funktionella enhet och kvantifieras genom samma funktionella enhet. Definition är att det är en service eller prestanda från en produkt som ska jämföras med en service eller prestanda från en annan produkt, inte produkten själv. När olika produkter jämförs ska även de olika produktsystemen vara jämförbara.

Fas 2 av en LCA kallas enligt träguiden 2015 för inventeringsanalys. En LCIA eller en livscykelinventeringsanalys omfattar beräkningsprocedurer samt insamling av data. Modellsystemet som definieras under fas 1: syfte och avgränsningar görs om till ett flödesschema eller ett processträd. Varje aktivitet i flödesschemat/processträdet delas in i olika enhetsprocesser. Enhetsprocesser är ett annat ord för den minsta enheten i en LCA. Varje enhetsprocess är bunden med input och output. Data som samlas in är beroende av vad man definierat i fas 1 (Syfte och avgränsning). Data relateras sedan till passande enhetsprocess. När själva analysen görs kan man komma att behöva ändra sina systemgränser och i vissa fall även syftet på grund av exempelvis databrist. Resultatet man fått fram så här långt kallas enligt Träguiden (2015) för en livscykelinventering (LCI). Denna funkar som input för nästa steg som är Miljöpåverkananalys. I korta drag är en LCI en lista med in- och outputdata för det beskrivna systemet.



Figur 14: Processtråd/flödesschema bestående av enhetsprocesser (Träguiden 2015)

Enligt Träguiden 2015 är nästa fas av en livscykelanalys (LCA); fas 3: Miljöpåverkananalys eller på engelska Lyfe cycle impact assessment. Arbets sättet vid en miljöpåverkananalys går ut på att man värderar data som samlats in och analyserats i fas 2 (livscykelinventeringsanalysen) för att få en bättre förståelse över dess potentiella påverkan på miljön.



Figur 15: Fortsatt beskrivning av stegen för att göra en LCA (Träguiden 2015)

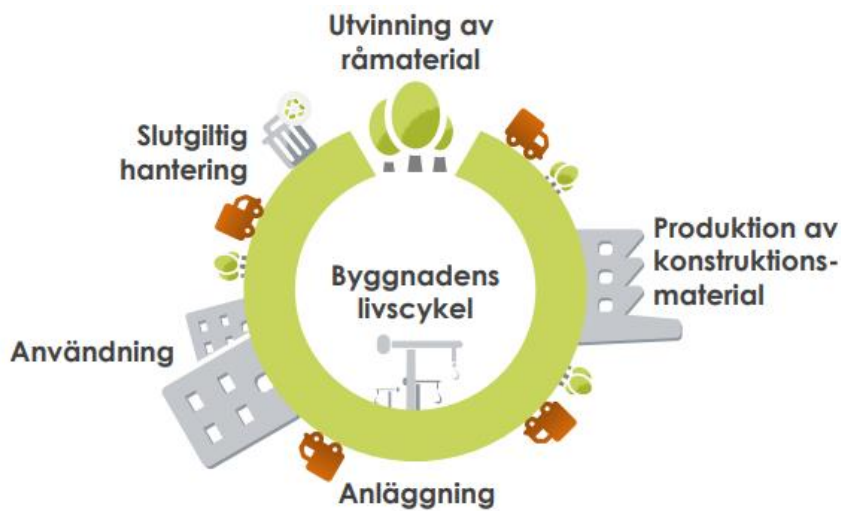
Nästa steg i miljöpåverkananalysen är enligt Träguiden (2015) att välja påverkan skategori er. Valet måste vara relevant och stämma överens med syfte och avgränsning. I tabell 1 nedan visas en rad olika miljöpåverkan skategori er och dess indikatorer.

Tabell 1: Exempel på miljöpåverkanskategorier och dess indikatorer

| Miljöpåverkanskategori | Kategoriindikator |
|----------------------------|---------------------------------|
| Växthuseffekt | CO ₂ -ekvivalenter |
| Ozonuttunning | ODP (ozone depletion potential) |
| Försurning | SO ₂ -ekvivalenter |
| Övergödning | COD/BOD |
| Marknära ozon | POCP (eten-ekvivalenter) |
| Resursanvändning, material | KG |
| Resursanvändning, energi | MJ (mega-joule) |

Fas 4 den sista fasen av livscykelanalysen är enligt Träguiden (2015) själva tolkningen av alla föregående faser.

Nedan illustreras i figur 16 hur ett kretslopp, eller livscykel om man så vill kan se ut för en byggnad:



Figur 16: Ett förenklat exempel LCA exempel (Tyréns u.å)

4 Resultat

Resultatet redovisar två utsläppsscenarior som tagits fram med hjälp av Svenskt Trä och Stora Enso. De två utsläppsscenarior som redovisas avser nyproduktion och återbruk för respektive produktgrupp. De negativa värdena som redovisas i tabellerna avser de delar av produktionen där utsläppen av CO₂ inte är större än den CO₂ man sparar. I de kommande tabellerna redovisas det totala utsläppet i ett negativt tal för både nyproduktion och återbruk, ju större det negativa talet är desto mindre utsläpp leder varje fall till.

4.1 Beräkning av A4 & A5

Då Svenskt Trä har valt att exkludera posterna A4-5 och B1-7 ur sin EPD för sågade och hyvlade träprodukter i furu och gran. Har beräkningar gjorts för att ta fram A4-5 separat och komplettera EPD:n. Beräkningarna gjordes med Boverkets beräkningsmetodik.

För att beräkna A4 tar man det inbyggda materialets vikt multiplicerat med GWP:

$$48 \text{ kg} \times 0,0158 = 7,73 \text{ kgCO}_2\text{eq}$$

För beräkningen av A5 måste man ta hänsyn till spill. Enligt boverket kan man använda sig av en 5 procents spillfaktor. När man beräknat hur mycket som är kvar efter att ha tagit bort 5 procent för spill skall man multiplicera den vikt man har kvar med GWP för A5.

$$489 - 444,5 = 44,5 \text{ kg}$$

$$44,5 \times 0,064 = 2,85 \text{ kgCO}_2\text{eq}$$

4.2 Utsläpp vid nyproduktion

I tabellerna som följer tydliggörs utsläppen i koldioxidekvivalenter vid nyproduktion för varje steg i livscykeln för konstruktionsvirke och KL-trä. Stegen i frågan är de som redan presenterats under kapitel 4. Metod, det vill säga A1-A5, C1-C4 och D. Här redovisas även tre olika indikatorer för utsläppen, Fossilt, Biogen och Mark. Man har valt att göra två typer av analyser, en av konstruktionsvirke och en för KL-trä då konstruktionsvirke är väldigt vanligt förekommande som stommaterial och KL-trä börjar ta sin plats i branschen, även detta som ett kompetent stommaterial. Därför har studien valt att fokusera på de båda trämaterialen. Valet att ha med två olika stommaterial av trä har även gjorts för att visa att det finns en viss skillnad i utsläpp mellan olika byggelement av samma råvara.

4.2.1 Konstruktionsvirke

Tabell 3: Redovisar utsläppsdata i kgCO_2eq hämtad ur EPD Svenskt trä 2022 för konstruktionsvirke

| INDIKATOR | A1-A3 | A4-A5 | C1-C4 | D |
|---------------------|--------------|-------|---------|-------|
| Fossilt | 29,6 | 10,6 | 7,86 | -115 |
| Biogen | -773 | 10,6 | 773 | 0,00 |
| Mark | 0,271 | 10,6 | 0,00283 | -1,08 |
| Total (per post) | -743 | 31,8 | 781 | -116 |
| Total (A1-D) | -46,2 | | | |

4.2.2 KL-trä

Tabell 4: Redovisar utsläppsdata i kgCO_2eq hämtad ur EPD:n skapad av Stora Enso för KL-trä

| INDIKATOR | A1-A5 | C1-C4 | D |
|---------------------|------------|----------|--------|
| Fossilt | 106,9 | 2,58 | -51,2 |
| Biogen | -762 | 762 | 0 |
| Mark | 0,860 | 0,000595 | -0,848 |
| Total (per post) | -654 | 765 | -52 |
| Total (A1-D) | -59 | | |

4.3 Utsläpp vid återbruk

I de följande tabellerna tydliggörs utsläppen i koldioxidekvivalenter vid återbruk för samma indikatorer för konstruktionsvirke och KL-trä som i föregående avsnitt, 5.1 Utsläpp vid nyproduktion. Det vill säga att även här har indikatorerna; Fossilt, Biogent och Mark redovisats. Skillnaden mellan tabellerna under detta kapitel och föregående 5.1 Utsläpp vid nyproduktion är att stegen i träets livscykelanalys har reducerats ner till endast A4-A5, C1-C4 och D. Detta har gjort då, som tidigare nämnts i avsnitt 4.3.1 Antagande och förutsättningar för resultat, man inte tar med A1-A3 då dessa steg endast gäller för en nyproducerad vara.

4.3.1 Konstruktionsvirke

Tabell 5: Redovisar utsläpp för konstruktionsvirke i $kgCO_2eq$ vid återbruk med data hämtad från EPD:n gjord av Svenskt trä för konstruktionsvirke

| INDIKATOR | A4-A5 | C1-C4 | D |
|----------------------|-------------|---------|-------|
| Fossilt | 10,6 | 7,86 | -115 |
| Biogent | 10,6 | 773 | 0,00 |
| Mark | 10,6 | 0,00283 | -1,08 |
| Total (per post) | 31,8 | 781 | -116 |
| Kolsänka | -1546 | | |
| Total (summa) | -843 | | |

4.3.2 KL-trä

Tabell 6: Redovisar utsläppsdata för KL-trä i $kgCO_2eq$ vid återbruk med data hämtad från Stora Ensos EPD för KL-trä per m³.

| INDIKATOR | A4-A5 | C1-C4 | D |
|----------------------|-------------|----------|--------|
| Fossilt | 53,1 | 2,58 | -51,2 |
| Biogent | 0,113 | 762 | 0 |
| Mark | 0,0120 | 0,000595 | -0,848 |
| Total (per post) | 53,2 | 764 | -52 |
| Kolsänka | -1546 | | |
| Total (summa) | -781 | | |

4.4 Summering utsläpp nyproduktion och återbruk

De två tabeller som följer presenterar vilka skillnader i utsläpp av koldioxidekvivalenter det blir vid nyproduktion kontra återbruk av konstruktionsvirke och KL-trä. Som tabellerna nedan visar ser man tydligt en vinst vid återbruk i form av ökat koldioxidupptag för både konstruktionsvirke och KL-trä.

4.4.1 Konstruktionsvirke

Tabell 7: Skillnaden mellan utsläpp i koldioxidekvivalenter mellan nyproduktion och återbruk för konstruktionsvirke

| | Nyproduktion konstruktionsvirke | Återbruk konstruktionsvirke | Skillnad |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------|
| Utsläpp beräknat i $kgCO_2eq/m^3$ | -46,2 | -843 | -796,8 |

4.4.2 KL-trä

Tabell 8: Skillnaden mellan utsläpp i koldioxidekvivalenter mellan nyproduktion och återbruk för KL-trä

| | Nyproduktion KL-trä | Återbruk KL-trä | Skillnad |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------|----------|
| Utsläpp beräknat i $kgCO_2eq/m^3$ | -59 | -781 | -722 |

4.5 Resultat från intervjuer

4.5.1 Intervju 1

| Intervju | Aktör | Persson | Företag | Datum | Intervjuform | Benämning |
|----------|---------------------|----------------|-----------------------------|---------|--------------|-----------|
| 1 | Platschef | Mats Andersson | Wästbygg | 24/3-22 | Personlig | Namn |
| 1 | KMA-ansvarig | Anna Larsson | Wästbygg | 24/3-22 | Personlig | Namn |
| 2 | Aktiv inom återbruk | Anonym | IVL svenska miljöinstitutet | 15/5-22 | Mail | A-Å |

För följande intervju fick vi chans att intervjua Mats Andersson platschef på Wästbygg för ett byggprojekt i Lund samt projektets KMA-ansvariga Anna Larsson. Intervjun skedde i ett tidigt skede av arbetet och har använts som ett hjälpmedel för att forma arbetet och har tydliggjort i vilken riktning vi velat gå med examensarbetet. Projektets ansågs relevant då det ligger ett relativt stort fokus på KL-trä i arbetet, samma material som byggprojektet i fråga är uppfört i. Nedan presenteras sammanfattade frågor och svar:

Hur tror ni att man kan öka återbruket i byggprocessen?

Enligt Anna Larsson krävs att man redan i projekteringen planerar för att kunna demontera exempelvis stomme på ett sätt som inte skadar den och möjliggör återanvändning. Man bör projektera byggnaden på ett sådant sätt så att de önskade byggdelarna man avser kunna återbruka skall hålla ett så bra skick att dom utan problem kan användas för återbruk efter demontering. Det är även viktigt att man delar med sig av erfarenheter så att hela branschen ska kunna samarbeta framåt och utvecklas tillsammans. Både Mats och Anna enas om att man måste göra återbruk så effektivt och absolut minimalt tidkrävande för att det ska få verkligt fäste. Är det krångligt och tidskrävande kommer få våga ta steget. En tanke är att utveckla någon sorts återvinningspool där man kan ladda upp produkter man vill bli av med, exempelvis ett KL-element och så kan andra anmäla intresse och komma och hämta bjälklaget.

Varför bygger ni i trä? Finns det något hållbarhetsperspektiv eller är det frågan om andra kvaliteter?

Mats förklarar att projektet är uppfört i trä som resultat av en tävling som gick ut på att ta fram ett så hållbart och smart hus som möjligt där vinsten var rätten till att bygga på tomten. Strategin var att konstruera en, ur hållbarhetsperspektiv, så bra stomme som möjligt inom ramarna för projektet.

Vilka fördelar tycker ni det finns med att bygga i trä?

Mats nämner att uttorkningstiden är en väldig fördel när det kommer till trä kontra betong. Här kan man korta ner uttorkningstiden med flera månader och att uttorkningstiden för deras trästomme har skett på ca 3–4 veckor medans det normalt sätt tar ca 3–4 månader för en betongstomme att torka till rätt fuktkvot. Mats nämner vidare att temperaturen i ett trähus blir mycket snabbare behaglig efter att byggfläktarna är igång i jämförelse med ett betonghus. Även resningstiden från betongplatta till tak var nästen hälften av tiden det skulle ta för ett lika stort betonghus vilket ger en ekonomisk fördel. Arbetsmiljön är en annan positiv faktor då de som arbetat med projektet både upplevt att arbetsplatsen blivit ljusare samt att trä dammar mindre än exempelvis betong.

Hur ser ni på återanvändningsaspekten? Har ni använt er av "begagnade" material i detta projekt? Vad är Wästbyggs erfarenhet av att återanvända trämaterial?

Anna förklarar att efter överlämnande så kommer Wästbygg inte längre ha någonting med byggnaden att göra. Det blir i så fall beställarens ansvar att besluta om eventuellt återbruk av byggnadsdelar i framtiden. Hon förklarar dock att möjligheterna för återbruk föreligger och att beställaren är väl informerad och har stora möjligheter att exempelvis flytta byggnaden och montera den på exakt samma sätt någon annan stans eller återanvända delar av byggnaden. Mats menar också att KL-elementen inte bör ha några som helst problem att hålla kvaliteten över mycket lång tid om det inte utsätts för några extrema påfrestningar som exempelvis brand.

Vilka är/har varit de största utmaningarna med att bygga i trä för er?

Den största utmaningen att bygga i trä är enligt Mats logistiken men även akustiken.

4.5.2 Sammanfattning av intervju 2

Nedan kommer en sammanfattning av en intervju gjord med A-Å.

Cirkulärt byggande innebär enligt A-Å ett alternativt hållbarhetssätt att se på byggande. Tanken är att man skall kunna minimera dagens avfall och råvaruuttag för att kunna få en så låg klimatpåverkan som möjligt. Med andra ord är man i ett cirkulärt byggande mer engagerad i ett livscykelbaserat arbetssätt. Under cirkulärt byggande anses byggnaden bara som en sorts materialbank där materialet är utlånat till byggnaden för att sen kunna lånas ut till nästa byggnad när det är dags för demontering av den ursprungliga byggnaden.

Vidare beskriver A-Å de utmaningar som cirkulärt byggande står inför. A-Å anser att byggmarknaden i dagsläget är för omogen för att kunna ställa om till ett cirkulärt byggande men säger att framtiden ser ljusare ut och då man nu börjar se att aktörer alltmer försöker tillämpa cirkulära modeller inom branschen. A-Å uttrycker att det finns goda möjligheter och stor potential för att byggbranschen ska nå en mer cirkulär förhållningsmodell men att det krävs bland annat ökad kunskap inom branschen och ett ökat initiativ från olika parter.

5 Diskussion

Under detta avsnitt kommer vi behandla fyra olika diskussionsområden som dykt upp under studiens gång. Vi kommer att diskutera vilken plats trä har i strävan mot ett mer hållbart byggande och olika möjligheter som finns att minimera klimatpåverkan orsakad av byggande i trä. Vi kommer även att diskutera olika utmaningar för ett ökat återbruk och ett antal avgörande faktorer. Innan vi slutligen diskuterar studiens metodkapitel så kommer vi att kolla närmare på hur KL-trä har potential att vara ett väldigt praktiskt material ur ett återbruksperspektiv.

5.1 Träbyggandets plats i en grön omställning med fokus på återbruk

Om man håller sig inom arbetets avgränsningar så är det svårt att hitta motargument till ett ökat byggande i trä ur perspektivet att man vill minska byggandets klimatpåverkan. Även vid framställning av helt nya träprodukter så är utsläppen sett över en hel livscykel negativa baserat på den data som presenteras i resultatdelen. Med rådande klimatstatus och global uppvärmning gäller dock generellt att bra inte är bra nog. Om det är möjligt att minska klimatbelastningen av ett moment eller en produkt så borde utgångspunkten vara att man försöker göra det.

Byggande i trä och utnyttjande av trädens förmåga att lagra kol har potential att ändra förutsättningarna fundamentalt för byggbranschen ur ett utsläppsperspektiv. Om vi låter stora delar av den avverkade träråvaran vara intakt, istället för att bryta ned det eller ännu värre låta det gå till förbränning så kan man göra stora vinningar. Givet att den globala uppvärmningen är ett relativt akut faktum som kan komma att påverka stora delar av planeten och klimatet permanent så måste en omställning ske snabbt och för just byggbranschen kan trä få en betydande roll i den omställningen.

Ett intressant scenario, väl värt diskussion, är att låta skogen växa längre än 100 år. Givetvis finns flera hinder för ett sådant scenario, exempelvis ekonomiskt bortfall för skogsbrukare och företag i virkesbranschen med mera. Men ponera att vi fördubblar träets livscykel till omkring 200 år genom att exempelvis återbruka trämaterial och låta det kol som lagras i träet vara bundet dubbelt så länge som normalfallet. Vi gör också antagandet att det träd som avverkats, ersätts av ett nytt träd som får växa lika länge. Ett sådant scenario skulle kunna innebära att skogsbruk och byggande i trä skulle kunna verka som en buffert medan vi gör nödvändiga justeringar och omställningar i samhället för att bli mer hållbara. Det skulle i förlängningen resultera i bättre och starkare material från träd som får växa under mycket lång tid och en mindre ansträngd skog.

I dagsläget är det kanske naivt, eller till och med orealistiskt att tro att ett sådant scenario är över huvud taget realistiskt. Kanske skulle en lösning vara att större delar av skogen blev statligt ägda och således minska fokuset på ekonomisk vinning till förmån för miljö och klimat. Det behöver inte vara frågan om att hela marknaden måste anamma denna princip för skogsbruk och materialanvändning men gärna delar av den. Ju större marknadsandel desto bättre.

5.2 Utmaningar för ökat återbruk

Det är ingen hemlighet att det finns stora utmaningar i dagsläget när det kommer till återbruk. Återbrukstänket i byggbranschen ställs bland annat inför ekonomiska och praktiska utmaningar. När det kommer till de praktiska och byggtekniska utmaningarna för återbruk handlar det ofta om att de olika byggelement generellt och historiskt sett inte monterats på ett sätt där man haft återbruk i åtanke. Det vill säga att det i många fall kan vara väldigt svårt att vid demontering undvika att skador på material. Det handlar dock inte bara om att man skall kunna demontera elementen på ett sådant sätt så att elementen inte skadas, det kan även handla om oönskade tillsatser, exempelvis kemikalier i produkten eller utformningen av produkterna. Detta är dock något vi idag kan ta hänsyn till vid planering av nya byggprojekt och försöka förebygga. Det kan exempelvis handla om nya sätt att montera konstruktionerna för att underlätta nedmontering utan åverkan på produkterna eller att använda sig av så rena och homogena byggelement som möjligt.

Det verkar råda stor enighet inom byggbranschen om att de främsta utmaningarna för ett ökat återbruk är ekonomiska och organisatoriska utmaningar. I rapporten har flera ekonomiska hinder presenterats, däremot har de organisatoriska endast avhandlats kortfattat men anses värda att diskutera här i diskussionskapitlet.

Utmaningarna som ligger högst upp på listan handlar om hur man skall koppla samman utbud och efterfrågan. Man måste lyckas med välfungerande samarbeten och seriösa marknadsplatser.

En annan utmaning är pressade tidplaner och små marginaler i budget, två faktorer som sannolikt inte stimulerar riskbenägenhet. Det kan handla om att som entreprenör eller annan part upplever att man varken har tid eller råd med den osäkerhet som återbruk idag är förknippad med. Något som tycks vara konsensus mellan branschens olika aktörer är att det finns en avsaknad för ekonomiska incitament då kostnaderna för återbruk ofta är högre i dagsläget än kostnaderna för den traditionella avfallshanteringen och nyproduktion av byggelement. Stor del av utmaningarna som står i vägen för ett ökat återbruk verkar bero på att det finns för lite erfarenhet och kunskap och samordning i byggbranschen när det kommer till återbruk, då det ännu är relativt oetablerat i den moderna byggbranschen. Man vet helt enkelt inte hur återbruksfrågan skall drivas. Avsaknaden av kunskap och effektiva arbetsätt och samordning för återbruk medför att det saknas tydliga riktlinjer och krav för hur återbrukade produkter skall användas och hur man kvalitetssäkrar dem på bästa sätt.

Trots nämna utmaningar finns det i dagsläget aktörer som är villiga att ta initiativet att lyfta fram återbruk för att kunna åstadkomma förbättring i branschen. Problemet tycks vara att implementera det i hela branschen och göra det tillgängligt och enkelt för alla parter att arbeta med. Samhällsutveckling tyder på ökad miljö- och klimatmedvetenhet och ett ökat intresse för arbete med återbruk ligger helt i linje med det. Då cirkulär ekonomi är i stort fokus både i Sverige och övriga EU-länder har man möjligheter att påverka och försöka stötta byggbranschen i omställningen genom olika incitament för exempelvis återbruk då byggbranschen är en stor bidragare till utsläpp av växthusgaser.

Branschen jobbar ständigt på nya arbetsätt för informationshantering och hur man kan bevara informationen för byggnaden i både digitala tvillingar och olika loggsystem vilket gör det lättare att veta vilka produkter som finns i byggnader och hur dessa bör hanteras rent funktionsmässigt, men även för att få en bättre förståelse kring produkterna och deras egenskaper. Det kan på så vis bli enklare att avgöra om en produkt är lämplig för återbruk eller inte även långt efter.

Då krav på miljödeklarationer och livscykelanalyser blir allt vanligare förekommande kan även detta stimulera ökat intresse för återbruk och en ökad miljömedvetenhet hos aktörer i branschen.

Man kan sammanfatta hela det här avsnittet på följande sätt; många av de aktiva aktörerna inom bygg har ännu inte sett återbrukets fulla potential och nytta då man i dagsläget upplever de befintliga utmaningarna för stora eller helt enkelt vet för lite om hur man arbetar med hållbarhet och återbruk. Men man samtidigt en stigande positiv trend i branschen som både direkt och indirekt leder till att fler aktörer väljer att ansluta sig till hållbarare arbetsätt. Det finns fortfarande mycket att jobba på för att återbruket till att bli norm i branschen men det är positivt att allt fler har börjat engagera sig i frågan.

5.3 Ökade möjligheter för återbruk med KL-trä

Det finns i dagsläget väldigt få till nästan inga exempel där KL-trä återbrukats då det är ett relativt nytt material. Men detta hindrar inte att KL-trä anses vara ett lätt och bra material att återbruka då monteringen generellt sett sker med skruv vilket möjliggör relativt enkel demontering. KL-träelement förekommer dessutom ofta i stora dimensioner vilket ger möjlighet att anpassa och ändra materialet vid behov. KL-träelement är som sagt relativt enkelt att montera ned utan att det förstörs och således ganska enkelt att använda igen. Det skulle kunna gå att förenkla ytterligare genom att redan i projekteringen ta fram en konstruktion med fästordningar som är anpassade för att KL-elementen enkelt ska kunna plockas upp och ned flera gånger. Det går då i princip att hålla KL-produkter kvar i kretsloppet under mycket lång tid. Även här kan man anta att viljan att skapa en sådan produkt är begränsad av leverantörer av KL-trä eftersom det i praktiken innebär mindre försäljning och i förlängningen minskad ekonomisk vinning. I vår intervju med Wästbygg menar dock inblandade i projektet att även idag, utan någon särskild planering för återbruk medtagen i beräkningarna, så är elementen relativt enkla att montera ned och sedan upp igen då allting monteras med skruv. Konstruktionen är även så robust att den klarar nedmontering och flytt utan större risk för någon funktionell åverkan.

Eftersom koldioxiden som tagits upp av träet under träets livslängd frigörs vid förbränning, och just att trä har den egenskapen att binda koldioxid anses det vara en stor klimatfördel att låta träet vara trä så länge som

möjligt för att optimera kolsänkan som träet skapar. KL-trä är i sig är en relativt resursintensiv produkt i jämförelse med andra träprodukter. I jämförelse med exempelvis en regelstomme går det åt mycket mer råvara i en KL-trästomme och spillet är dessutom relativt omfattande. Både själva produktionen av KL-trä och utskärningar för dörrar och fönster för med sig mycket spill. Även detta skulle kunna lyftas som ett argument för att återanvända materialet istället för att producera nytt för varje byggnad.

5.4 Metoddiskussion

Först och främst kan man diskutera huruvida källorna som bidragit med data till de EPD:s som använts i detta arbete är partiska då samtliga är ekonomiska intressenter i frågan. Haken är dock att dessa produktdeklarationer uteslutande uppförs av produktägare. Vi har inte hittat någon helt oberoende data. Svenskt trä redovisar att det råder viss avvikelse mellan olika leverantörer och att den data som presenteras är ett medelvärde. Vi har ansett att detta är bra nog då huvudsyftet för vårt användande av data är att kunna jämföra skillnaden mellan att skapa nya träprodukter och att återanvända dem och att redovisa det på ett pedagogiskt sätt, inte att redovisa hur mycket koldioxid träprodukter släpper ut.

Vi gör antagandet att råvaran som inte behöver skördas vid återbruk fortsätter att växa genom en hel livscykel till. Detta är idag inte särskilt realistiskt, men antagandet anses heller inte helt orimligt ur ett hållbarhetsperspektiv. Det skulle i praktiken innebära att en skogsbrukare låter sina träd växa i ytterligare 100 år och således lagra ytterligare omkring 773 kg CO₂/m³ trä. Antagandet är en typ av medveten idealisering. Vi har även gjort antagandet att transporten från nedmonteringsplats till den plats där materialet skall få nytt liv är lika lång som från fabrik till första montering bara för att ha någonting att räkna på. Denna modul skulle förstås variera ganska mycket i verkligheten så just därför tyckte vi att det funkade som generalisering. Givet antagandet att trädet får växa vidare i 100 år till, så tillgodoser vi oss även den kolsänkan vid fallet återbruk. Det betyder att kolsänkan blir dubbelt så stor vilket gör en betydande skillnad för hur mycket koldioxidutsläpp man "sparar" vid återbruk. Principen är alltså, för ett träd som avverkas, så sätts ett nytt träd som får växa två livscykler (ca. 200 år). Hela resonemanget grundar sig egentligen i att när de olika träföretagen upprättar sina produktdeklarationer så verkar standarden vara att man tillgodoser sig den mängd koldioxid som kommer att lagras över 100 år i ett nytt träd. Detta redovisas som ett negativt utsläpp i deras livscykelanalyser, alltså ett koldioxidupptag. Vi menar då att om trädet som planteras istället får stå dubbelt så länge, i upp till 200 år, så blir detta koldioxidupptag dubbelt så stort.

6 Slutsatser

Då byggbranschen är en stor bidragande faktor till klimatpåverkan, resursförbrukning och avfallsgenerering finns det stor potential att minska dessa med hjälp av återbruk och andra resurssmarta lösningar. För att byggbranschen skall kunna anpassa sig och bli mer cirkulära så spelar återanvändningen och hushållning med resurser en viktig roll. I rapporten lyfts flera viktiga utmaningar och potentiella lösningar fram. Branschen behöver förändring och ett ökat intresse för återbruk och andra idéer och positiva lösningar ur ett hållbarhetsperspektiv. Man behöver ta ansvar för byggnadens slutskede redan vid planeringen av uppförandet. Det är byggbranschens gemensamma ansvar att inte skjuts över våra problem för framtida generationer att lösa. Sammanfattnings kan man säga att alla aktörer i och relaterade till byggbranschen bör anamma ett mer cirkulärt förhållningssätt.

I rapporten redogörs även olika parametrar och förutsättningar för att träprodukter skall vara lämpliga att återbruka. Det är en ganska komplex fråga utan något enkelt sammanfattat svar. Anledningen är att det beror väldigt mycket på under vilka förhållanden materialet genomgått sin tidigare livscykel, men även vilka krav som kommer att ställas på materialet under nästa. Det handlar egentligen om att man får bedöma varje enskilt fall genom att exempelvis utföra kontroller på materialet och på så vis avgöra huruvida det håller rätt kvalitet, standard och egenskaper som motsvarar aktuella krav.

Resultatdelen presenterar vi att det går att undvika relativt stora mängder utsläpp i form av koldioxidekvivalenter genom att återbruka träprodukter jämfört med nyproduktion. Resultatet stärker argument om att det finns goda möjligheter att spara på klimatet genom att hushålla med det som redan finns i omlopp. Sannolikt är trä inte särskilt unikt ur det perspektivet vilket kan väcka en tankeställare. Kanske bör vi i största allmänhet försöka ta hand om det vi redan ha och försöka hålla varje befintlig produkt stanna i olika omlopp så länge som möjligt. Med just trä verkar det ju extra angeläget med tanke på att varje kubikmeter trä binder stora mängder kol och utgör en sorts klimattjänst eftersom det största hotet idag med avseende på klimatet är en stigande temperatur till följd av ökad koncentration koldioxid i atmosfären.

Referenser

- Andersson, Ida. (2021). *Att bygga hus i trä – vinst varje gång*. [Blogg] 24 februari <https://blogg.slu.se/kunskapscentrum-for-landsbygder/att-bygga-hus-i-tra-vinst-varje-gang/>
- Andersson, J., Gerhardsson, H., Stenmarck, Å. & Holm, J. (2018). Potential och lösningar för återbruk på svenska kontor (Nr C 338). Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Astel modular (u.å). *Trä som byggmaterial – fördelar och nackdelar* [Trä som byggmaterial - fördelar och nackdelar \(astelmodular.se\)](https://astelmodular.se) [2022-03-28]
- Bismark, J. (2020). *Återbruk och återbrukbarhet inom byggbranschen – En studie av hinder och utvecklingsmöjligheter med fokus på korslimmat trä*. [Examensarbete, Lunds Tekniska Högskola]. LUP Student papers. [download \(lu.se\)](https://lup.lub.lu.se/)
- Boverket (2021). *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn* <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuellt-status/vaxthusgaser/> [2022-04-10]
- Brandner, R., Flatscher, G., Ringhofer, A., Schickhofer, G. & Thiel, A. (2016). Cross laminated timber (CLT): overview and development. *European Journal of Wood and Wood Products*, 74(3), ss.331-351.
- Elfors, S. (2016). *Byggnadsstommens klimatpåverkan - Livscykelperspektiv på olika material*. Stockholm: Sveriges Kommuner och Landsting.
- EPD International AB (2022). *The International EPD System*. [EPD International \(environdec.com\)](https://www.epd-international.com/) [2022-05-22]
- Falk, R. H., Devisser, D., Cook, S., & Stansbury, D. (1999). Effect of damage on the grade yield of recycled lumber. *Forest products journal*.
- Fahlén, E., Sidenmark, J., Löfås, P. & Cusumano, L. (2017). Design for deconstruction - Kartläggning av byggnadselement, SBUF ID 13369.
- Fossilfritt Sverige. (2021). *Bygg- och anläggningssektorn*. <https://fossilfritt sverige.se/roadmap/bygg-och-anlaggningssektorn/> [2022-05-18]
- Freij, M. & Kristenson, P. (2018). *Framtiden för flerbostadshus i trä*. Examensarbete, LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg. Helsingborg: LTH Ingenjörshögskolan.
- Gustafsson, A., Crocetti, R., Just, A., Landel, P., Olsson, J., Pousette, A., Silfverhielm, M. & Östman, B. (2017). *KL - trähandbok*. Stockholm: Skogsindustrierna Svenskt Trä. ISBN-978- 91-981922-5-4.
- Johansson, B. (2018). *Arkitektens Återbruksmetodik*. White Research Lab.
- Johansson, H. (2018). *Slutrapport Återbyggmodellen: KTP-projekt*. Byggtutbildning STAR
- Johansson, P., Brander, L., Jansson, A., Karlsson, S., Landel, P. & Svennberg, K. (2017). *Kvalitet hos byggnadsmaterial i cirkulära flöden (RISE Rapport 2017:55)*. Borås: RISE Research Institutes of Sweden AB.
- KTH (2021) *Ekologisk hållbarhet* <https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/ekologisk-hallbarhet-1.432074> [2022-04-05]
- Kungliga Ingenjörsvetenskapliga akademien (IVA). (2014) *Klimatpåverkan från byggprocessen – En rapport av IVA och Sveriges Byggindustrier*. Stockholm: IVA <https://www.iva.se/globalassets/rapporter/ett-energieffektivt-samhalle/201406-iva-energieffektivisering-rapport9-i1.pdf>

Naturvårdsverket. (u.å) *Biogena koldioxidutsläpp och klimatdata.*

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomställningen/omraden/klimatet-och-skogen/biogena-koldioxidutslapp-och-klimatpaverkan> [2022-05-15]

Naturskyddsföreningen. (2022). *Cirkulär ekonomi.* <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/cirkular-ekonomi/> [2022-05-20]

Nässén, J., Hedenus, F., Karlsson, S. & Holmberg, J. (2012). Concrete vs. wood in buildings – An energy system approach. *Building and Environment*, 51, ss. 361-369.

Passarelli (2019). The Environmental Impact of Reused CLT Panels: Study of a Single-storey Commercial Building in Japan. World Conference on Timber Engineering, Seoul: Republic of Korea 20-23 augusti 2018.

Rose, C. & Stegemann, J. (2018). From waste management to component management in the construction industry. *Sustainability*, 10, ss.229.

Scalet, T. (2015). *Cross Laminated Timber as Sustainable Construction Technology for the Future.* Kandidatuppsats, Helsinki Metropolia University of Applied Sciences. Helsingfors: Helsinki Metropolia University of Applied Sciences.

Svenskt trä. (2022). *Bygg klimatsmart.* <https://www.svenskttra.se/bygg-med-tra/byggande/varfor-tra/bygg-klimatsmart/> [2022-04-16]

Svenskt Trä (2020). *Materialet trä* [Materialet trä - TräGuiden \(traguiden.se\)](https://www.svenskttra.se/bygg-med-tra/byggande/varfor-tra/bygg-klimatsmart/) [2022-03-20]

Svenskt trä. (2022). *Trä i byggprocessen.* <https://www.svenskttra.se/bygg-med-tra/byggande/bygga-i-tra/> [2022-05-15]

Tam, V. W. Y., & Tam, C. M. (2006). A review on the viable technology for construction 32 waste recycling. In *Resources, Conservation and Recycling* (Vol. 47, Issue 3, pp. 209–221). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2005.12.002>

TräGuiden (2015). *Träproduktens kretslopp* Träproduktens kretslopp - TräGuiden (traguiden.se) [2022-04-05]

TräGuiden. (2017). *Tillverkning av KL-trä.* [Tillverkning av KL-trä - TräGuiden \(traguiden.se\)](https://www.svenskttra.se/bygg-med-tra/byggande/bygga-i-tra/) [2022-04-07]

TräGuiden. (2017). *KL-trä i kretsloppet.* [KL-trä i kretsloppet - TräGuiden \(traguiden.se\)](https://www.svenskttra.se/bygg-med-tra/byggande/bygga-i-tra/) [2022-03-20]

Trost, J. (2010). *Kvalitativa intervjuer.* 4rd ed. Lund: Studentlitteratur AB. UK Green Building Council (2019). *Circular economy guidance for construction clients: How to practically apply circular economy principles at the project brief stage.* London: UK Green Building Council.

Tyréns. (2015). *Klimat fördelar av att välja* [PowerPoint-presentation \(svenskttra.se\)](https://www.svenskttra.se/bygg-med-tra/byggande/bygga-i-tra/) [2022-04-19]

United Nations (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development – Our Common Future.* [2022-04-30]

Zeise, Katin. 2021. *Brådslande åtgärder krävs: hållbarhet i byggbranschen.* [Blogg]. 22 april. <https://blog.bluebeam.com/se/sustainability-urgent-need-for-action-in-construction/> [2022-04-10]

7 Bilagor

EPD Stora Enso

Data (environ <https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/186e4440-1809-4e7e-41b3-08d8dc8471b1/Datadec.com>)

EPD svenskt trä:

Data (environ <https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/186e4440-1809-4e7e-41b3-08d8dc8471b1/Datadec.com>)