



CHALMERS

Hur kan val av byggnadsmaterial vid byggnation av flervåningshus främja ekologisk hållbarhet och människors välmående i urbana miljöer

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet samhällsbyggnadsteknik

William Alfvén
William Skoglund

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2025
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Hur kan val av byggnadsmaterial vid byggnation av flervåningshus främja ekologisk hållbarhet och människors välmående i urbana miljöer

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

William Alfvén
William Skoglund

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för byggnadsdesign
Examinator: Bijan Adl-Zarrabi
Handledare: Bijan Adl-Zarrabi
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2025

Hur kan val av byggnadsmaterial vid byggnation av flervåningshus främja ekologisk hållbarhet och människors välmående i urbana miljöer

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

William Alfvén

William Skoglund

© WILLIAM ALFVÉN/WILLIAM SKOGLUND, 2025

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Chalmers tekniska högskola 2025

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för byggnadsdesign

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2025

Hur kan val av byggnadsmaterial vid byggnation av flervåningshus främja ekologisk hållbarhet och människors välmående i urbana miljöer

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

William Alfvén

William Skoglund

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för byggnadsdesign

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Nyckelord:

Med en allt ökande urbanisering krävs det mer hållbara lösningar inom samhällsbyggande, detta examensarbete har undersökt och jämfört ekologiska och psykologiska effekter av betong och trä som byggnadsmaterial. Arbetet bygger på en kombination av LCA-analyser samt litteraturhämtning och en enkätundersökning.

Arbetet har visat att trä generellt har en lägre klimatpåverkan än betong samt en mer positiv psykologisk effekt på inneboende som vistas i trä miljöer. Betong har en större klimatpåverkan främst under tillverkning av cement men har fördelar inom material egenskaper som trä ej uppnår, betong har fördelar såsom lång livslängd, god brandsäkerhet och god akustisk komfort.

Ur ett psykologiskt perspektiv ses trä som ett varmare och naturligare material som kan främja boendes välbefinnande samt minska stress, dessutom associeras trä miljöer med högre emotionell upphetsning och minskade stress nivåer. Betongmiljöer ses som kalla och råa, vilket sänker människors upplevda njutning och lugn i miljöerna men studier visar på att betong miljöer kan bidra till ökade koncentrationsnivåer hos individer, något som inte ses i lika stor grad i trä dominerande miljöer.

Resultaten visar på att materialvalen till nybyggnationer bör göras utifrån fler utgångspunkter än bara ekonomisk vinst och stabilitet, man bör även kolla på ekologiska implikationer samt den psykologiska påverkan av materialvalen för att öka hållbarheten i den urbana miljön.

How can the choice of building materials in the construction of multi-story buildings promote ecological sustainability and the well-being of people in urban environments?

Degree Project in the Engineering Programme

Architecture and Civil Engineering

William Alfvén

William Skoglund

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Division Building Design

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Key words:

With increasing urbanization, more sustainable solutions are required in urban development. This thesis has examined and compared the ecological and psychological effects of concrete and wood as building materials. The work is based on a combination of LCA (Life Cycle Assessment) analyses, literature review, and a survey.

The study has shown that wood generally has a lower climate impact than concrete, as well as a more positive psychological effect on occupants in wooden environments. Concrete has a greater climate impact, primarily during the production of cement, but it offers advantages in terms of material properties that wood does not achieve. These include a longer lifespan, good fire safety, and good acoustic comfort.

From a psychological perspective, wood is perceived as a warmer and more natural material that can promote residents' well-being and reduce stress. Wooden environments are also associated with higher emotional arousal and lower stress levels. Concrete environments, on the other hand, are seen as cold and harsh, which decreases people's perceived enjoyment and calmness. However, studies show that concrete environments can contribute to increased concentration levels in individuals, an effect not seen to the same extent in wood-dominated environments.

The results indicate that material choices for new constructions should be made based on more than just economic gain and structural stability. Ecological implications and the psychological impact of material choices should also be considered in order to enhance sustainability in the urban environment.

Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Trä	2
1.3	Betong	2
1.4	Syfte	3
1.5	Frågeställning	3
1.6	Metod	3
1.7	Tillvägagångsätt	4
1.8	Avgränsningar	4
2	KUNSKAPSLÄGE	6
2.1	Trä – Materialegenskaper	6
2.1.1	KLT	6
2.1.2	Byggproduktionsmetoder	7
2.1.3	Fuktpåverkan	7
2.1.4	Brandpåverkan	8
2.1.5	Akustik	9
2.1.6	Ekologisk hållbarhet	10
2.2	Betong – Materialegenskaper	10
2.2.1	Byggproduktionsmetoder	10
2.2.2	Fuktpåverkan	11
2.2.3	Brandpåverkan	11
2.2.4	Akustik	12
2.2.5	Ekologisk hållbarhet	12
3	GESTALTNING	13
3.1	Människans påverkan av trä som materialval	13
3.2	Människans påverkan av betong som materialval	14
4	LCA-ANALYS	15
4.1	Analys av materialets miljöpåverkan	15
4.1.1	Resultat av miljöpåverkan av byggelementen	16
4.2	Tidigare jämförelser mellan betong och trä utifrån LCA-analys	16
5	SEKUNDÄRANALYS AV INTERVJUER	18
6	ENKÄTUNDERSÖKNING	20
6.1	Enkätundersökning resultat	21

7	DISKUSSION	24
7.1	Tekniska och praktiska aspekter	24
7.2	Ekologisk hållbarhet	24
7.3	Människors upplevelse av materialen	25
7.4	Begränsningar	25
8	SLUTSATS	27
9	REFERENSER	28
10	BILAGOR	33
10.1	Trä	33
10.2	Betong	34

Förord

Detta arbete har lärt oss mer om den bebyggda miljö och konsekvenser den har på människors välmående. Vi har också fått en utvecklad förståelse för ekologisk hållbarhet och hur viktig gestaltning är för människors sociala hållbarhet.

Göteborg Maj 2025

William Alfvén

William Skoglund

1 Inledning

I takt med att befolkningstätheten ökar och städerna växer, blir behovet av hållbara byggnadslösningar alltmer påtagligt. Stadsbyggande och samhällsplanering kräver hållbara lösningar som förenar arkitekturens estetik med ekologisk och social hållbarhet. Ett stort problem idag är de utsläpp som byggbranschen står för, dessa uppmättes år 2022 till 10,8 miljoner ton koldioxidekvivalenter och motsvarade 22,1% av Sveriges totala utsläpp. En stor del av dessa kommer från tillverkning av byggnadsmaterial (Boverket, 2025a). Valet av byggnadsmaterial blir därför en kritisk faktor för en byggnads ekologiska hållbarhet. Men valet av byggnadsmaterial påverkar även människors upplevelse när de vistas i och kring byggnaden.

Denna uppsats kommer att fokusera på hur val av byggnadsmaterial vid byggnation av flervåningshus kan bidra till att främja hållbar utveckling i urbana miljöer, specifikt i Göteborg och med fokus på den ekologiska hållbarheten samt människors upplevda uppfattning av byggnaderna.

1.1 Bakgrund

I takt med den ökande urbaniseringen ökar även behovet av bostäder. Enligt Boverket kommer det att behövas byggas 523 300 nya bostäder fram till år 2033 för att möta den förväntade befolkningsökningen, varav 82 760 av dessa i Göteborg (Boverket, 2025b). För att kunna tillgodose det ökande behovet av bostäder blir byggandet av flervåningshus avgörande, detta eftersom man genom att bygga på höjden utnyttjar markytan mer effektivt. Samtidigt som detta behov behöver tillgodoses måste man även ta hänsyn till de uppsatta hållbarhetsmål som finns, bland annat Agenda 2030.

Agenda 2030 består av 17 globala mål inom hållbar utveckling framtagna av FN. Dessa mål syftar till att länder ska arbeta med hållbar utveckling inom sociala, ekonomiska och miljömässiga områden. Ett av dessa mål, nummer 11, behandlar området hållbara städer och samhällen. I detta mål ingår bland annat hållbart byggande vilket kräver minskade utsläpp från byggbranschen (FN, u.å.). För att kunna uppnå detta mål krävs en mobilisering av byggindustrin för att främja den ekologiska hållbarheten och därmed minska utsläpp från byggsektorn.

Samtidigt som nya bostäder behövs byggas och krav på klimatmål ska uppnås får inte den arkitektoniska gestaltningen nedprioriteras. Enligt Boverket (2022) utgör funktion, upplevelse och robusthet tre centrala kärnvärden i skapandet av en god arkitektur som främjar människors trivsel och livskvalitet. Dessa värden bör betraktas som ömsesidigt beroende och balanseras i planeringen av byggnader. Särskilt upplevelsen, som ofta betraktas som svårsmätbar, har uppvisat en stor påverkan på människors hälsa och välmående (Boverket, 2022).

1.2 Trä

Göteborg har en lång och rik tradition av träbyggnation. Under 1600- och 1700-talet uppfördes byggnader nästan uteslutande i trä. Till följd av flera bränder i slutet av 1700-talet och början av 1800-talet infördes lagstiftning som stipulerade att endast grundmurade stenhus fick uppföras inom vallgraven. Eftersom dessa hus var dyrare att bygga och det samtidigt rådde bostadsbrist i Göteborg, började de så kallade landshövdingehusen att uppföras i stadsdelar där det var tillåtet att bygga i trä. Dessa bostäder bestod av en bottenvåning/källarvåning i sten följt av två våningar i trä, vilket möjliggjorde att kringgå lagstiftningen gällande byggnadshöjden för trähus (Larsson & Lönnroth, 1972). Lagstiftningen kring våningshöjden ändrades år 1994, då förbudet mot trähus högre än två våningar avskaffades. Det blev därmed lagligt att bygga högre trähus, förutsatt att byggnaderna uppfyllde funktionskraven (Svenskt trä, u.å.).

Sverige har historiskt sett varit en stor aktör inom träfällning samt träexport och varje år produceras 75 miljoner kubikmeterbyggnadsmaterial i trä (Sandberg et al. 2014). Enligt Skogsstyrelsen (2024) finns det ”27,9 miljoner hektar skogsmark, varav 23,5 miljoner hektar är produktiv skogsmark” där Sveriges landareal uppgår till 40,7 miljoner hektar. Detta innebär att det finns $\frac{23,5}{27,9} = 0,84 = 84\%$ produktiv skogsmark som kan användas som byggnadsmaterial inom träbyggnader. Dessutom har Sveriges totala virkesförråd ökat kraftigt under de senaste 100 åren, från 1 790 miljoner m^3sk till 3 601 miljoner m^3sk från mitten av 1920-talet till 2020 vilket motsvarar en ökning på cirka 101% under ungefär 90 års tid (Skogsstyrelsen, 2024).

Detta visar på att Sverige som land har en god möjlighet till att fälla och producera timmer som kan användas som byggnadsmaterial för nybyggnationer av bostadshus i flera plan. Övrigt visar Skogsstyrelsen (2024) att det finns en övrig tillväxt av virkesproduktionsmark som uppgår till 103 miljoner m^3sk samt en årlig avverkning som uppgår till 94,7 miljoner m^3sk under perioden 2018–2022, detta visar på att det fortfarande finns virkesproduktionsmark att avverka och öka produktionen av byggnadsmaterial och fortfarande innehåva ett stort virkesförråd i Sverige. Dessutom menar Sandberg et al (2014) att endast en liten del av det träet som passerar sågverken i Sverige går till husbyggandet, detta motsvarar 12% av den totala produktionen av trä som går till husbyggandet.

Ytterligare processer i produktionen som kan effektiviseras och öka produktiviteten av trä är sågverken i Sverige. Under perioden mellan 1835–1870 ökade sågverkens produktion markant från 370 000 m^3 till cirka 3 500 000 m^3 (Sandberg et al, 2014). Under 2018 producerades cirka 18,6 miljoner m^3 sågade trävaror av sågverken och av dessa så bestod 23% av trämaterial som användes till nybyggnation av hus, där endast cirka 3% av den totala träkonsumtionen till KL-trä och limträ (Svenskt trä, 2021a).

1.3 Betong

Många användningsområden och inhemsk produktion av cement har gjort att betong länge varit det dominerande byggmaterialet i Sverige. Den inhemska produktionen av betong beräknas till cirka 14–15 miljoner ton betong om året (SGU, 2023). För att

tillverka cement så bränns kalksten vid temperaturer upp emot 1 450 grader, den kyls sedan ned och mals ner till cement. Cement fungerar som ett bindemedel i betong tillsammans med ballast och vatten (Heidelberg Materials, u.å.).

Anledningen till att betongbyggnader blev så stort inom Sverige och världen över beror på att man under 1930-talet upptäckte att man kunde tillföra armering till betongen för att stärka upp den i drag, men innan detta fanns betong även i Sverige till en mindre del och en inferior betong från dagens betong, den första cement fabriken etablerades 1873 i Lomma, Skåne och under 1800-talet användes endast betong i konstruktioner för att ta tryck eftersom kunskapen för att överföra drag med hjälp av armering ej fanns där i Sverige vid denna tid (Ahlberg, 2022).

Brytning av kalk och produktion av cement har varit ett aktuellt ämne de senaste åren med indragna tillstånd och väntan på nya riksdagsbeslut. Kalkbrytningen har även fått kritik från flera miljöorganisationer (Widegren, 2025). Naturskyddsföreningen menar bland annat att ökad klakstensbrytning kan komma att skada naturen i området och förorena grundvattnet (Naturskyddsföreningen, 2021).

Betong är som tidigare nämnt idag det dominerande byggmaterialet. Branschen arbetar mycket med att försöka minska sina utsläpp och utveckla allt mer klimatvänlig betong (Svensk Betong, u.å.a). Enligt Statistikmyndigheten (2024) så byggdes 78% av alla flerbostadshusstommar i betong år 2023, det går att jämföra med motsvarande siffra för trästomme på 16% (SCB, 2024).

1.4 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att undersöka och jämföra byggnader uppförda i trä och i betong. Jämförelsen bygger på ekologisk hållbarhet samt hur människors välmående påverkas av de två materialen. Dessutom kommer en jämförelse mellan trä och betongs material egenskaper att ske.

1.5 Frågeställning

Frågorna som ska besvaras i detta arbete är följande:

Hur skiljer sig byggnadsmaterialen trä och betong åt i ekologiska hållbarhetsaspekter?

Hur påverkar träbyggnader konsumentens välmående kontra betongbyggnader?

Vilka skillnader finns mellan trä och betongs materiella egenskaper?

1.6 Metod

För att kunna besvara frågeställningarna så kommer en kombination av kvalitativa och kvantitativa metoder att användas.

En enkätundersökning kommer att genomföras för att undersöka människors upplevelser och uppfattningar av byggnader byggda i trä och i betong.

En litteraturstudie kommer att genomföras för att kartlägga tidigare forskning inom områdena ekologisk hållbarhet, arkitektonisk upplevelse samt materialens påverkan på människor. Materialens egenskaper kommer också behandlas för att visa på skillnader.

En materialanalys kommer genomföras som syftar till att jämföra klimatpåverkan av trä samt betong som byggnadsmaterial, en jämförelse av livscykelanalyser från tidigare rapporter kommer att komplettera materialanalysen.

Slutligen kommer en sekundäranalys av intervjuer att genomföras.

1.7 Tillvägagångsätt

En översiktlig materialanalys av de två materialen kommer att göras och materialens tekniska data kommer att jämföras för att identifiera om skillnader i utformning, så som dimensioner, kommer att variera beroende på val av byggnadsmaterial. Här görs även en analys av miljömässiga utsläpp av en konstruerad bärande yttervägg samt bjälklag i betong respektive trä. En fullständig livscykelanalys kommer inte att göras men resultat från tidigare utförda livscykelanalyser kommer att tas upp i litteraturstudien och användas som underlag för diskussionen.

Slutligen kommer intervjuer och debattartiklar angående ämnet att samlas in, analyseras samt diskuteras. Dessa intervjuer och debattartiklar kommer främst att behandla skillnader i den ekologiska hållbarheten mellan materialen. Intervjuerna kommer att väljas med hänsyn till att de intervjuade personerna ska ha tillräcklig erfarenhet av samt arbeta inom branschen.

1.8 Avgränsningar

Studien kommer att fokusera på byggnader med en maximal höjd på 7 våningar, vilket innebär att flerbostadshus högre än detta exkluderas. Materialjämförelsen avgränsas till materialen trä och betong, stommar av stål och hybridstommar exkluderas.

Inom ramen för detta arbete kommer inte en fullständig LCA att utföras. Istället kommer en analys av byggkomponenters utsläpp i produktionsstadiet att utföras samt sammanställning av tidigare genomförda livscykelanalyser.

De tekniska aspekter som kommer behandlas i rapporten avgränsas till rubrikerna hållfasthet, fuktpåverkan, brandpåverkan, akustik och byggproduktionsmetoder. Den del som behandlar materialens hållbarhet avgränsas till ekologisk hållbarhet, då människors uppfattning av byggmaterial har en påverkan på välmående och hälsa går detta in under materialens sociala hållbarhet. Dock kommer arbetet exkludera vissa delar av den sociala hållbarheten så som arbetsförhållanden vid materialtillverkning.

Inom området gestaltning så kommer endast materialvalets påverkan på människor att undersökas. Faktorer som form, ljus, färg och omgivning kommer inte att analyseras.

2 Kunskapsläge

Detta avsnitt syftar till att undersöka grundläggande egenskaper för materialen trä och betong samt hur materialen blir påverkade av fukt, brand och ljud. Denna data kommer att användas för att jämföra och se vilket material som har bäst förutsättningar för materiell hållfasthet.

2.1 Trä – Materialegenskaper

Trä kan på grund av sin fiberstruktur kallas för kompositmaterial, detta innebär att det kan beskrivas som ett sammansatt material där två eller fler av de ingående lagerna har olika egenskaper. På grund av denna struktur, som kan ses som rör hoplimmade med lignin, så kommer träets egenskaper att variera i olika riktningar, det är alltså ett anisotropt material.

Vid tryckbelastning parallellt med fibrerna är trä ett starkt material och tål hög belastning. När denna belastning blir tillräckligt hög så kommer stukning att ske och materialets lastupptagande förmåga kommer att sjunka. Vid tryck vinkelrätt fibrerna så är träets styvhet och hållfasthet låg. Detta då de rörformade cellerna trycks ihop.

Vid dragbelastning parallellt med fibrerna kommer fibrerna att glida relativt till varandra. Om belastningen blir för hög så kommer fibrerna att dras isär vilket leder till ett sprött brott. I denna riktning är dock trä ett väldigt starkt material och det krävs hög belastning för brott. Vid drag vinkelrätt mot fibrerna så är träets hållfasthet väldigt låg. Det går lätt att deformera materialet i denna riktning.

Det finns även andra faktorer som påverkar trämaterialiets hållfasthetsegenskaper. Särdrag som bland annat kvistar och snedfibrihet har stor påverkan på hållfastheten (Johansson, 2020).

2.1.1 KLT

KLT eller korslimmat trä framkom i slutet av 1990-talet i Österrike som ett alternativ till de vanligare byggnadsmaterialen betong och stål. Detta material gjorde det möjligt att producera stora träskivor upp emot 30 meter långa och upp emot 4,8 meter höga.

Korslimmat trä (KL-trä) är ett konstruktionsmaterial bestående av korsvis lagda brädor eller plankor av barr- eller lövträd som har limmats ihop i minst tre lager. Varje lager roteras 90 grader relativt till föregående lager innan det limmas fast. Då KL-trä har en hög hållfasthet i förhållande till sin egen vikt så används det ofta i bärande element. Det går även att prefabricera KL-trä vilket gör det fördelaktigt vid montage (Svenskt Trä, 2017).

Precis som med andra trämaterial kommer vinkelns relation till träets fiberriktning att påverka hållfastheten, dock så kommer dess uppbyggnad, korslagda brädor, att kunna minska de skillnader och variationer som annars kan förekomma i trämaterial (Svenskt Trä, 2017).

2.1.2 Byggproduktionsmetoder

För att uppföra byggnader av trä finns det ett antal metoder som används i Sverige. Då detta arbete fokuserar på flervåningshus så bedöms platsbyggnadsteknik vara irrelevant då det används sparsamt i Sverige vid dessa typer av byggnader. Vilken byggmetod som används härleds till projektets förutsättningar, behov av spännvidd, projektets storlek, färdigställandegrad samt belastning.

Planelementsystem kan användas för att minska byggtiden. Då prefabriceras delar av stommen och lyfts sedan på plats av lyftkranar. Dessa element kan levereras med både isolering och ytskikt men måste då skyddas mot regn. Detta innebär att man på plats måste kunna täcka över dessa element.

Modulsystem är en metod som innebär att byggtiden ute på byggplatsen förkortas ännu mer i relation till planelementsystem. Detta då upp emot 80% av arbetet kan utföras industriellt. De självbärande modulelementen består av golv, väggar och tak men kan även komma med färdiga installationer. Ute på byggarbetsplatsen sammanfogas dessa modulsystem i hög takt, ca 20 – 30 moduler per dag kan sammanfogas (Svenskt Trä, u.å.a).

Pelar- balksystem är ytterligare en byggmetod som används. Denna metod fungerar bra vid behov av större öppna ytor. Här använder man ofta icke-bärande väggar för rumsbegränsning som är lätta att riva och flytta vid behov. Pelare och balkar tar de vertikala lasterna och för ned dessa till grunden medan man använder sig av väggskivor eller strävor i till exempel fasad för att ta de horisontella lasterna (Svenskt Trä, 2015a).

2.1.3 Fuktpåverkan

Fukt måste också tas hänsyn till vid byggnation i trä. Enligt BBR så ska ”Byggnader utformas så att fukt inte orsakar skador, lukt eller mikrobiell tillväxt som kan påverka hygien eller hälsa (Boverket, 2020).

Då trä är ett hygroskopiskt material, alltså strävar efter jämvikt med omgivningens klimat, så kommer fuktkvoten att variera med den relativa fuktigheten och temperaturen. Fuktkvoten definieras som:

$$\text{Fuktkvot } (\mu) = \frac{\text{Vikt före} - \text{Vikt efter}}{\text{Vikt efter}} * 100 [\%]$$

”Vikt före” beskriver vikten av det fuktiga materialet och ”vikt efter” vikten av det uttorkade materialet. Om träet är i jämvikt med omgivningen så har det uppnått jämviktsfuktkvoten. Beroende på om träets fuktkvot ligger under eller över jämviktsfuktkvoten kan det komma att svälla eller krympa, alltså förändras volymen (Svenskt Trä, 2021b).

Fuktkvoten påverkar träets hållfasthetsegenskaper. Utförda försök har visat på att draghållfastheten inte påverkas alls medan tryckhållfastheten påverkas markant av fuktkvoten (Johansson, 2020). Ju högre fuktkvot desto lägre blir hållfastheten. På grund av detta måste hållfasthetsvärden reduceras vid dimensionering av träbyggnader i miljöer med högt fukttinnehåll (Svenskt Trä, 2021b).

Fukt kan även leda till nedbrytning av materialet. Detta då trä är ett organiskt material och kan brytas ned av svampar och insekter. För att undvika detta bör man försöka hålla fuktkvoten under 20%, detta då det minskar risken för att rötsvampar ska kunna leva i materialet (Johansson, 2020).

Att torka virke för att uppnå en viss målfuktkvot är en energikrävande process. Enligt Svenskt trä (2021) så är det den mest energikrävande processen i hela sågverksprocessen. Detta då det krävs mycket energi för att värma upp virkestorken. Denna energi kommer främst från eldning med restprodukter från sågverken så som bark och spån (Svenskt trä, 2021).

2.1.4 Brandpåverkan

Enligt BBR så måste ”Byggnader utformas med sådant brandskydd att brandsäkerheten blir tillfredsställande” samt ”Brandskyddet utformas med betryggande robusthet så att hela eller stora delar av skyddet inte slås ut av enskilda händelser eller påfrestningar” (Boverket, 2020). Detta blir extra relevant då trä är ett brännbart material.

Trots att materialet är brännbart så klarar trä brandbelastning bra. Detta då trä vid brand förkolnar vilket agerar som ett sorts brandskydd. Innanför den förkolnade ytan behåller träet sina egenskaper. Den förkolnade ytan sänker även träets värmeledningsförmåga. Generellt brukar man räkna med en inbränningshastighet på ca 44 mm per timme vid en normal brand. Detta gör att man förenklat kan få en balk att stå emot brand i 60 minuter vid full last genom att öka dimensionerna med 2x40mm (Johansson, 2020).

Det finns olika klasser för brandmotstånd som byggnader behöver följa. De fyra huvudklasserna som finns förkortas R, E, I och W. Där R står för bärförmåga vid brand, E för integritet, I för isolering och W för skydd mot strålning. Dessa förkortningar kombineras av en siffra som motsvarar tiden i minuter som konstruktionen eller produkten skall kunna motstå brand och behålla förmågan som står angiven innan. Till exempel innebär en förkortning REI 60 att produkten eller konstruktionen ska bibehålla sin bärförmåga, integritet samt isolering under 60 minuter vid händelse av brand (Boverket, 2024a).

2.1.5 Akustik

I BBR finns det en miniminivå kring skydd mot buller som måste följas enligt föreskrifter. Däremot går det att bygga med bättre skydd än så. För bostäder finns en svensk standard som kallas SS 25267 som preciserar vilka värden som ska uppnås för att nå specifika ljudklassificeringar. Denna klassificering benämns som en skala från A – D. Nyproducerade bostäder måste klara att uppnå nivå C, nivå A och B innebär att de uppnår en bättre ljudklass än miniminivån. Ljudnivå D används främst vid ändringar av befintliga byggnader (Boverket, 2024b).

För att kunna erhålla en tillfredställande inomhusmiljö är ljudnivån viktig. Trä som byggnadsmaterial har inte samma ljuddämpande egenskaper som till exempel betong, detta har att göra med att trä är ett lättare material (Svenskt Trä, u.å.b).

Det finns olika typer av ljud som påverkar den totala ljudnivån i en byggnad. Luftljud innebär det ljud som överförs mellan två rum och mäts som skillnaden mellan ljudnivån i det sändande och det mottagande rummet. Luftljudsisolering är ett mått på hur bra en byggnadskomponent, till exempel en vägg, hindrar luftljudet från att spridas mellan utrymmen. Luftljudsisoleringen påverkas av egenskaper hos väggar och bjälklag och redovisas genom ett ljudreduktionstal, ju högre ljudreduktionstal desto bättre luftljudsisolering. Denna typ av ljudisolering påverkas till stor grad av konstruktionens vikt och då trä är ett lättare material så har många träkonstruktioner dålig luftljudsisolering, speciellt vid lägre ljudfrekvenser.

Stegljud är ytterligare en typ av ljud som uppkommer i byggnader. Det mäts som den ljudtrycksnivå som uppstår vid repetitiva hammarslag från en standardiserad hammarapparat på till exempel ett bjälklag i konstruktionen. Detta ska efterlikna de ljud som uppstår vid gång på bland annat bjälklag (Östman, u.å.).

Även flanktransmission är ett problem som uppstår, det innebär ljud som sprids genom bland annat vibrationer som sprids från golv till väggar. Ljudet sprids alltså från en byggnadsdel till en annan (Trä Guiden, 2021c).

För att motverka de akustikproblem som kan uppstå i träbyggnader finns det olika åtgärder. Fröbel & Bergkvist (2020) uppger att problemen med luftljud går att lösa genom en luftspalt mellan två separerade träväggar i till exempel lägenhetsskiljande väggar, detta fungerar även mot stegljud i bjälklag (Fröbel & Bergkvist, 2020). Hagberg beskriver hur man kan välja att bygga in knutpunkter genom påbyggnader på väggar, detta bidrar till att motverka flanktransmissionen (Hagberg, 2019).

För att minska stegljud som uppkommer från ljudkällor som verkar direkt på bjälklaget, till exempel om någon går på våningen ovanför eller tappar något, så kan man bland annat öka golvets massa genom att använda sig av så kallade flytande golv ovanpå bjälklaget (Asdrubali mf, 2016).

2.1.6 Ekologisk hållbarhet

Trä är ett förnybart material. På grund av fotosyntesen som pågår innan ett träd blir avverkat ingår det dessutom i den så kallade kolcykeln, nämns ibland som ”kolets kretslopp”. Detta innebär att trä tar upp koldioxid från luften och släpper ut syre till omgivningen. Den lagrade koldioxiden finns kvar i materialet även när trädet har avverkats och blivit byggmaterial och det är först vid slutfasen som denna koldioxid frisläpps (Brack, 2019). Totalt kan trä lagra 1,6 ton koldioxid per ton träprodukt (Svenskt trä, 2015b)

Tillverkningen av byggmaterialet, sågning och hyvling, innebär inte några större utsläpp av koldioxid. En majoritet av Sveriges sågverk använder sig av biobränsle som kommer från deras egna restprodukter vilket minskar deras klimatpåverkan ytterligare (Perssons träteknik, 2021).

En stor del av allt trä som används inom byggindustrin i Sverige idag kommer från svenska skogar (Svenskt trä, u.å. c). Detta innebär att transporterna av byggmaterialet sker inrikes. Då trä dessutom är ett lätt material samt har en hög prefabricerings nivå, vid användning av till exempel KL-trä, kan man hålla nere transporterna.

I slutskedet av en byggnads livstid går trä även att återvinna. En del av byggprodukterna går att montera ned och återanvända i nya byggnader medan andra delar av byggnaden går att energiåtervinnas (Svenskt trä, 2015). Energiåtervinning av material i en träbyggnad innebär att man förbränner materialet och utnyttjar energin till elproduktion samt fjärrvärme (Rydegran, u.å.).

2.2 Betong – Materialegenskaper

Betongen är i dagsläget det mest använda materialet till byggnationer av både flervånings-bostadshus samt kontors och lokaler byggnader, betong är ett sammansatt material som består utav sand, sten, vatten samt cement, genom att använda olika mängder av dessa ämnen kan den färdiga betongprodukten modifieras och bli mer eller mindre hållfast. Hårdnad betongs tryckhållfasthet är betydligt större än betongens draghållfasthet och är därav ett utmärkt material att använda i byggnaders stommar samt pelare, betongens draghållfasthet är oftast cirka 10% av betongens tryckhållfasthet (Engström, 2020).

För att motverka den svaga draghållfastheten i betong så är det praxis att man lägger in dragarmering i betongen av stål vilket tar dragkrafterna som pelare och balkar i betong utsätts för vid belastning. Detta innebär att armerad betong är ett material som är bra på att överföra både drag och tryckkrafter. Själva kraftöverföringen mellan betong och stålarmeringen sker genom att armeringen håller fast betongen genom friktion samt kontaktryck mellan armering och betongen (Engström, 2020).

2.2.1 Byggproduktionsmetoder

Det två vanligaste byggmetoderna för konstruktion av betong är platsgjuten betong och prefabricerad (prefab) betong. Platsgjuten betong innebär att man gjuter betongen

på plats i stora former samt kompakterar och vibrerar betongen för att sedan låta den hårdna, därefter tar man av formarna. Prefab betong innebär att betongen gjuts och tillverkas i en lokal för att sedan föras till byggplats och monteras (Elliott, 2018). Detta leder även till en kortare byggtid samt lägre klimatpåverkan av transporter eftersom komponenterna är färdig tillverkade och inga onödiga laster transporteras (Tavares, et al, 2021).

2.2.2 Fuktpåverkan

Betong är ett material som inte påverkas till lika stor grad som trä, men även betong utsätts för förändringar på grund av fukt i form av krympning, det finns två olika former av krympning, dessa är autogen krympning samt uttorkningskrympning. (Engström, 2020). När man motverkar krympning av betong kan det leda till att sprickor uppstår i betongen i användningsfasen, och i många fall kan detta under estimeras av konstruktörer, detta kan leda till onödiga underhållskostnader (Gilbert, et al, 2017).

Karbonatisering är en process där betong binder koldioxid från den omgivande luften, för en mer detaljerad beskrivning se kapitel 2.2.5 Ekologisk hållbarhet. Denna process är väldigt positiv rent klimatomått men dåligt för fuktpåverkan på betong. Detta eftersom karbonatiseringen leder till minskat pH värde av betongen, vilket i sin tur leder till försvagning av det skyddande lagret runt armeringsjärnet och slutligen korrosion. När korrosion av armeringen sker kan sprickor lättare formas i betongens ytskikt vilket leder till ökad vatteninträngning, detta påskyndar korrosionen av armeringen (Jedidi, 2024).

Om vatten tillåts trängas in i sprickor i betongens ytskikt kan detta i sin tur leda till frostsprängningar, detta eftersom vattnet lätt kan komma in i betongens porstruktur, om vattnet sedan fryser till is expanderar det med cirka 9% och skapar ett inre portryck som kan leda till att betongens ytskikt sprängs bort, även kallat frostsprängning (Jacobsson, 2018).

2.2.3 Brandpåverkan

Till skillnad från byggnadsmaterial i trä så kan betong motstå brand på ett mer effektivt sätt. Betong uppfyller kraven för den högsta brandklassen A1 enligt BBR, dessutom avger betong inga farliga gaser eller rök vid förbränning vilket kan förlänga utrymningstiden för inneboende (Svensk betong, u.å.b).

Betong har även god förmåga att repareras och återställas i fallet om brand skulle ske i en byggnad, en annan viktig egenskap är att betong ej tar skada av släckning av eventuell brand då det bara behöver torkas ut efter släckning, detta leder till snabbare reparationer än exempelvis träd material och mindre resurser för att återställa funktionalitet av materialet (Svensk betong, u.å.b).

Problem som kan uppstå vid brand i flerbostadshus av betong är spjälkning, spjälkning innebär att det bundna vattnet inuti betongen börjar att förångas och bygger upp ett tryck i betongen vid cirka 300–400 °C sker explosiv spjälkning av betongen (Lond, 2005).

2.2.4 Akustik

Akustik inom ett flervånings-bostadshus är väldigt viktigt för en upplevd god akustisk komfort för innevånare, betong är ett material som generellt sett har lätt att uppnå ljudklass B och ses som ett material med god akustisk prestanda.

2.2.5 Ekologisk hållbarhet

Betong anses ha en stor miljöpåverkan i dagsläget och det ämne som påverkar miljön mest är cementen i betongen. För att göra cementen bränner man krossad kalksten och lera vid ca 1450 grader Celsius, detta frigör då koldioxid från kalkstenen och kvarvarande är kalciumoxid, detta leder till klinkerkulor som krossas och blandas med gips vilket blir slutprodukten cement, när cementen sen blandas med vatten under betongtillverkningen bildas kalciumhydroxid. 1 ton cement kan ge cirka 700–800 kg koldioxid i utsläpp dessutom bidrar det med cirka 8% av de globala utsläppen, där cirka en tredje del under cement tillverkningsprocessen av utsläppen består av fossila bränslen och två tredjedelar av kalkstenen, detta indikerar förbättringsmöjligheter för att sänka klimatpåverkan om fossila bränslen ej används (Naturskyddsförening, 2022).

Vidare visar studier utförda av Coffetti et al (2022) att minskning av betongs ekologiska påverkan kan göras relativt enkelt men kommer leda till att hållfasthet, alternativt livslängden kommer att drastiskt reduceras vilket leder till samma miljöpåverkan, bara under en längre utdragen tid.

Betong lagrar även koldioxid under sin livstid genom en process som kallas för karbonatisering, denna process innebär att koldioxid i luften reagerar med kalciumhydroxiden i betongen och bildar kalciumkarbonat vilket lagrar koldioxiden i betongen. Betongen kan lagra upp till 50% av utsläppen som sker vid tillverkning av cementen, för att karbonatisering ska ske måste betongens ytor lämnas exponerade till luften (RISE, u.å).

3 Gestaltning

Gestaltning inom arkitektur handlar om läran hur form, materialval, färger, ljus, akustik och omgivningen samspelar och påverkar människan, med andra ord är gestaltning hur man utformar byggnader för att uppnå bra estetik och god hälsa samt välbefinnande bland folk som vistas i dessa miljöer (Boverket, 2021)

Visuell stimulering såsom ljus som behandlas av synsystemet påverkar människors fysiologi till stor grad och har genom studier visats att det påverkar kroppsfunktioner som hjärtfrekvens, kroppstemperatur samt vakenhet.

Gestaltning är ett krav enligt Boverket (2020). Där de menar att arkitektur och gestaltad livsmiljö ska användas som ett verktyg för att förhöja vår livsstandard och höja kvalitén av våra bebyggda miljöer. Boverket (2020) menar vidare att området ”gestaltad livsmiljö” är ett område med stor kunskapsbrist och det måste vidareutvecklas för framtiden för att kunna förklara vidden av begreppet och hur det samman knyter med hållbart samhällsbyggande, de fortsätter med att de måste visa att miljöer ska vara funktionella och robusta och estetiskt tilltalande för att möjliggöra hållbarhet i samhället.

Enligt Pallasmaa (2012) är materialvalet en central del av en byggnads gestaltning. Därav kommer fokus ligga på materialens påverkan på människor.

3.1 Människans påverkan av trä som materialval

Den bebyggda miljön är överallt och människor spenderar nästan 100% av sin vakna tid i eller runt byggnader, detta medför att byggnader bör vara estetiskt tilltalande för att människan ska må bra.

Enligt en studie gjord av Wood2New (2016) menade de att trä fungerade som en buffert för fukt och värme, detta sker genom att trä suger åt sig fukten i luften (absorption) för att då kyla ner rummet och värma upp materialet och sedan när den relativa fuktigheten i rummet minskade kunde trä materialet avge fukten lagrad inom sig (desorption) för att sedan höja den relativa fuktigheten i rummet och därmed värmen. Genom att gestalta med trä i interiören av en byggnad kommer då den sociala hållbarheten av rummet att öka positivt genom att man får en buffert av självreglerande värme och fukt genom träets hygroskopiska mekanismer, vilket leder till ett mer jämnt inneklimat.

Vidare skriver Wood2New (2016) att trä som material även anses vara ett varmt material och ger bättre akustiska egenskaper samt bättre luftkvalité, det ger även en lugnande egenskap till boende som vistas i trä miljöer. Människor påverkas mycket av den miljön de befinner sig i, naturliga scener såsom grönska och naturliga material som trä har direkt påverkat människors återhämtningstid från skador samt minskat blodtrycket (St-Jean et al, 2022).

Nylander (1997) skriver också om hur människan upplever trä som material i sina levnadsutrymmen, de boende som blev intervjuade av Nylander upplever trä parketten haptiskt och med synen där de säger ” ... här finns inte några jäkla plaster. Det tycker jag är skönt. Det är en sån där känsla som ingår i att det är mysigt och bra.”, trä som material upplevs som något positivt och naturligt och ger en mysig och bra känsla hos inneboende, detta bara från något sådant litet som ett parkettgolv istället för linoleummatta.

Enligt Bader et al. (2023) framstår moderna flerbostadshus i trä som partikulärt uppskattade av de boende som beskriver de som trivsamma. Genom intervjuer framkommer det att trä associeras med naturlighet och värme, vilket skapar en positiv upplevelse av boendemiljön. Materialet uppfattas bidra till en lugn och trivsam atmosfär, samt till en starkare känsla av naturkontakt även i tätbebyggda områden. Förutom det estetiska och emotionella aspekterna ses träbyggnation även som ett hållbart val. Många av de undersökta uttrycker stolthet över att bo klimatsmart, något som ytterligare stärker den personliga relationen till bostaden. Rapporten lyfter också fram att synliga trätytor betonar en känsla av kvalitet och omtanke i arkitekturen.

3.2 Människans påverkan av betong som materialval

Betong till skillnad från trä ses som ett kallare material och mer livlöst, enligt enkätstudien vi utförde visar det sig att de flesta som svarade på enkäten tycker att betong är ”kalt, kallt, dystert, tråkigt och hårt” positiva aspekter så som känslan av säkerhet ges dock av betong och undersökta tycker att det är ”Robust, stabilt och stadigt”.

Även om betong ses som ett hårt och rått material kan detta potentiellt avsättas genom att man dimensionerar det med kurvor vid gestaltning, då krökta ytor ses som mjukare (St-Jean et al, 2022).

En studie gjord av Zhou et al (2025) undersökte testpersoner i olika miljöer och fann att betongmiljöer ökade det systoliska blodtrycket, minskade hud resistansen samt ökade alfa och beta vågor i patientens hjärna vilket indikerar förbättrad koncentration samt ökad vakenhet kontra andra miljöer så som trämiljöer, deltagarna i trämiljön upplevde även denna effekt men till en mindre grad. De menade att betong även är sammanknutet med en lugn känsla och emotionell stabilitet,

Cosgun et al. (2021) studerade hur val av material på väggarna i ett café påverkade människor psykologiskt. Denna studie visade att betong var det material som de tillfrågade hade mest negativ syn på. De tillfrågade såg utrymmet i betong som obekvämt, kallt, trång och oplanerat.

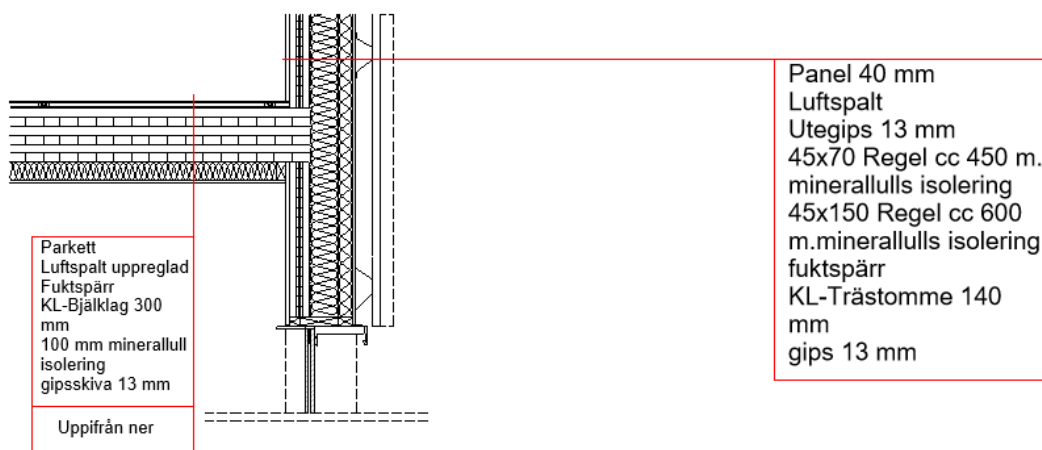
4 LCA-Analys

Här görs en översiktlig analys av miljömässiga utsläpp av en konstruerad bärande yttervägg samt bjälklag i betong respektive trä i produktskedet. En fullständig livscykelanalys kommer inte att göras men resultat från tidigare utförda livscykelanalyser kommer att tas upp i litteraturstudien och användas som underlag för diskussionen.

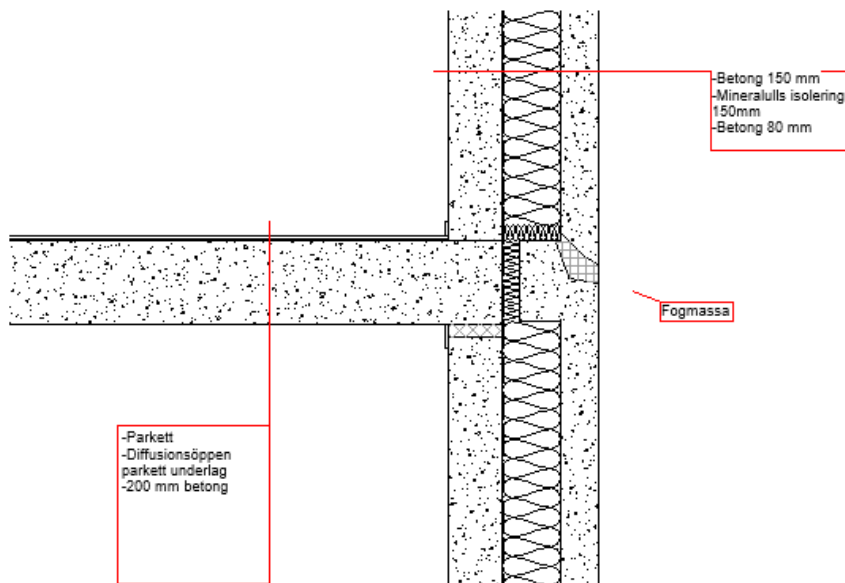
Livscykelanalys (LCA) är en metod för att utvärdera miljöpåverkan av en specifik produkt för att kunna på ett kvantitativt sätt jämföra och analysera hur en viss produkt påverkar miljön samt utsläpp av denna produkt från utvinning av materialet till produktionen och i detta fall boendeskedet till av nedmontering utav byggnaden (Khankahdani et. al, 2024). När en livscykelanalys utförs på en byggnad kollar man på utsläppen i olika stadier. Dessa stadier brukar benämnas A1-A5 (byggskede), B1-B7 (användningsstadie) samt C1-C4 (slutskede). A1-A5, byggskedet går att dela upp i A1-A3 (produktskede) samt A4-A5 (byggproduktionsskede). I produktskedet ingår råvaruförsörjning, transport och tillverkning (Boverket, 2024c).

4.1 Analys av materialets miljöpåverkan

För att utföra dessa beräkningar för materialanalysen kommer programmet OneClick LCA att användas. Detaljlösningarna som materialanalysen bygger på finner ni nedan (se figur 1 och 2).



Figur 1: Detaljritning KLT stomme



Figur 2: Detaljritning prefab betongstomme, sandwichelement

Våra detaljlösningar är gjorda utefter teori-bakgrunden för materialen för att snitten skall kunna upprätthålla grundläggande funktioner och krav utav gällande akustik samt fukt och värme.

Utifrån de detaljlösningar som ritades upp valdes material från lämpliga leverantörer i programmet OneClick LCA. Programmet beräknade sedan miljöpåverkan av stadiet A1-A3 för de material som hade lagts in i enheten $kg CO_2 - ekv./m^2 A_{temp}$

4.1.1 Resultat av miljöpåverkan av byggelementen

För den uppritade detaljlösningen för KLT-stommen beräknades miljöpåverkan till $91 kg CO_2 - ekv./m^2 A_{temp}$.

För den prefabricerade betongstommen som ritades upp beräknades miljöpåverkan till $128 kg CO_2 - ekv./m^2 A_{temp}$.

4.2 Tidigare jämförelser mellan betong och trä utifrån LCA-analys

Då materialanalysen som utfördes endast gjordes på specifika byggnadselement i en byggnad (bärande yttervägg och bjälklag) och enbart tar hänsyn till klimatpåverkan i produktstadiet så har sekundärdata samlats in och analyserats. Denna sekundärdata består av tidigare utförda livscykelanalyser på byggnader av betong och trä. Detta

görs för att kunna kvantifiera en byggnads totala utsläpp under hela livscykeln och fungera som underlag vid hållbarhetsjämförelser.

I en rapport skriven av Malmqvist et. al. (2018) har en jämförelse mellan fem olika stomsystem i flervåningshus utförts. Av de fem stomsystemen är tre konstruerade av betong och två av trä. Av betongstomsystemen bestod ett av platsgjuten betongstomme med kvarsittande form, ett av platsgjuten betongstomme med lätta utfackningsväggar samt en prefabricerad betongstomme. Av trästomsystemen bestod ett av volymelement i trä och ett av en massiv stomme i KL-trä. De fem olika stomsystemen följer en gemensam utformning och har analyserats över en period på 50 år. För att kunna jämföra resultatet från den egna utförda materialanalysen med rapporten från Malmqvist et. al. har jämförelsen baserats på stommen i KL-trä samt den prefabricerade betongstommen.

I rapporten presenterar Malmqvist et. al. resultaten utifrån hela livscykeln, från steg A1 till C4, för de fem stomsystemen visar att det är den massiva stommen i KL-trä som bidrar med minst utsläpp och uppvisar ett resultat på $440 \text{ kg CO}_2 - \text{ekv./m}^2 A_{temp}$ under hela sin livscykel. Mest utsläpp under livscykeln bidrar stommen av platsgjuten betong med kvarsittande form med, dess utsläpp beräknades till $551 \text{ kg CO}_2 - \text{ekv./m}^2 A_{temp}$. Utsläppen för varje stomsystem presenteras i tabell 1 (Malmqvist et. al, 2018).

Stomsystem	Utsläpp [$\text{kg CO}_2 - \text{ekv./m}^2 A_{temp}$]
Platsgjuten betongstomme med kvarsittande form	551
Platsgjuten betongstomme med lätta utfackningsväggar	506
Prefabricerad betongstomme	481
Volymelement i trä	445
Massiv stomme i KL-trä	440

Tabell 1 Utsläpp av de fem stomsystemen

För att kunna jämföra resultaten från rapporten av Malmqvist et. al. med beräkningarna för de uppritade detaljlösningarna blir det även relevant att undersöka utsläppen från den massiva stommen i KL-trä samt den prefabricerade betongstommens i produktstadiet från rapporten. Utsläppen från detta stadie beräknade Malmqvist et al. till $167 \text{ kg CO}_2 - \text{ekv./m}^2 A_{temp}$ för den massiva stommen i KL-trä och $214 \text{ kg CO}_2 - \text{ekv./m}^2 A_{temp}$ för den prefabricerade betongstommen.

5 Sekundäranalys av intervjuer

I detta avsnitt kommer en kvalitativ innehållsanalys av sekundärdata att utföras. Sekundärdatan som kommer analyseras består av tidigare utförda intervjuer med experter och branschaktiva inom betong och trä. Detta utförs som komplement till avsnitt 4, 2.1 och 2.2 som behandlar materialens ekologiska hållbarhet samt materialegenskaper och syftar till att bidra med ytterligare underlag för diskussion.

Naturvetarna (2019) har i sin artikel intervjuat Jessica Szyber från Stora Enso (trä) och Malin Löfsjögård som är VD på Svensk Betong (betong). Kring ämnet ekologisk hållbarhet lyfter Szyber (trä) fram trä som ett material med låg miljöpåverkan och betonar vikten av att trä binder koldioxid under hela livscykeln. Hon menar också att trä effektiviserar byggprocessen. Löfsjögård (betong) menar att betongens långa livslängd ses som en klimatfördel och nämner även att det finns klimatförbättrad betong. Kring de byggtekniska aspekterna menar Szyber (trä) att trä är ett lätt material vilket gör att det lämpar sig som stommaterial vid dåliga markförhållanden. Hon menar också att trä passar bra som byggnadsmaterial i tätorter då det leder till färre transporter och kortare byggprocesser. Löfsjögård (betong) menar att betong är ett robust material som tål fukt och brand bra. Hon menar att detta gör betong till ett mångsidigt byggmaterial.

I en intervju utförd och publicerad av Johansson och Olofsson (2024) har fyra respondenter intervjuats. Två av dessa specialiserar sig på betong och två på KL-trä. Alla fyra respondenter har lång erfarenhet i sina branscher. Respondenterna som specialiserar sig på betong menar att miljöfördelarna som finns med betong är dess långa livslängd. Det har också utvecklats nya tillverknings sätt med lägre utsläpp än tidigare. De trycker också på att betong är ett återvinningsbart material, när betongbyggnader rivs så krossas betongen och återanvänds inom andra områden. De båda respondenterna menar att de höga utsläppen samt mängden transporter som krävs då betong är så pass tungt är de två största nackdelarna med betong som byggnadsmaterial. De två respondenterna som representerar KL-trä menar att den största fördelen med materialet är den låga klimatpåverkan. De menar också att KL-trä är smidigt att arbeta med och belyser den snabba monterings tiden ute på arbetsplatserna. Utöver detta menar de att även KL-trä är återvinningsbart. Nackdelarna med KL-trä är faktorerna fukt, brand och akustik samt att det i nuläget (2024) finns få standardlösningar vilket leder till att nya detaljlösningar får tas fram i nästan varje nytt projekt.

Svenskt trä har publicerat en intervju med Johan Fröbel och Tomas Alsmarker angående trä som byggnadsmaterial. Fröbel uppger i intervjun att det starkaste argumentet för att bygga mer i trä är den ekologiska hållbarhetsaspekten. Alsmarker menar att anledningen till att det inte byggs lika mycket i trä som i andra material beror på osäkerhet, om man är van vid att bygga i andra material så är det lättare att fortsätta göra det (Svenskt trä, 2021d).

Utifrån de analyserade intervjuerna framträder tydliga mönster i hur experterna på respektive område uppfattar materialen. Trä lyfts konsekvent fram som ett material med låg klimatpåverkan, effektiv byggprocess samt goda möjligheter till återbruk. Samtidigt uppkommer utmaningar med bland annat fukt, brand och akustik samt bristen på standardiserade detaljlösningar. Betong beskrivs som ett robust och mångsidigt material, dess långa livslängd lyfts fram samt att det går att återvinna.

6 Enkätundersökning

För att bättre förstå hur människor påverkas av olika material utfördes en enkätundersökning. Målgruppen för denna undersökning var studenter på Chalmers tekniska högskola. Då enkäten byggde på att man skulle ha tidigare erfarenhet av byggnader med betong respektive trästomme så gjordes valet att rikta in sig på studenter från Samhällsbyggnadsteknik och Arkitekturprogrammet. Detta gjordes då denna grupp av respondenter kommer i kontakt med dessa stommaterial i sin utbildning. Utöver tidigare erfarenheter hos respondenterna visades även två AI genererade bilder upp, se figur 3.



Figur 3: AI-genererad bild över exempelhus trä och betong

Respondenterna blev informerade om att dessa bilder endast skulle ses som inspiration och hjälp för att lättare kunna tänka tillbaka på egna erfarenheter av dessa material i byggnader. Bilderna togs fram med hjälp av AI-verktyget ChatGPT och prompten som användes för att få fram de renderade bilderna finns i prompt 1 i bilagor.

Enkäten gavs ut fysiskt till respondenterna som sedan fyllde i dessa. De blev också informerade om att de var okej att lämna frågor obesvarade om de inte ville svara på något. Respondenterna var också tillåtna att ställa frågor under tiden de fyllde i enkäterna.

Frågorna delades upp på följande sätt. Totalt 4 kryssfrågor som behandlade materialet trä, 4 kryssfrågor som behandlade materialet betong samt en generell kryssfråga som inte berörde ett specifikt material. Kryssfrågorna var av den karaktär att de tillfrågade skulle kryssa i en ruta på en 5 gradig skala utifrån hur mycket de höll med ett visst påstående. Utöver detta fanns också 3 öppna frågor om vardera materialet där respondenterna ombads svara med några ord.

6.1 Enkätundersökning resultat

Resultatet av den utförda enkätundersökningen finns redovisat i diagram här nedan. De första två diagrammen (diagram 1 och diagram 2) visar alla svar på de ställda kryssfrågorna för trä respektive betong och diagram 3 och 4 visar medelvärdet av svaren, betygsatta på en skala 1-5 där 1 innebär att respondenten ”instämmer ej” och 5 innebär att respondenten ”instämmer helt”.

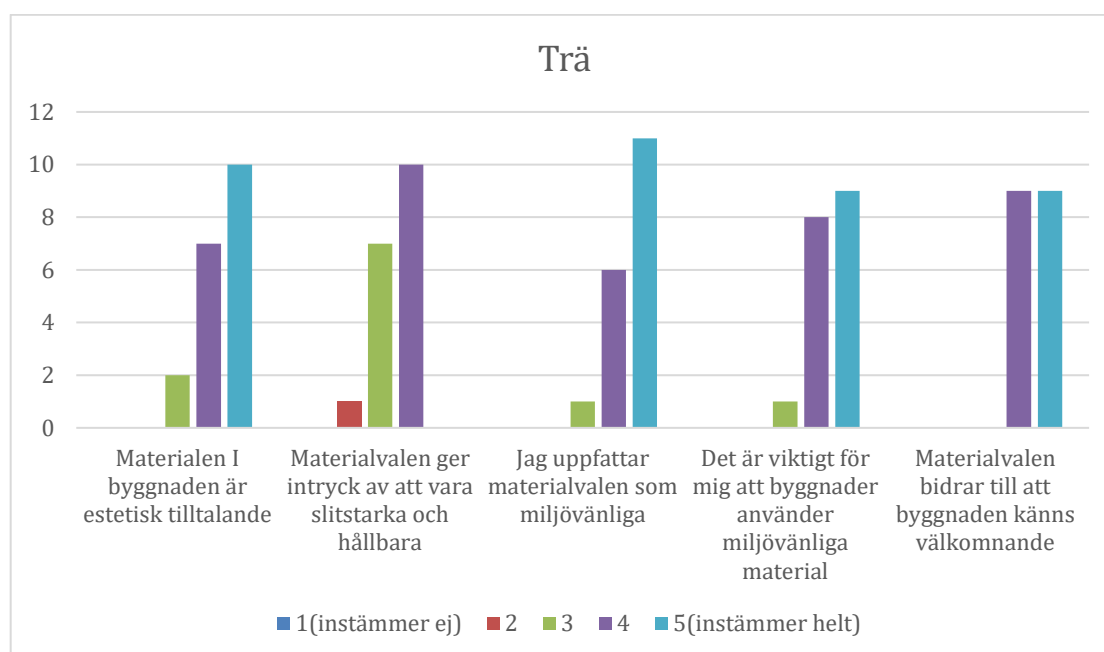


Diagram 1, enkätundersökning sammanfattning trä

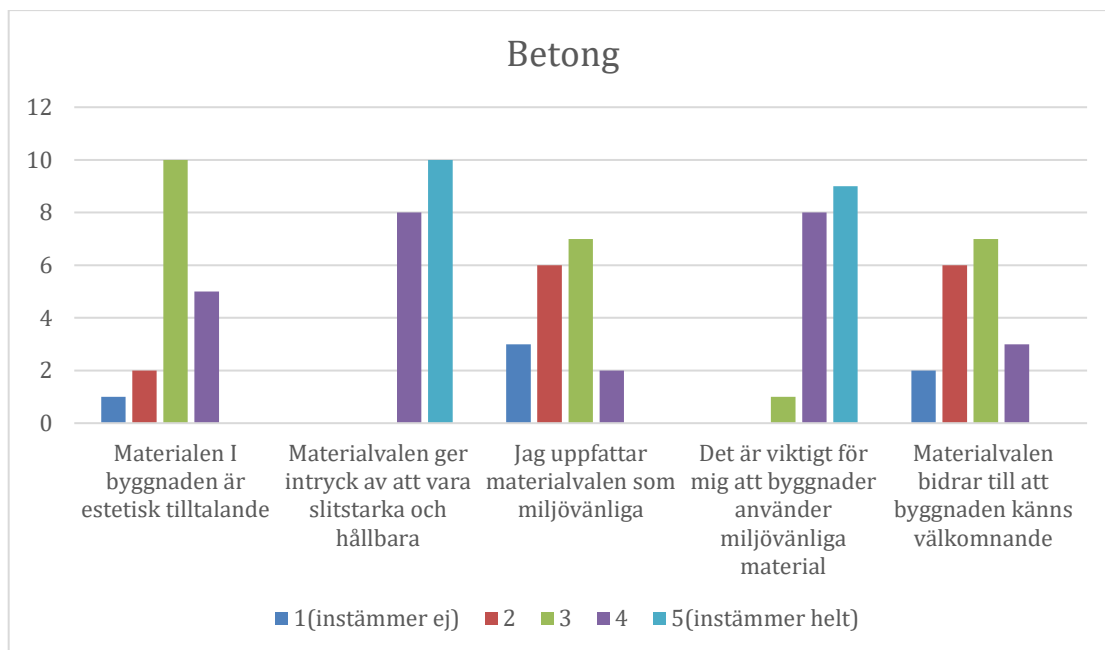


Diagram 2, enkätundersökning sammanfattning betong

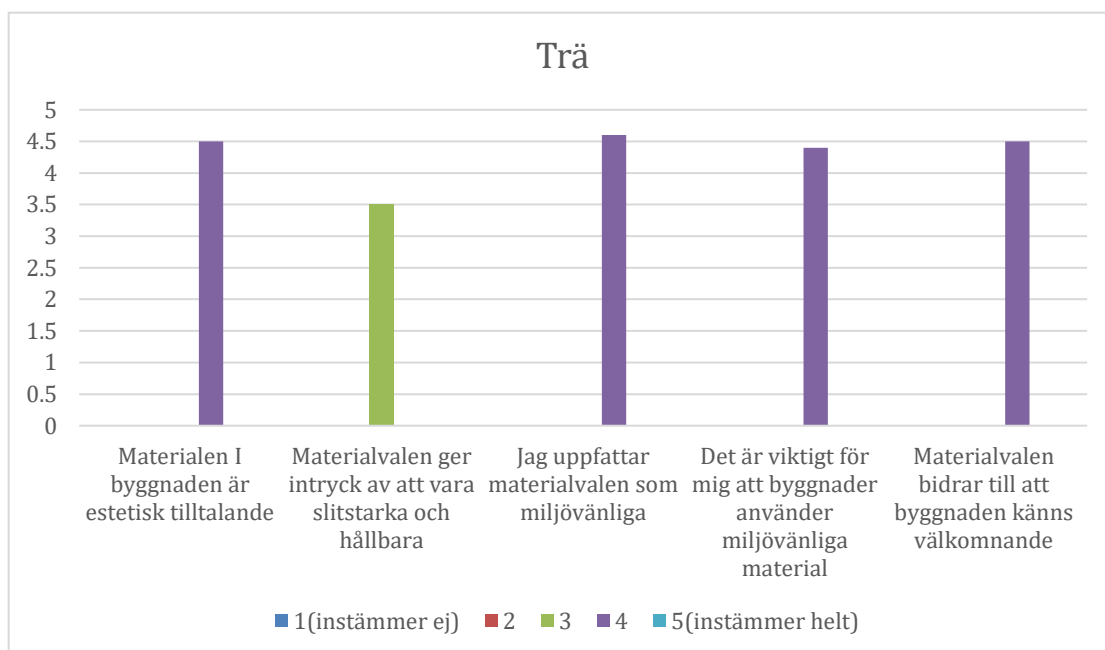


Diagram 3, enkätundersökning sammanfattning trä, medelvärde

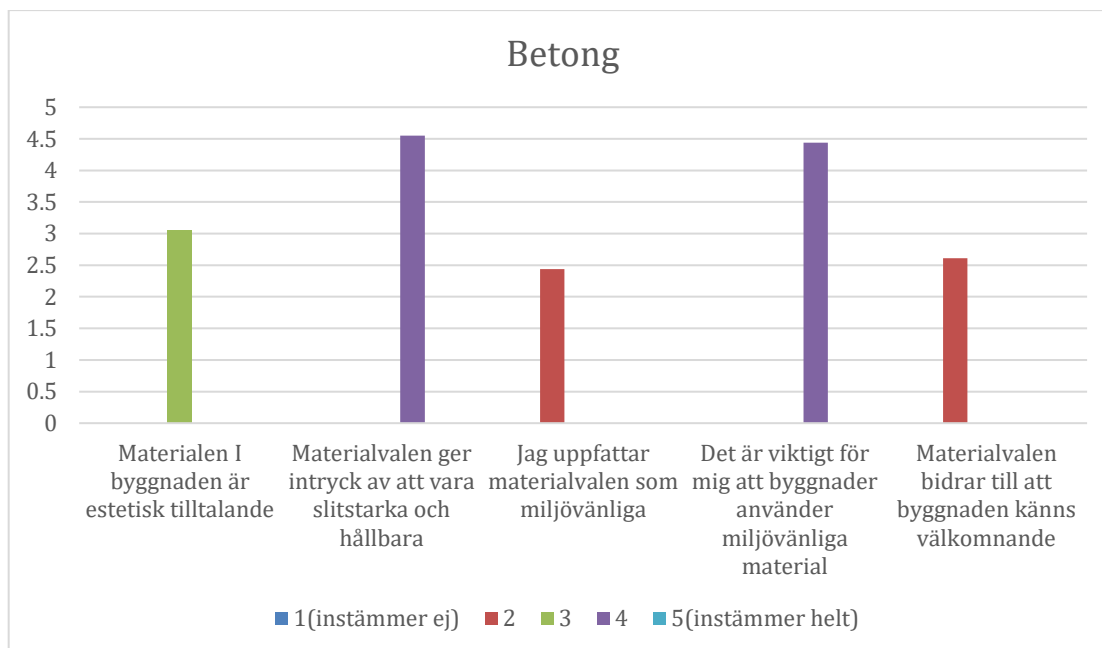


Diagram 4, enkätundersökning sammanfattning betong, medelvärde

På frågorna där respondenterna skulle svara med några enstaka ord varierade svaren relativt mycket. Trots det fanns det ord som återkom. På frågan vilket intryck materialen gav svarade 9 respondenter "varmt" angående trä, 6 stycken "välkomnande" och två svarade "mjukt". Intrycket av betong besvarades av 6 respondenter som "kallt", fyra stycken svarade "stabil" och tre svarade robust. Intrycket av betong besvarades också som "stelt", "hårt", "slätt" och "tungt" av två respondenter vardera. Angående känslorna svarade 6 respondenter "lugn", 3 stycken svarade "välkomnande" och "glad" och två svarade "värme" angående materialet trä. Motsvarande fråga för betong besvarades med "kallt" av fem respondenter samt "tråkigt" av tre stycken. Frågan kring atmosfären besvarades med "ljus" och "lugn" av två respondenter vardera för trä. Svaren för betong angående atmosfären var "industri" av tre respondenter och "dyster" samt "hård" av två stycken vardera. Endast de ord som nämndes av två eller fler respondenter har redovisats här, resterande svar finns i figur 6–40 i bilagorna.

7 Diskussion

Detta examensarbete har undersökt hur materialvalet mellan trä och betong påverkar både den ekologiska hållbarheten och människors upplevelse av byggnader i urbana miljöer. Rapporten vill belysa att det inte bara är tekniska och ekologiska skillnader som skiljer materialen utan även psykologiska aspekter som påverkar människors sociala hållbarhet.

7.1 Tekniska och praktiska aspekter

Vid val av byggnadsmaterial går det ej att bortse från att olika material har olika förutsättningar. Det finns både tekniska fördelar och nackdelar med de två materialen. Trä är ett lätt material som är starkt i förhållande till sin vikt. Detta medför enklare transporter av prefabricerade element samt smidig montering på arbetsplatsen. Samtidigt finns det utmaningar när det kommer till hantering av fukt, brand och akustik som måste lösas. På grund av träets tekniska förutsättningar leder det till bärande element av större dimensioner jämfört med betong. Detta är något som kan påverka estetiken av en byggnad samt boarean. Betong har inte samma problem med ljud, fukt och brand som trä har. Däremot är det ett tungt material vilket kan leda till ökade transporter till byggarbetsplatsen samt mindre smidig montering.

Då betong är det mest använda materialet vid byggnation av flerbostadshus så har många detaljlösningar redan tagits fram, det blir på grund av detta ganska enkelt att hitta lösningar på problem. Det finns standardiserade lösningar även för trä men i mindre grad än för betong. För företag att ställa om och börja bygga med trä kan bli utmanande och många väljer då att göra som de alltid har gjort.

7.2 Ekologisk hållbarhet

En av de mest framträdande slutsatserna är att trä har lägre klimatpåverkan än betong. Den egna analysen av stadie A1-A3 (produktstadie) visade att en stomme i KL-trä genererade ca $91 \text{ kg CO}_2 - \text{ekv./m}^2 A_{temp}$ medan motsvarande stomme i prefabricerad betong genererade $128 \text{ kg CO}_2 - \text{ekv./m}^2 A_{temp}$. Detta resultat bekräftas genom jämförelse med tidigare livscykelanalyser där KL-trä visade upp ett utsläpp på $167 \text{ kg CO}_2 - \text{ekv./m}^2 A_{temp}$ och prefabricerad betong utsläpp på $214 \text{ kg CO}_2 - \text{ekv./m}^2 A_{temp}$ under produktstadiet. Det är viktigt att notera att den tidigare livscykelanalysen tog hänsyn till en hel byggnad och inte bara specifika komponenter som den egna materialanalysen gjorde. På grund av detta skiljer sig värdena men det skillnaden mellan materialen går fortfarande att avläsa.

Även värdena för hela livscykeln från sekundäranalysen visar på att trä är det material med lägre klimatutsläpp. Utifrån de intervjuer som samlades in och analyserades så förstärks denna bild. Flera experter inom träbyggnation så som Fröbel och Szyber lyfter fram träets låga klimatutsläpp som en av de stora fördelarna med att välja just trä som byggnadsmaterial. En aspekt som inte fångas upp i livscykelanalysen men som belyses i både intervjuer samt i teoriavsnittet är träets förmåga att lagra koldioxid under sin livstid. Även betong har förmåga att lagra koldioxid men inte i samma mängd som trä kan. Utifrån intervjuerna med representanter från betongbranschen inser man att en stor klimatfördel med betong är dess långa livslängd. Detta kan göra

att livscykelanalysen som studerades kan ge en orättvis bedömning då de båda materialen bedömdes utifrån samma livslängd.

Trots risken med att bedöma materialen utefter samma livslängd så görs bedömningen att trä är det bättre alternativet vid val av byggnadsmaterial utifrån ekologisk hållbarhet.

7.3 Människors upplevelse av materialen

En central insikt från detta examensarbete är att byggnadsmaterial inte enbart påverkar tekniska och miljömässiga aspekter, utan även spelar en avgörande roll för hur människor upplever och mår i den byggda miljön. Trä och betong skiljer sig inte bara i sina fysiska egenskaper utan också hur de uppfattas sensoriskt och emotionellt av användare.

Enkätsvaren tyder på att trä upplevs som varmt, välkomnande och levande. Ord som ”lugn”, ”glad”, ”mysigt” och naturligt förekommer regelbundet då respondenterna ska beskriva hur de upplever och känner av materialet. Detta stämmer överens med tidigare forskning inom området som visar att trä minskar stress, kan förbättra luftkvalitet och bidra med ett mer harmoniskt inomhusklimat.

Betong, å andra sidan, uppfattas som kallt, hårt och opersonligt. Respondenterna från enkätundersökningen beskrev det som ”dystert”, ”tråkigt” och ”industriellt” samtidigt som en del respondenter tryckte på känslan av ”robusthet” och ”stabilitet”. De sistnämnda känslorna kan bidra med en känsla av trygghet men resterande svar riskerar samtidigt att skapa miljöer som upplevs mindre inbjudande och kan påverka människors välmående negativt.

Gestaltningens roll vid byggnation av flerbostadshus har stor påverkan på människors sociala hållbarhet och materialvalet har stor betydelse för hur människor upplever gestaltningen som helhet. Hur man upplever material påverkas även av kulturella och sociala sammanhang. Trä kan tolkas som varmt och inbjudande i en hemmiljö men sakna robustheten och tyngden i en industriell miljö.

Materialvalet har en direkt påverkan på människors upplevelse av byggnader och denna upplevelse påverkar människor både fysiskt och psykiskt. Det går tydligt att se utifrån resultaten av enkäten samt litteraturstudien att människor upplever materialen betong och trä på helt skilda sätt. Utifrån detta arbetes avgränsningar, undersöka hur materialval i flerbostadshus påverkar människor, går det att dra slutsatsen att trä lämpar sig bättre utifrån människors upplevelser.

7.4 Begränsningar

Detta arbete har fokuserat på två centrala aspekter vid val av byggnadsmaterial, ekologisk hållbarhet och människors upplevelse av byggda miljöer. Dessa perspektiv är viktiga för att förstå hur materialval påverkar både miljö och människors

välstånd. Samtidigt är det viktigt att understryka att valet av byggnadsmaterial i praktiken påverkas av flera andra faktorer som inte har behandlats i detta arbete.

En betydande aspekt som exkluderats är de ekonomiska förutsättningarna. Kostnader uppstår i varje led av byggprocessen och kan ofta väga tyngre än både de miljömässiga och upplevelsemässiga faktorerna. För att ge en bättre helhetsbild av faktorerna bakom materialval bör framtida studier inkludera även denna aspekt.

Idéer för framtida studier inom ämnet skulle kunna vara:

- Inkludera de ekonomiska aspekterna för att få en bättre helhetsbild.
- Undersöka andra byggnadstyper än flerbostadshus, till exempel kontor eller skolor då betong kan ha en positiv påverkan på koncentration.
- Utvecklade studier där hjärnrespons i relation till materialen undersöks.

8 Slutsats

Syftet med detta arbete var att undersöka hur byggnadsmaterialen trä och betong skiljer sig åt i ekologiska hållbarhetsaspekter samt hur de påverkar människors upplevelse och välmående. Resultaten visar att trä har en betydligt lägre klimatpåverkan än betong vilket gör det till ett mer hållbart alternativ ur ett ekologiskt perspektiv.

När det gäller människors upplevelse visar litteraturen och enkätundersökningen att trä uppfattas som ett varmt, välkomnande och naturligt material, vilket kan öka människors trivsel och välmående. Betong upplevs som hårt, kallt och industriellt.

9 Referenser

Ahlberg, S. (2022) *Betong – En historia*. I E. Löfgren & S. Ahlberg (Red.), *Betong* (s. 20–56). Hantverkslaboratoriet. [Ahlberg Betong](#)

Asdrubali, F. Ferracuti, B. Lombardi, L. Guattari, C. Evangelisti, L. Grazieschi, G. (Mars 2017) *A review of structural, thermophysical, acoustical, and environmental properties of wooden materials for building applications*. Building and Environment [Asdrubali et. al.](#)

Bader, T. Andersson, A. Haraldsson, E. Hörberg, U. (2023) *Boendeattraktivitet i trähus*. Smart Housing Småland. [Bader et. al.](#)

Boverket. (April 2020a) *Boverkets byggregler BBR* [Boverkets byggregler BBR](#)

Boverket. (2020b) *Arkitektur och gestaltad livsmiljö* [Boverket Arkitektur och gestaltad livsmiljö](#)

Boverket. (16 November 2021) *Samspelet mellan de gestaltningsmässiga grundstenarna skapar kvalitet i den byggda miljön*. [Boverket Gestalningens grundstenar](#)

Boverket. (21 December 2022) *Ta stöd I arkitekturens kärnvärden*. [Boverket Ta stöd I arkitekturens kärnvärden](#).

Boverket. (16 December 2024a) *Brandtekniska klasser* [Boverket Brandtekniska klasser](#)

Boverket. (7 Augusti 2024b) *Bättre ljudklass än BBR* [Boverket Bättre ljudklass än BBR](#)

Boverket. (3 Juli 2024c) *Introduktion till livscykelanalys (LCA)*. [Boverket Introduktion till livscykelanalys](#)

Boverket. (29 januari 2025a) *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn*. [Boverket Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn](#)

Boverket. (Mars 2025b) *Behov av bostadsbyggande 2024-2033*. [Boverket Behov av bostadsbyggande 2024-2033](#)

Brack, D. (Mars 2019) *Forests and climate change*. United nations forum on forests [Brack Forests and climate change](#)

Coffetti, D. Crotti, E. Gazzaniga, G. Carrara, M. Pastore, T. Coppola, L. (April 2022). Pathways towards sustainable concrete. *Cement and Concrete Research*, 154(106718) <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2022.106718>

Cosgun, B. Yildirim, K. Hidayetoglu, M. (Juli 2021). *Effect of wall covering materials on the perception of cafe environments*. Emerald publishing limited [Cosgun et al.](#)

Elliot, K. (2018) *Precast concrete structures* (2 uppl.) CRC Press

Engström, B (2020) *Betongbyggnad I M*. Al-Emrani, B. Engström, M. Johansson & P. Johansson (Red.) *Bärande Konstruktioner*. Chalmers Tekniska Högskola

FN-förbundet (u.å.) *Globala målen för hållbar utveckling*. [Fn Globala målen för hållbar utveckling](#)

Fröbel, J. Bergkvist, P. (September 2020) *Att välja trä* Svenskt trä [Fröbel & Bergkvist Att välja trä](#)

Gilbert, R. Castel, A. Khan, I. South, W. Mohammadi, J. (6 augusti 2017) *An experimental study of autogenous and drying shrinkage*. Springer. [Gilbert et.al.](#)

Hagberg, K. (2019) *Utmaningarna med god akustik i höga hus av trä* Svenskt trä [Hagberg Utmaningarna med god akustik i höga hus av trä](#)

Heidelberg Materials (u.å.) *Så här tillverkas cement* [Heidelberg Materials Så här tillverkas cement](#)

Jacobsson, M. (2018) *Betongskador i vattenverk*. Svensk Vatten Utveckling https://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2016-18.pdf

Jedidi, M. (2024) *Carbonation of Concrete: Measurement and Repair*. Civil Engineering and Architecture, Vol. 12, No. 5, pp. 3664 - 3674, 2024. DOI: 10.13189/cea.2024.120538. https://www.researchgate.net/publication/383660919_Carbonation_of_Concrete_Measurement_and_Repair

Johansson, M. (2020) *Träbyggnad I M*. Al-Emrani, B. Engström, M. Johansson & P. Johansson (Red.) *Bärande Konstruktioner*. Chalmers Tekniska Högskola

Johansson, A. Olofsson, E (Juni 2024) *Trä eller betong som stommaterial för flerbostadshus* Lunds universitet [Johansson & Olofsson 2024](#)

Khankahdani, Z. Ghazimoradi, M. Abdollahi, M. (2024) *Life cycle assessment*. Encyclopedia of Toxicology. [Khankahdani et. al.](#)

Larsson, U. Lönnroth, G. (1972) *Landshövdingehus och trähus i Göteborg*. Kungliga konsthögskolan. [Larsson & Lönnroth Landshövdingehus och trähus i Göteborg](#)

- Lond, H. (2005) *Brandpåverkan på betongkonstruktioner*. Chalmers tekniska högskola. <https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/10765.pdf>
- Malmqvist, T. Erlandsson, M. Francart, N. Kellner, J. (2018) *Minskad klimatpåverkan från flerbostadshus – LCA av fem byggsystem*. Sveriges Byggindustrier [Malmqvist et. al.](#)
- Naturskyddsföreningen (20 oktober 2021) *Frågor och svar om cementproduktion och cementa* [Naturskyddsföreningen Frågor och svar om cementproduktion och cementa](#)
- Naturskyddsföreningen (7 februari 2022) *Cement, klimat och miljö*. [Naturskyddsföreningen Cement, klimat och miljö](#)
- Naturvetarna (22 augusti 2019) *Duellen: Ska vi bygga i trä eller betong?* [Naturvetarna Trä eller betong?](#)
- Nylander, O. (1997) *Bostadens gestaltning* Chalmers tekniska högskola
- Pallasmaa, J. (2012) *The eyes of the skin: architecture and the senses* John Wiley & sons incorporated [Pallasmaa 2012](#)
- Perssons Trä teknik (25 februari 2021) *Koldioxidens kretslopp när du bygger i trä* [Perssons Träteknik Koldioxidens kretslopp när du bygger i trä](#)
- Rise (u.å) *Så kan betong bli en koldioxidsänka*. [Så kan betong bli en koldioxidsänka | RISE](#)
- Rydegran, E. (u.å.) *Frågor och svar om energiåtervinning ur avfall* Energiföretagen. [Rydegran Frågor och svar om energiåtervinning ur avfall](#)
- Sandberg, D. Vasiri, M. Trischler, J. Öhman, M. (Maj 2014). *The role of wood mechanical idustry in the Swedish forest industry cluster*. Scandinavian Journal of Forest Research. [Sandberg et. al The role of wood mechanical idustry in the Swedish forest industry cluster](#)
- SCB (6 december 2024) *Priserna för nyproducerade bostäder är högre för flerbostadshus och lägre för gruppbyggda småhus än motsvarande pris föregående år*. [SCB Priserna för nyproducerade bostäder är högre för flerbostadshus och lägre för gruppbyggda småhus än motsvarande pris föregående år](#)
- SGU (20 juni 2023) *Cement och Betong* [SGU Cement och betong](#)
- St-Jean, P. Clark, O. Jemtrud, M. (2022) *A review of the effects of architectural stimuli on human psychology and physiology*. Building and environment [St-Jean et. al.](#)
- Svensk Betong (u.å.a). *Därför behöver vi betong* [Svensk Betong Därför behöver vi betong](#)

Svensk Betong (u.å.b) *Brand*. [Svensk Betong Brand](#)

Svensk Betong (u.å.c) *Ljudisolering i ytterväggar* [Svensk Betong Ljudisolering i ytterväggar](#)

Svenskt trä (21 augusti 2015a) *Pelar- balkstommar – generellt*. [Svenskt Trä - Pelar-balkstommar - generellt](#)

Svenskt trä (20 augusti 2015b) *Träprodukter lagrar kol*. [Träprodukter lagrar kol - TräGuiden](#)

Svenskt trä (Maj 2017) *KL-trähandbok*. [Svenskt Trä KL-Trähandbok](#)

Svenskt trä (20 augusti 2015) *Återvinning av träprodukter* [Svenskt trä Återvinning av träprodukter](#)

Svenskt trä (u.å.a) *Träbyggsystemen i byggprocessen*. [Svenskt Trä Träbyggsystemen i byggprocessen](#)

Svenskt trä (u.å.b) *Ljud* [Svenskt trä Ljud](#)

Svenskt trä (u.å.c) *Från råvara till material* [Svenskt trä Från råvara till material](#)

Svenskt trä (5 maj 2021a) *Skogsindustri* [Svenskt trä Skogsindustri](#)

Svenskt trä (7 juni 2021b) *Trä och fukt* [Svenskt trä Trä och fukt](#)

Svenskt trä (7 Juni 2021c) *Generellt om akustik och ljud* [Svenskt trä Generellt om akustik och ljud](#)

Svenskt trä (17 december 2021d) *Intervju – seminarium för ingenjörsmässigt byggande i trä* [Svenskt trä Intervju](#)

Tavares, V. Soares, N. Raposo, N. Marques, P. Freire, F. (September 2021) *Prefabricated versus conventional construction: Comparing life-cycle impacts of alternative structural materials*. Journal of building engineering. [Tavares et.al.](#)

Wood2New (2016) *Competitive wood-based interior materials and systems for modern wood construction* [Wood2New](#)

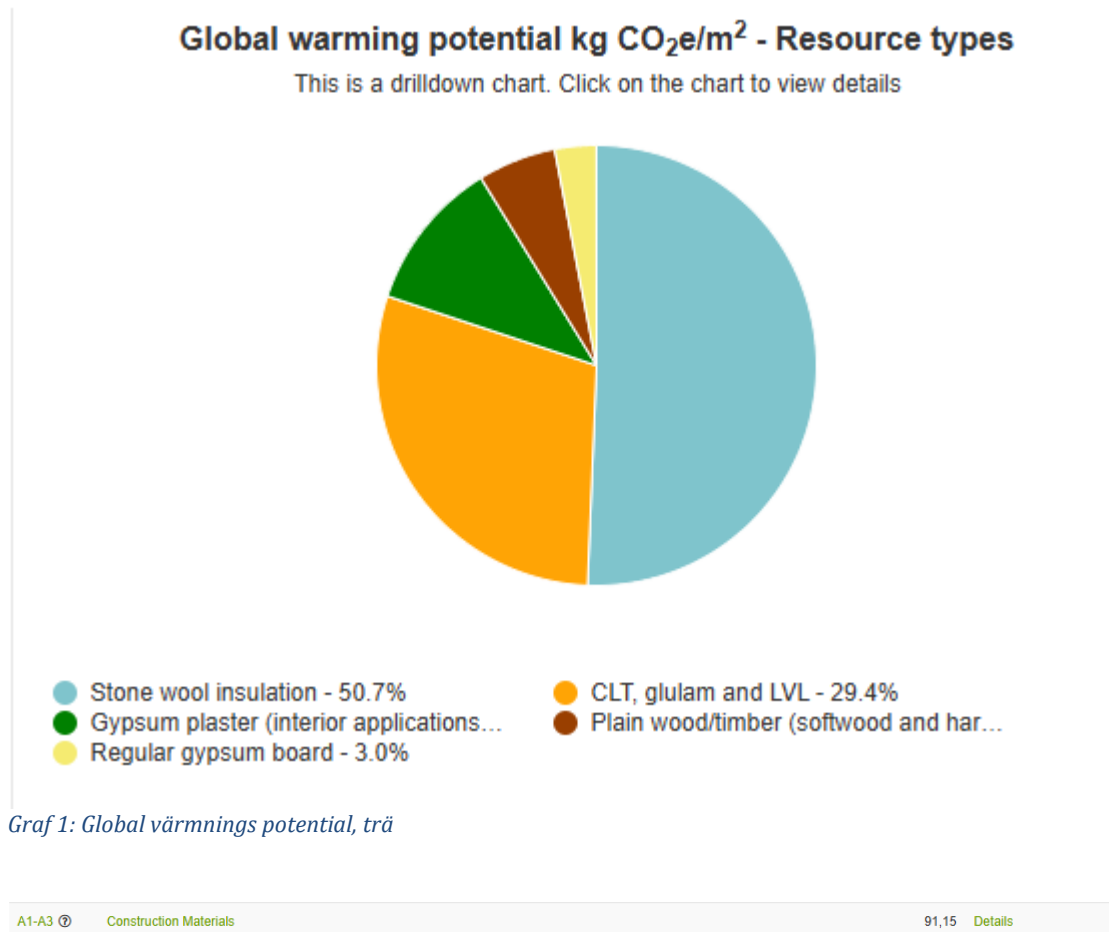
Widegren, P. *Cementföretaget får bryta kalk på Gotland – i 30 år till*. SVT Nyheter [SVT Cementföretaget får bryta kalk på Gotland – i 30 år till](#)

Zhou, Y. Zhao, X. Feng, Y. Xuan, C. Yang, C. Jia, X. (2025) *Effects of visual perception of building materials on human emotional states and cognitive functioning in a physical learning environment*. Buildings [Zhou et al. Effects of Visual Perception of Building Materials on Human Emotional States and Cognitive Functioning in a Physical Learning Environment](#)

Östman, B. (u.å.) *Akustik i träbyggnader*. Bygg och Teknik [Östman Akustik i träbyggnader](#)

10 Bilagor

10.1 Trä



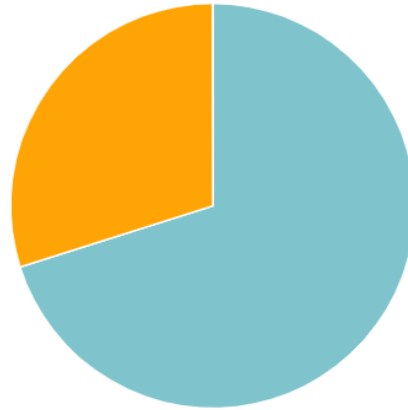
Graf 1: Global värmnings potential, trä

Figur 4: Global värmnings potential i stadiet A1-A3, trä

10.2 Betong

Global warming potential kg CO₂e/m² - Resource types

This is a drilldown chart. Click on the chart to view details



- Concrete wall elements - 70.1%
- Concrete slabs (hollow and solid) - 2...

Graf 2: Global värnings potential, betong

Result category	Global warming potential kg CO ₂ e/m ²
A1-A3 Construction Materials	127,69

Figur 5: Global värnings potential i stadiet A1-A3, betong

Skapa två arkitektoniska visualiseringar av en modern byggnad med exakt samma form och struktur – en byggd helt i **trä** och en helt i **betong**.

Visa **fyra** bilder:

1. "Exteriör av träbyggnaden"
2. "Interiör av träbyggnaden"
3. "Exteriör av betongbyggnaden"
4. "Interiör av betongbyggnaden"

Byggnaden ska ha en enkel, modern form – t.ex. en rektangulär volym i två våningar med stora fönster.

Inga synliga blandmaterial – endast **trä** (massivt trä, limträ, träpanel) respektive **rå betong** (platsgjuten eller prefabricerad).

Belysningen och kameravinkeln ska vara så lik som möjligt i alla bilder för att underlätta jämförelse.

Stil: Fotorealistisk, dagsljus, naturligt ljus.

Använd ett nordiskt formspråk i designen (enkelhet, ljus, funktionalitet).

Prompt 1: AI prompt för att generera AI-bilderna som ses i Figur 1

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä					X

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong					X
Trä			X		

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä					X

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
				X

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä				X	

Figur 6: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: tryggt, klimatsmart
- Känslor: ~~Nära~~, välkomnande
- Atmosfär: varm

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: stark, skräck
- Känslor: kall, lugn
- Atmosfär: skön, estetisk, talande

Figur 7: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
		X betong		X trä

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X trä	X betong

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X betong	X trä

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
				X

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkommande:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X betong	X trä

Figur 8: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Miljövänligt, fint
- Känslor:
Fridfullt, välkommande
- Atmosfär:
Passar in i miljön

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Starkt, industribyggnad
- Känslor:
tråkigt, inte lika välkommande
- Atmosfär:
Passar inte lika bra in i miljön omkring

Figur 9: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck**
Värme, välkomnande
- Känslor:**
Lugn
- Atmosfär:**
Harmoni

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck**
Kallt
- Känslor:**
Neutralt
- Atmosfär:**
Industriellt

Figur 10: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä					X

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong					X
Trä				X	

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä					X

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X	

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä				X	

Figur 11: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Fräsch
- Känslor:
Gladje
- Atmosfär:
Ljust

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
robust
- Känslor:
Tråkigt
- Atmosfär:
Dystert

Figur 12: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Välkommen
småskaligt
varmt
- Känslor:
Lugnt
- Atmosfär:
/

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Robust
starkt
- Känslor:
Tryggt
- Atmosfär:
Industrial

Figur 13: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Varmt, Inbjudande
- Känslor:
lugn
- Atmosfär:

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
kallt,
- Känslor:
negativ känsla
- Atmosfär:

Figur 14: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Mjukt, Fällstuga, Hem
- Känslor:
Varmt
- Atmosfär:
Omfamnande

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Hårt, stilrent, Jobb
- Känslor:
Kallt
- Atmosfär:
Eko (det ekar), Senös

Figur 15: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
varmt
- Känslor:
mjukt
textur
- Atmosfär:
inbjudande

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
kallt
stött
starkt
- Känslor:
industri
kylig
cool
- Atmosfär:

Figur 16: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä				X	

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong					X
Trä			X		

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä					X

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
				X

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkommande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä					X

Figur 17: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				×	
Trä			×		

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				×	
Trä				×	

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		×			
Trä				×	

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
				×

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkommande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			×		
Trä				×	

Figur 18: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong	×				
Trä					×

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				×	
Trä		×			

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong	×				
Trä					×

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
		×		

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkommande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong	×				
Trä					×

Figur 19: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

• Intryck: *Varmt*

• Känslor: *Snällt*

• Atmosfär: *Långt*

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

• Intryck: *kallt Hårt Hållbart*

• Känslor: *Starkt*

• Atmosfär:

Figur 20: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				X	
Trä			X		

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				X	
Trä				X	

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä				X	

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
				X

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä				X	

Figur 21: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä				X	

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				X	
Trä				X	

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä				X	

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
				X

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä					X

Figur 22: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä				X	

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				X	
Trä			X		

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä					X

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X	

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä				X	

Figur 23: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				X	
Trä					X

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong					X
Trä				X	

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä				X	

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X	

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				X	
Trä					X

Figur 24: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: Välkomnande
- Känslor: Glad
- Atmosfär: Helt naturligt

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: Tungta byggnader
- Känslor: Häst
- Atmosfär: Dyster

Figur 25: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: Snyggt, lite blas på ljus i bilen
- Känslor: orange, ljöst rum i sin autar i rummet
- Atmosfär: Go känsla, när vill man vara

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: stabil, seriös, robust
- Känslor: kall o grått
- Atmosfär: Ukraine i ett sinat grönområde

Figur 26: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä				X	

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong					X
Trä			X		

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong	X				
Trä				X	

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
				X

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä				X	

Figur 27: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: Välkomnande, varmt
- Känslor: Glad, lugn
- Atmosfär: Som en fjällstuga/ellmerhus

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: Kallt, kallt, dystert
- Känslor: Herrimerande
- Atmosfär: Steril

Figur 28: Enkätundersökning

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: Mjukt, hållbar
- Känslor: Varm
- Atmosfär: Levande

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: Robust
- Känslor:
- Atmosfär: Dämpad

Figur 29: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X	X

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X	

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
		X		

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X	

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X	

Figur 30: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: Lugn, varmt, välkomnande
- Känslor: Lugn
- Atmosfär:

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck: Stabilit, stadigt, svart
- Känslor:
- Atmosfär: Hårt

Figur 31: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä				X	

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				X	
Trä			X		

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				X	
Trä					X

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X	

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä				X	

Figur 32: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		X
Trä					X

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong				X	
Trä				X	

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä				X	

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X	

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä					X

Figur 33: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Ljust, Varmt
- Känslor:
Harmoniskt
- Atmosfär:
Lugn, Rymlig

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Tung
- Känslor:
Kallt
- Atmosfär:
Monoton

Figur 34: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä					X

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong					X
Trä				X	

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä					X

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
				X

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä					X

Figur 35: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Estetiskt
- Känslor:
Lugn
- Atmosfär:
Behaglig

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Opersonligt
- Känslor:
Kallt
- Atmosfär:
Robust

Figur 36: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Varmt
- Känslor:
Välkommande, livlig
- Atmosfär:
Lugn, fridfull

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Kallt, stabilt
- Känslor:
Tråkig
- Atmosfär:
Hård

Figur 37: Enkätundersökning

Jämförelse mellan trä och betongbyggnader

Träbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Naturligt, mjukt
- Känslor:
Varm
- Atmosfär:
Ljust

Betongbyggnader: Svara med några slagord som ni rent spontant känner

- Intryck
Anonym, neutral
- Känslor:
- Atmosfär:
Tung

Figur 38: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä				X	

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong					X
Trä				X	

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä					X

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
				X

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong			X		
Trä				X	

Figur 39: Enkätundersökning

Materialen i byggnaden är estetiskt tilltalande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong		X			
Trä					X

Materialvalen ger intryck av att vara slitstarka och hållbara:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong					X
Trä			X		

Jag uppfattar materialvalen som miljövänliga:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong	X				
Trä					X

Det är viktigt för mig att byggnader använder miljövänliga material:

1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
			X	

Materialvalen bidrar till att byggnaden känns välkomnande:

	1 (Instämmer ej)	2	3	4	5 (Instämmer helt)
Betong	X				
Trä					X

Figur 40: Enkätundersökning



CHALMERS