



CHALMERS

En jämförelse mellan den svenska och kinesiska byggsektorn

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik – ACEX11-23-33

LISA CHEN
MINA HAMED
JAKUB JASINSKI
MIA ROSTÉN

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
AVDELNINGEN FÖR CONSTRUCTION MANAGEMENT**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2023
www.chalmers.se

KANDIDATARBETE 2023

En jämförelse mellan den svenska och kinesiska byggsektorn

Lisa Chen
Mina Hamed
Jakub Jasinski
Mia Rostén



CHALMERS

Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2023

En jämförelse mellan den svenska och kinesiska byggsektorn

© Lisa Chen, Mina Hamed, Jakub Jasinski, Mia Rostén 2023.

Handledare: Mathias Gustafsson, Construction Management
Examinator: Caroline Ingelhammar, Construction Management

Kandidatarbete 2023
Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik
Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Telefon +46 31 772 1000

Skriven i L^AT_EX
Göteborg 2023

Förord

Ett stort tack riktas till alla de respondenter som tagit sig tid att ställa upp på intervjuer och enkät. Er respons har varit väldigt värdefull för denna rapport.

Vi vill också tacka vår handledare Mathias Petter Gustafsson, docent på avdelningen för Construction Management för rådgivning och stöd under arbetets gång.

Tack!

Abstract

The construction and real estate sector is one of the most contributing sectors to greenhouse gas emissions. In light of the sustainability challenges facing the world and the sustainability goals set out in the Paris Agreement, there is a great need to transition, particularly for the construction industry. Against this background, continuous and effective sustainability work is needed globally in order to achieve these goals.

China is one of the world's most populous countries and one of the largest economies with the capacity to implement climate transitions. A contributing factor to this is their political situation, which allows for more efficient decision-making compared to Sweden. Population growth has risen in parallel with economic growth, leading to rapid development of the construction sector in a short period of time. In Sweden, the population is significantly smaller and the construction sector has not had the same rate of development as China. Decision-making in projects in Sweden is also affected by various actors who are dependent on each other, which negatively affects the construction process timeline.

In this report, literature studies, interviews with industry professionals, and a survey have been conducted to compare the Swedish and Chinese construction sectors with regard to ecological, social, and economic sustainability. The results show that both countries are actively working towards the global sustainability goals, but that there are differences in approaches, research areas, and priorities. In both countries, policy instruments have been effective in applying sustainability measures, but there have been political, economic, social, and technological barriers. In terms of improvement work in the Swedish sector, better communication among actors and authorities, and increased awareness throughout the industry are needed. In the Chinese sector, the level of awareness and communication is even lower and there are no effective evaluation systems for different types of sustainability measures. This is considered to be factors that hinder the country's sustainability work despite their economic capacity. Regarding social and economic sustainability, the Swedish sector's work is more established compared to the Chinese sector. Results from scientific articles, interviews, and the survey show that both Sweden and China need further research and solutions that provide better economic profitability to implement sustainability in the construction sector.

Sammanfattning

Bygg-och fastighetssektorn är en av de mest bidragande sektorerna till växthusgasutläpp. I och med de hållbarhetsutmaningar världen står inför och de hållbarhetsmål som fastställts i Parisavtalet finns ett stort behov av att ställa om, inte minst för byggbranschen. Med detta som bakgrund behövs ett kontinuerligt och effektivt hållbarhetsarbete globalt för att kunna nå dessa mål.

Kina är ett av världens mest folkrikaste land och en av de största ekonomierna med stor kapacitet att genomföra klimatomställningar. En bidragande faktor till detta är deras politiska situation som tillåter ett mer effektivt beslutsfattande jämfört med Sverige. Populationstillväxten har stigit parallellt med den ekonomiska tillväxten, vilket har lett till en snabb utveckling byggsektorn på kort tid. I Sverige är populationen betydligt mindre och byggsektorn har inte haft samma utvecklingstakt som Kina. Beslutsfattande i projekt i Sverige berörs också av olika aktörer som är beroende av varandra, vilket påverkar byggprocessen tidslinje negativt.

I denna rapport har litteraturstudier, intervjuer samt en enkät genomförts för att jämföra den svenska och kinesiska byggsektorn med avseende på ekologisk, social och ekonomisk hållbarhet. Resultatet visar att länderna arbetar aktivt med de globala hållbarhetsmålen, men att det finns skillnader i tillvägagångssätt, forskningsområden och prioriteringar. I båda länder har styrmedel varit effektivt för att tillämpa hållbarhetsåtgärder, men det förekom politiska, ekonomiska, sociala och teknologiska barriärer. Sett till förbättringsarbete i den svenska sektorn behövs främst bättre kommunikation bland aktörer och myndigheter, och ökad medvetenhet inom hela branschen. I den kinesiska sektorn är graden av medvetenhet och kommunikation ännu lägre och det saknas effektiva utvärderingssystem för olika typer av hållbarhetsåtgärder. Detta konstateras vara faktorer som bromsar landets hållbarhetsarbete trots deras ekonomiska kapacitet. Gällande social och ekonomisk hållbarhet är den svenska sektorns arbete mer väletablerat jämfört med den kinesiska sektorn. Vetenskapliga artiklar och intervjuer visar att både Sverige och Kina behöver ytterligare forskning samt lösningar som ger bättre ekonomisk lönsamhet för att effektivt implementera hållbarhet i byggsektorn.

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
1.1	Bakgrund	9
1.2	Syfte	11
1.3	Avgränsningar	11
2	Metod	12
2.1	Litteraturstudier	12
2.2	Regelverk	12
2.3	Intervjustudie	12
2.4	Enkätstudie	13
3	Ekologisk hållbarhet	14
3.1	Sveriges klimatmål inom byggsektorn	14
3.1.1	Byggprognos och byggbeståndsprognos	15
3.1.2	Byggtakt och teknik	15
3.2	Kinas klimatmål inom byggsektorn	15
3.2.1	Koldioxidskatt	16
3.2.2	Gröna byggnader	16
3.2.3	Utmaningar	16
3.3	Livscykelanalys	17
3.3.1	LCA i Sverige	18
3.3.2	LCA i Kina	18
3.4	Tekniker	20
3.4.1	Schaktfri läggning av ledningar	20
3.4.2	Asfalt	20
3.4.3	Carbon Capture Storage - CCS	21
3.5	Återbruk och återvinning	23
3.5.1	Återbruk i Sverige	24
3.5.2	Återbruk i Kina	24
3.5.3	Design for Deconstruction/Disassembly	24
3.6	Byggnadsmaterial	26
3.6.1	Betong	27
3.6.2	Trä	28
3.6.3	Fossilfritt stål	29
4	Social hållbarhet	30

4.1	Allmänt	30
4.1.1	Bristande utbildning	31
4.1.2	Avtal och rättigheter	31
4.1.3	Underentreprenörer	32
5	Cirkulär ekonomi	33
5.1	Cirkulär ekonomi i den svenska byggsektorn	34
5.2	Cirkulär ekonomi i den kinesiska byggsektorn	34
6	Digitalisering och tekniska innovationer	35
6.1	Allmänt	35
6.2	BIM	35
6.3	Innovationer på byggarbetsplatser	36
7	Drivkrafter och barriärer i hållbart byggande	38
7.1	Svenska byggsektorn	38
7.2	Kinesiska byggsektorn	39
8	Resultat Intervjuer	41
8.1	Klimatmål	41
8.2	Livscykelanalys	42
8.3	Subventioner	42
8.4	Drivkrafter och barriärer i hållbart byggande	42
8.5	Medvetenhet	43
8.5.1	Medvetenhet i den svenska byggsektorn	44
8.6	Återbruk	44
8.7	Social hållbarhet	45
8.8	Digitalisering	46
9	Resultat Enkät	46
10	Diskussion	49
10.1	Ekologisk hållbarhet	49
10.1.1	Klimatmål	49
10.1.2	LCA	50
10.1.3	Tekniker	51
10.1.4	Återbruk	52
10.1.5	Byggnadsmaterial	52
10.2	Social hållbarhet	53

10.3 Cirkulär ekonomi	54
10.4 Digitalisering och tekniska innovationer	55
10.5 Drivkrafter och barriärer i hållbart byggande	56
10.6 Enkät	57
10.7 Felkällor	58
11 Slutsats	59
12 Bilagor	60

1 Inledning

Globala klimatförändringar orsakas av växthusgasutsläppen. Parisavtalet, som ingicks 2015 av i stort sett alla världens länder, slog fast att den globala uppvärmningen inte ska överstiga 2° C och försöka begränsas till 1,5° C. 2021 motsvarade koldioxidutsläppen högsta registrerad nivå med över 37 miljarder ton (UNFCCC, u. å).

Idag bor 85 % av världens befolkning i städer (Statistiska centralbyrån, 2015). Det sätter stora krav på urbaniseringstakten och behov av nya bostäder, kontor, infrastruktur med mera är stort. Bygg- och fastighetssektorn är en av de mest bidragande till växthusgasutsläpp och miljöpåverkan. På grund av byggsektorns stora klimatavtryck krävs det att branschen satsar på hållbart arbete.

Världens näst folkrikaste land, Kina, har genom åren fått stor uppmärksamhet för deras snabba byggtakt och stora ekonomiska tillväxt. Sverige, i förhållande till Kina, har en lägre bruttonationalprodukt och mindre population. Uppskattningsvis så motsvarar hela Sveriges befolkning den kinesiska staden Wuhans invånarantal. Vidare har byggandet i Sverige inte varit tillräckligt för att tillgodose samhällets behov, vilket resulterat i bostadsbrist. I Kina har byggtakten däremot varit hög, men resulterat i att nybyggda städer ibland står obebodda (Mingye, 2017).

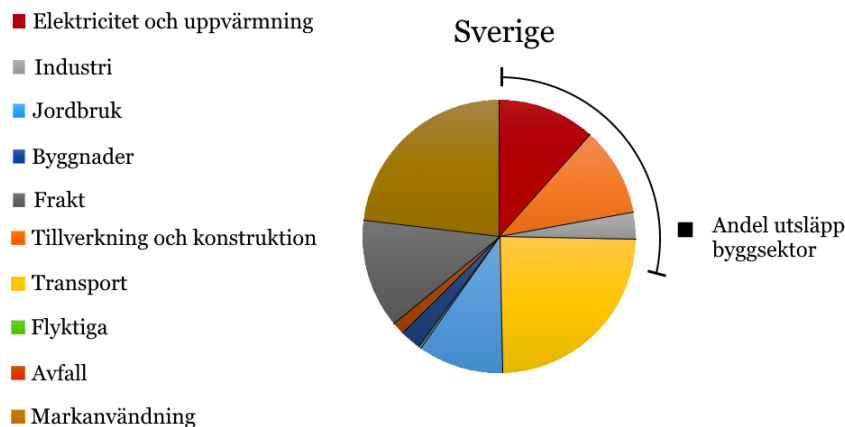
Denna rapport utreder hur den svenska och kinesiska byggsektorn ställer om i enlighet med klimatmålen. Ländernas förhållningssätt och prioriteringar kring ekologisk, ekonomisk och social hållbarhet kommer att behandlas. Klimatmål, digitalisering, tekniker och byggnadsmaterial utgör rapportens huvudområden.

1.1 Bakgrund

Byggprocessen består av flera delmoment där olika aktörer är involverade och kan variera beroende på typ av projekt (Projektledning, 2022). I byggprocessen ingår alltid fyra övergripande steg: förstudie, projektering, genomförande och avslut.

Hela byggsektorn står sammantaget för upp emot 40 % av världens koldioxidutsläpp (International Energy Agency, 2016). Olika rapporter från bland annat byggindustrin, Naturvårdsverket och Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) larmar om att byggindustrins miljöpåverkan inte är hållbar och i flera avseenden okontrollerad (IVA och Sveriges byggindustrier, 2014). Den svenska byggsektorn står för 0,2 % av de totala utsläppen globalt (Naturvårdsverket, 2023). I Sverige bidrar bygg- och fastighetssektorn med cirka 25% av landets totala utsläpp per capita, vilket presenteras i figur 1 (Ritchie m. fl., 2020). Utsläppen från el- och fjärrvärmeproduktion och nyproducerade byggnader har dock reducerats med

åren (Boverket, 2023a). En lägre andel importerat byggnadsmaterial har också bidragit till minskade utsläpp. Den svenska byggbranschen strävar efter nettonollutsläpp år 2045 baserat på regeringsinitiativet "Fossilfritt Sverige" (Fossilfritt Sverige, 2018). Åtgärder i denna färdplan fokuserar främst på områdena material, transport, energi och uppvärmning samt avfallshantering. 2022 infördes en lag i

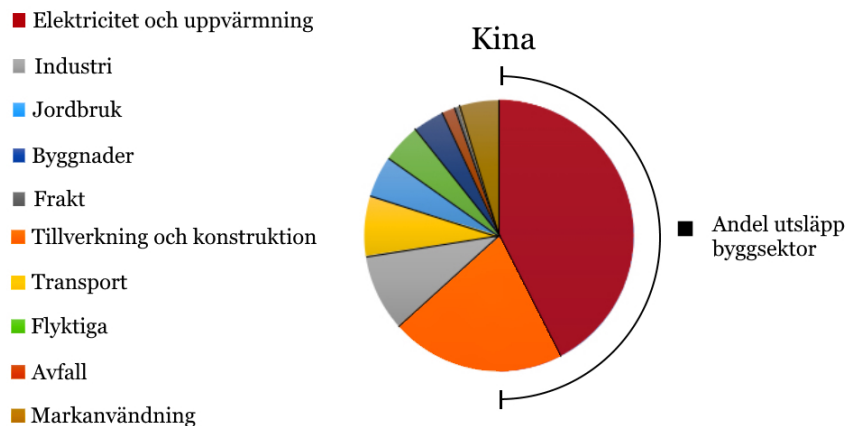


Figur 1: Utsläppsfördelning i Sverige per capita baserad på Ritchie m. fl. (2020).

Sverige om obligatorisk klimatdeklaration (Boverket, 2021). Klimatdeklarationen är en redovisning av ett projekts klimatpåverkan från tidigt skede till en färdigställd byggnad. Aspekter som inräknas är materialtillverkning, arbete på byggplatsen och transport.

Kina står för en tredjedel av de globala koldioxidutsläppen (Naturvårdsverket, u. å-b). Som illustrerat i figur 2 står sektorn för cirka 50 % av landets utsläpp per capita och just därför är det viktigt att landet reducerar sina utsläpp (Ritchie m. fl., 2020). Kinas bygg- och anläggningsbransch är världsledande och beräknas att växa med ett årligt genomsnitt på 8,6 miljoner från 2022 till 2023 (C40 cities & CABEE, 2022). Ett mål för den kinesiska byggsektorn är att uppfylla nettonollutsläpp till 2060 genom att bland annat öka digitaliseringen i syfte att uppnå ekonomisk hållbarhet.

Kinas landyta är över 20 gånger så stort som Sveriges (R. Wang m. fl., 2022). Landets geografiska placering skapar förutsättningar för att standardisera byggande nationellt. Landet är uppdelat i fem klimatzoner, där de norra delarna består av områden med vinter stora delar av året samtidigt som södra Kina omfattas av subtropiskt och tropiskt klimat med mycket varma somrar. Därtill drabbas Kina av monsunvindar, köldvågor och tyfoner. De varierande utmaningarna ställer höga krav på byggbranschen och de olika klimatområdena kräver olika insatser för hållbart byggande.



Figur 2: Utsläppsfördelning i Kina per capita baserad på Ritchie m. fl. (2020).

1.2 Syfte

Syftet är att jämföra den svenska och kinesiska byggsektorn med fokus på främst ekologisk hållbarhet. Social samt ekonomisk hållbarhet kommer att belysas, men inte i lika stor utsträckning som ekologisk hållbarhet. Rapporten kommer att kartlägga likheter och skillnader utifrån respektive lands arbetsförhållanden, tekniska och strukturella möjligheter samt strategiska mål framåt. Vidare diskuteras utmaningar och styrkor för att kunna identifiera och dra lärdom av både Sveriges och Kinas utveckling. Detta skapar möjligheten för att, på detaljnivå, kunna jämföra bland annat metoder, innovativa lösningar och mål utifrån ett hållbarhetsperspektiv.

1.3 Avgränsningar

Rapporten kommer att belysa hur kravställningar och befintliga arbetsmetoder är kopplade till ekologisk hållbarhet. Energi- och transportaspekter kommer att behandlas inom väsentliga gränser. Konflikter, politiska samarbeten, komplexa maktrelationer och multilaterala organisationer bedöms dock falla utanför ramarna för rapporten.

2 Metod

Underlaget för analys och slutsatser har huvudsakligen hämtats från vetenskapliga artiklar och regelverk. För att få en så aktuell bild av situationen som möjligt genomfördes intervjuer med branschexperterna individer från både svenska och kinesiska organisationer och företag. Slutligen genomfördes också en enkätstudie.

2.1 Litteraturstudier

Litteratur inhämtades främst från Chalmers biblioteks artikeldatabas och Google Scholar. Datainsamlingen fokuserade på artiklar relaterade till den svenska eller den kinesiska byggbranschen. Sökorden var bland annat: sustainability, construction, building, circular, waste, recycling, Sweden, China.

2.2 Regelverk

För att förstå de ramar som byggsektorn i respektive land verkar inom undersöktes de krav som myndigheter ställer på dem. Eftersom lagar och bestämmelser är essentiella delar av byggbranschens handlingar och prioriteringar kan de bidra med information om varför man agerar som man gör och vilka följder det har på samhället. Information inhämtades från myndigheter och globala organisationers hemsidor.

2.3 Intervjustudie

För att bilda en uppfattning om dagsläget och vad man arbetar med eller fokuserar på genomfördes intervjuer. Syftet var att få en djupare och mer dynamisk inblick än vad litteratur och forskning kunde bidra med.

Tolv intervjuer genomfördes, varav nio stycken från den svenska sektorn och tre stycken från den kinesiska (se tabell 1). Företag och organisationer tillfrågades via mejl. Intervjuerna var semi-strukturerade och frågorna presenteras i bilaga 1. Samtliga intervjupersoner var branchverksamma från olika typer yrkesgrupper, se tabell 1. Företagsposition och hur nära individen arbetade med hållbarhetsfrågor varierade. Ett kriterie var att personen skulle ha en god inblick i sitt företags hållbarhetsarbete. Ur etisk synpunkt anonymiserades samtliga företag och personer genom anonymisering av information och benämning.

Position	Företagstyp
Projektledare inom klimat	Branschorganisation
Entreprenadingenjör	Byggkoncern
Miljösamordnare	Entreprenör
Verksamhetsutvecklare inom miljö	Entreprenör
Hållbarhetsstrateg	Fastighetsutvecklare
Chefsingenjör inom konstruktion	Konsultföretag
Företagsgrundare	Konsultföretag
Konstruktör	Konsultföretag
Konstruktör	Konsultföretag
Dekan och forskare	Universitet

Tabell 1: Översikt av intervjupersonernas roll och typ av företag de representerade.

2.4 Enkätstudie

Genom enkäten inhämtades ytterligare information på individnivå från den svenska byggbranschen. Studien förväntades ge en bild av hur den individuella uppfattningen i den svenska byggbranschen var kring hållbarhetsarbetet i respektive land. Målgruppen var studenter och yrkesverksamma inom sektorn. Enkäten var, av samma skäl som intervjuerna, anonym.

3 Ekologisk hållbarhet

Idag står världen inför utmaningar kring livsmedelstrygghet, rent vatten, hållbart nyttjande av naturresurser och system som orsakas främst av klimatförändringar. Huvudkällan till klimatförändringarna är förbrukningen av fossil energi, vilket resulterat i konsekvenser för ekosystem, havsförurning, mänsklig säkerhet, matproduktion, vattentillgång och naturkatastrofer. FN, tillsammans med sina medlemsstater, har tagit fram en visionär handlingsplan kallad Agenda 2030, som omfattar 17 hållbarhetsmål, se figur 3 (Regeringskansliet, 2020). Syftet med Agenda 2030 är att skapa balans mellan den ekologiska, sociala och ekonomiska utvecklingen. I Agenda 2030 inkluderas både industrialiseringsländer samt utvecklingsländer, där det sker en gemensam insats från alla samhällssektorer som regeringar, näringsliv och enskilda medborgare. Specifikt handlar mål 13 om att bekämpa klimatförändringar och innebär vidtagande av nödvändiga åtgärder för att kunna minska klimatförändringarna. Både Sverige och Kina har åtagit sig Agenda 2030.



Figur 3: De globala hållbarhetsmålen (UNDP, u. å)

3.1 Sveriges klimatmål inom byggsektorn

På uppdrag av regeringen har Boverket, tillsammans med Naturvårdsverket, sammanställt byggbranschens utsläpp av växthusgaser (Naturvårdsverket, u. å-c). Utsläppen redovisas årligen av Boverket och Naturvårdsverket (2019) för att analysera hur industrin kommer att bidra till de nationella klimatmålen 2030, 2040 och 2045. Planen innefattar svenska klimatmål och skapar affärsmöjligheter utifrån klimatomställningen där möjligheter, hinder och förslag på eventuella åtgärder, genom företagsmässiga åtaganden samt politiska förslag, redogörs för. Det ingår även områdesstrategier i färdplanen för energi och effekt, finans, biomassa och hållbar batterivärdeskedja.

3.1.1 Byggprognos och byggbeståndsprognos

Boverket tillhandahåller prognoser över hur byggandet samt byggnadsbeståndet utvecklas (Boverket & Naturvårdsverket, 2019). Där ingår detaljerad klimatdata, tidigare utsläpp och en grov beräkning av framtida utsläpp baserat på aktuella styrmedel. Med hjälp av prognoserna går det dessutom att analysera olika effekter som ges av respektive åtgärder på klimatpåverkan utifrån material och byggtakter. Detta för att kunna redogöra hur utsläppen kan minska för att uppnå Sveriges nettonollutsläppsmål senast 2045.

3.1.2 Byggtakt och teknik

Enligt tidigare uppskattning har Sveriges utsläpp från bygg- och fastighetssektorn minskat med 57 % mellan 1990 och 2015 (Boverket & Naturvårdsverket, 2019). En primär orsak är att det har skett en stor utsläppsminskning på området för uppvärmning av byggnader. En ytterligare utsläppsminskning på cirka 74 % beräknas att ske mellan 1990 och 2050 (Boverket & Naturvårdsverket, 2019). Enligt Boverket, för att detta ska uppnås bör nya styrmedel och åtgärder inom uppvärmningssektorn och materialproduktion införas för att uppnå nettonollutsläpp.

3.2 Kinas klimatmål inom byggsektorn

Enligt Förenta Nationernas (FN) sammanfattning av Kinas fjortonde femårsplan, som ska täcka landets mål för åren 2021-2025, uppger Kina att de ska förbättra energikällor och -distribution, förbättra resurseffektivitet och göra alla sektorer grönnare (United Nations Development Programme, 2021). Detta ska uppnås genom att införa hållbara lagar och krav för att främja cirkulär ekonomi och genom att samarbeta med andra länder för att motarbeta klimatförändringar.

Planen nämner att åtgärder ska riktas mot främst energikonsumtion och utsläpp-sintensitet (United Nations Development Programme, 2021). Kravet att förnybar energi ska vara den primära energikällan har tagits bort. Landet ska istället fortsätta utveckla kolkraft inom, vad landet hävdar vara, rimlig kontroll. De ska också förespråka begreppet ren kol"(clean coal). Vidare ska de arbeta med att kontrollera koldioxidkoncentrationer och växthusgasutsläpp samt utveckla anpassningskapacitet till detta. Ekonomisk tillväxt ska ske på en rimlig nivå, men inget specifikt mål nämns i planen. I och med att fjortonde femårsplanen involverar landets samtliga sektorer kan planerade mål för energi, växthusgasutsläpp, resurseffektivitet, cirkulär ekonomi och globalt samarbete relateras till byggsektorn.

3.2.1 Koldioxidskatt

Byggbranschen har en betydande roll när det kommer till att hantera klimatförändringar och minska energiförbrukning samt utsläpp av växthusgaser (Shi m. fl., 2019). Byggsektorn i Kina står för hälften av landets totala energiförbrukning som till stor del kommer från fossila bränslen. Ett effektivt handlingsätt att minska användning av fossila bränslen är genom att införa koldioxidskatt (Shi m. fl., 2019). Tidigare har det visats att styrmedel och administrativa föreskrifter ensamt inte är effektivt för att få involverade aktörer att minska på sina utsläpp. Skatten på koldioxid är en prissättningsmekanism som enkelt går att tillämpa till skillnad från total volymkontroll och handel. Det har även visat sig att koldioxidskatt är en effektiv åtgärd i utvecklade länder, bland annat Sverige, Tyskland, Norge, Storbritannien, Japan, Frankrike och Australien.

Det är nödvändigt för den kinesiska regeringen att tillämpa koldioxidskatt för att kunna uppnå miljömässiga och ekonomiska förbättringar (Shi m. fl., 2019). Det är även viktigt att förbättra energimarknaden i Kina, eftersom den nuvarande strukturen på el-, olje- och naturgasmarknaderna är för varierande och därmed inte konkurrenskraftiga.

3.2.2 Gröna byggnader

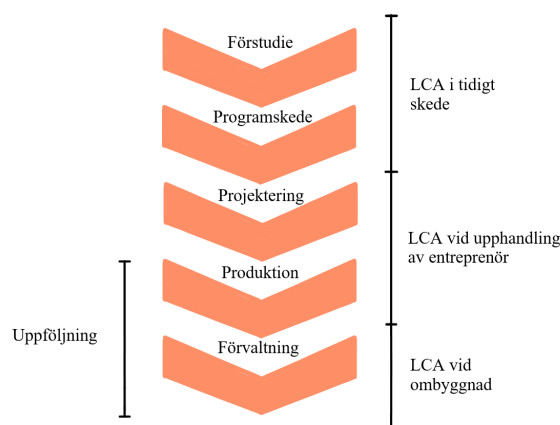
Med gröna byggnader följer en energibesparande struktur som syftar till att ansvara för ekologisk hållbarhet under hela sin livscykel (Feng Jiayun, 2022). Gröna byggnader är en avgörande beståndsdel i Kinas hållbarhetsplan. Kinas bostadsministerium menar att landet kontinuerligt arbetar med att höja energieffektivitetsstandarden, öka användningen av gröna byggnader samt främja byggnader med låg energiförbrukning (Feng Jiayun, 2022).

3.2.3 Utmaningar

Gröna byggnader är ett nytt område som kommer med flera utmaningar som exempelvis bristande efterfrågan och hög produktionskostnad. Det finns många framtidsmöjligheter med gröna byggnader, men det saknas intresse från allmänheten på grund av bristande estetik och symboliskt tilltalande design (Feng Jiayun, 2022). En ytterligare utmaning, orsakad av gröna byggnader, är nuvarande tillståndet av dessa byggnader, tidigare studier visar att endast 48 % av alla gröna byggnader i Kina uppfyller lägsta nivå av byggnadskrav och att endast 14,9 % var certifierade 2018 (Cao m. fl., 2022). En grundläggande orsak till detta är bristande kunskap och otillräcklig förståelse för detta tillvägagångssätt hos myndigheter samt byggföretag. Det saknas också förtroende hos allmänheten på grund av låg lönsamhet.

3.3 Livscykelanalys

Livscykelanalys (LCA) är en flödesanalys som bedömer produkters miljöpåverkan från råvaruutvinning till färdig produkt och användning. Verktuget används främst för att analysera byggnadsmaterialens miljöpåverkan i syfte att försöka minska en byggnads totala klimatpåverkan under sin livstid (Boverket, 2020a). Processen består av fyra olika skeden, enligt figur 4 nedan. Den första delen består av förstudie och programskede av en byggprocess. Därefter tillämpas LCA under projektering och produktion vid upphandling av entreprenör. Till sist, uppföljning vid produktion och förvaltning samt LCA vid ombyggnad sker parallellt med förvaltningsstadiet.



Figur 4: Exempel på livscykelanalys baserad på Boverket (2020a).

Det finns fördelar med att ställa krav på LCA vid byggprojekt och särskilt i tidigt skede kan det ge stor miljönytta (Trafikverket, 2021). På detta sätt kommer även berörda aktörer igång med miljöarbete då resultatet kan ge förslag på förbättringar. Det blir därmed möjligt att styra förbättringar genom att införa miljökrav i enskilda projekt. Till exempel kan ett teknik- och materialneutralt krav vara en minskning av anläggningens miljöpåverkan vid upphandling av entreprenörer.

LCA:s användningsområden varierar beroende på syftet. Det finns dock tre huvudanvändningsområden som omfattar identifiering av betydande miljöaspekter, förbättring av miljöprestanda samt jämförelse med andra byggnader (Boverket, 2020a). Dessa punkter presenteras mer utförligt nedan.

1. Den inledande fasen består av att identifiera de miljöaspekter som omfattas under byggnads livscykel med hjälp av LCA-beräkningar. Det ger i sin tur ökad kunskap om den befintliga byggnaden samt möjlighet att reda ut var

den största miljöpåverkan sker under livscykeln. Detta blir grunden inför att arbeta med miljöförbättringar i ett nästa steg.

2. Med hjälp av undersökning av den befintliga byggnaden samt analys av konstruktionslösningar, materialval, och byggmetoder går det att finna mer miljöanpassande alternativ.
3. Det sista användningsområdet handlar om att jämföra byggnader. Det går ut på att jämföra den aktuella byggnadens miljöpåverkan med andra byggnader eller med ett bestämt gränsvärde för projektet.

3.3.1 LCA i Sverige

Idag har LCA-baserade krav i Sverige enbart handlat om beräkning av klimatpåverkan (Erlandsson m. fl., 2018). Klimatpåverkan är en stor utmaning och därför är det rationellt att LCA-beräkningar fokuserar på just detta för att aktörer ska börja tillämpa LCA. Klimatpåverkan är även en bra indikator till att beräkna andra klimatfrågor såsom försurning och övergödning. Byggprocessen bidrar till ytterligare miljöeffekter, som toxicitet, vilket gör det nödvändigt att, på sikt, införa krav på LCA-beräkning (Erlandsson m. fl., 2018). Genom att analysera olika miljö kategorier går det att ställa krav på var och ett av de ingående materialen och därmed kan man klimatpåverkan i alla kategorier minskas. Genom LCA kan man undvika att förändringsåtgärder ger upphov till att nya miljöeffekter ökar på bekostnad av att en annan minskar.

Kommuner har planmonopol, vilket innebär att de tar ställning till vad som får byggas och när det ska byggas (Boverket, 2020b). De har därmed möjligheter att påverka utformningen i relevanta områden. I dagsläget saknas särskilda miljörelaterade krav kopplat till miljö kvalitetsmål. Därför krävs en lagstiftning om införda krav på LCA-beräkning i planskedet. I en rapport av Erlandsson m. fl. (2018) presenteras förslag om hur kommuner kan bidra till en mer effektiv LCA-beräkning. Exempelvis kan en metod utarbetas under en längre tidsperiod där kommuner får möjlighet att ställa miljökrav på en byggnad. Dessa krav omfattar minimikrav, alltså baskrav ur ett hållbarhetsperspektiv. På kort sikt går det att använda LCA-beräkning som ett miljökrav på byggnadsverk i syfte att sträva efter mer kostnadseffektiva alternativ.

3.3.2 LCA i Kina

Utöver växthusgaser bidrar sektorn till andra typer av miljöpåverkan såsom markanvändning, vattenanvändning och avfallsgenerering med negativa effekter på människors hälsa samt biologisk mångfald. För att motarbeta detta ställer Kina om till ett mer hållbart och miljövänligt samhälle (Pei m. fl., 2022). Ett sätt som landet åtgärdar miljöproblem på är att utvärdera och begränsa byggnaders miljöpåverkan i syfte att bygga mer hållbart, till exempel genom att tillämpa LCA.

Kina består av ett stort geografiskt område med varierande klimat där det förekommer sträng kyla, kall och varm sommar och kall vinter samt mild-och varm sommar (Pei m. fl., 2022). En byggnads energiprestanda beror på klimatet i området. Följden av detta blir därför en ojämn energiförbrukning i hela landet. Likaså varierar energikällan med klimatzonen på grund av energiförsörjningens fördelning samt andra faktorer som energipolitik och energiregister.

Det saknas en lämplig standard för LCA, enligt Nie (2013). Därför bedrivs forskning kring hur man kan utveckla tillvägagångssättet för LCA-beräkning för att göra metoden mer effektiv. Enligt Nie (2013) grundar sig de största hindren kring LCA i:

- Brist på tillgänglig data till beräkningarna
- Ökad kommunikation och transparens mellan utbildning, forskning och industri
- Övergå från regional till nationell tillvägagångssätt
- Bättre utvärderingsmetoder
- Lågt intresse från byggbranschen
- För lite forskning kring framtida miljöpåverkan

3.4 Tekniker

I följande avsnitt kommer relevanta tekniker att presenteras. Innovativa tekniker används i branschen, men vanligtvis i en liten skala. Nya tekniker är oftast dyra på grund av deras impopularitet samt att de kan anses vara otillräckligt testade. Subventioner förekommer därför som ett vanligt hjälpmedel för att driva standardiseringen framåt.

3.4.1 Schaktfri läggning av ledningar

Vid placering av diverse ledningar i marken som krävs för dagens infrastruktur används främst traditionella schakt (Lundström m.fl., 2015). Denna metod innebär, för det aktuella området som ledningar ska placeras i, att det grävs ut volymer av material från ytan till önskat djup. Utgrävningssmetoden är beroende av storleken på schaktet och i de flesta fallen används anläggningsmaskiner eller grävmaskiner. Efter utgrävning av material behöver denna lagras för att senare kunna fylla igen området. Vid schakt i tätbebyggda områden kan materialet behöva transporteras till lämplig plats om arbetsplatsen är begränsad till ytan eller på grund av stabilitetsproblem i området.

För att minska miljöpåverkan behövs fler förbättringsmöjligheter i byggprocessen. Vid traditionell schaktning används maskiner och transporter som ger upphov till höga utsläpp. I ett projekt för Karlstads kommun fick NCC (2015) i uppdrag att lägga 4 500 meter huvudvattenledning över ett naturskyddsområde med hjälp av schaktfri slip-lining. Detta innebär att ledningar har en borrh på ena änden som förs igenom mark utan att störa ytan. Med hjälp av denna metod ska maskintimmarna ha minskat med 75 % samt mängden massor minskat med 92 % i jämförelse med traditionell schaktning NCC (2015). Projektet visade att denna metod, utöver stadsmiljöer, också är lämplig och effektiv i naturkänsliga områden. Förutom att mängden material och maskintimmar minskade blev även miljöpåverkan mindre på grund av detta.

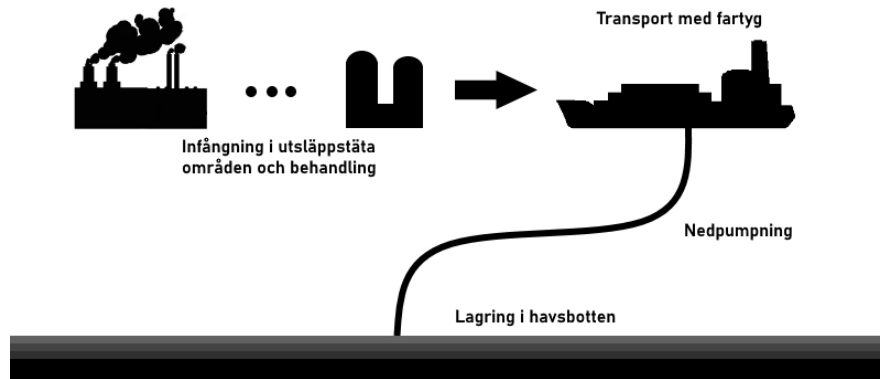
3.4.2 Asfalt

Dagens samhälle är beroende av transporter som sker på långa sträckor på asfalterade vägar. Asfalt har liknande förbättringsmöjligheter, som betong, ur ett miljöperspektiv. Asfalt består, i stort sett, av två material: bergkross och bindemedlet bitumen (Krouthén, 2017). Bergkross kan nyttjas från olika byggprojekt eller också tidigare etapper av ett vägprojekt där sprängning förekommit. Bitumen är fossilt ämne som framställs från petroleum. Under de senaste åren har mellan 1-1,5 miljoner ton asfalt återanvänts eller återvunnits på svenska vägar (Krouthén, 2017), medan tillverkningen av ny asfalt motsvarar mellan 5-7 miljoner ton per år (Asfaltskolan, 2023). En återvinningsgrad mellan 14-30 % är lågt i jämförelse med att asfalt är 100 % återanvändbart.

Det finns företag i Sverige som strävar efter att återvinna mer än genomsnittet. Skanska arbetar med projektet Grön Asphalt, där de försöker att återanvända 70 % av tidigare använd asfalt (Skanska, 2023). Detta kommer leda till betydligt minskade mängder av material som behöver brytas till asfaltproduktionen. Utöver materialutvinningen så är asfaltproduktion en väldigt energikrävande process där materialet och bindemedlet behöver att hettas upp för att kunna hålla samman. För att minska utsläppen i den delen av processen håller Skanska på med att konvertera befintliga asfaltverk till eldning med förnybara bränslen (Skanska, 2023). Företaget har även fått genombrott i ett alternativt biobindemedel istället för det fossila bitumen som är en obligatoriskt komponent i asfalt. Det nya biobindemedlet består av skogsråvara som till viss del kan ersätta bitumen. Biomassan som bindemedlet tillverkas av anses också binda koldioxid. Däremot kan inte bindemedlet användas för krävande asfaltsvägar som motorvägar, men fungerar bra för mindre vägar där dimensioneringen inte är lika krävande.

3.4.3 Carbon Capture Storage - CCS

Carbon Capture Storage (fortsatt kallat CCS) är en teknik som bygger på att fånga upp koldioxid och lagra den (Naturskyddsföreningen, 2022), se figur 5. Det är en effektiv teknik att använda vid utsläppstäta områden så som byggarbetsplatser, men framförallt cementfabriker och likartad form av industri. Systemet innebär att koldioxid tas upp i koldioxidfångare monterade i utsläppstäta områden. Materialet samlas upp och lastas på fartyg som transporterar och pumpar ned koldioxid i berggrunden på havsbotten. Över tid kommer koldioxiden att lagras i berget på grund det höga vattentrycket som råder där. För att denna ska kunna lagras krävs det flera processer. Vid infångning måste koldioxiden separeras från andra gaser som fångas in. I nästa steg komprimeras koldioxiden för att fylla mindre volymer. Därefter transporteras den med hjälp av fartyg och pumpas ned under havsbotten. För närvarande diskuteras möjligheterna att pumpa ned koldioxid i olje- och gasfyndigheter i Nordsjön i Norge. Processen av infångning, kompression, transport och lagring är dock energikrävande. För att systemet ska vara effektivt behöver drivmedel till fartygen komma från biobränslen. Det krävs även noggranna förundersökningar i områdena för lagring. Tätheten och påverkan på naturlivet är exempel på aspekter som ska undersökas, för att säkra lagringen och värna om naturen.



Figur 5: CCS infångnings- och lagringsprocess, baserad på Heidelberg Materials (u. å-c).

Med CCS-tekniken kommer stora mängder koldioxid att kunna fångas in. Finansiering för uppstart av tekniken krävs, vilket antagligen kommer att komma från företag som har höga utsläpp och behöver minska dessa kraftigt för att i sin tur kunna nå de internationella klimatmålen (Naturskyddsföreningen, 2022). Företag som redan har gett förslag för användning av CCS är cementtillverkaren Cementa och oljeraffinaderiet Preem. Cementa har gått ut med att CCS-tekniken i första hand kommer att kunna lagra 1,8 miljoner ton koldioxid, vilket motsvarar de totala utsläppen från fabriken Slite på Gotland (Heidelberg Materials, u. å-c). Det är viktigt att se till att företagen inte upphör sin omställning mot klimatneutralitet, alltså att företagen fortsätter med att effektivisera sin verksamhet mot hållbarhetsmålen (Jasinski, 2022). Vissa företag kan se CCS som ett verktyg som tillåter dem att fortsätta med utsläppen i samma takt för att dessa ändå samlas upp. Meningen med CCS är att fånga upp den koldioxid som redan finns och rena atmosfären, istället för att tillåta industrierna att släppa ut mer.

Systemet används redan i Norge där koldioxid från gaskraftverk samlas in (Naturskyddsföreningen, 2022). I USA planeras systemet Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS, att sättas i bruk 2025 (Drax, u. å). Det anses vara en verksamhet som endast kommer att använda sig av biobränslen vid infångnings- och lagringsprocess av koldioxid. Denna typen av nya satsningar kan ses som exempel för vägledning inom hållbarhetsarbetet hos industrier runt om i världen. I Kina har undersökningar av denna typ av teknik gjorts sedan juli 2010, där flera potentiella områden för lagring av koldioxid presenterats (The Department of Social Development & The Ministry of Technology and Science of China, 2010). Dessa områden består av sedimentbassänger och framgår av figur 6. De landfasta områdena kommer inte att kunna kommas åt med fartyg. I de fallen ska rimligheten av denna lagring istället övervägas utifrån mängden utsläpp vid transport för att säkerställa att inte ge upphov till mer utsläpp. Med

utrymme för lagring av koldioxid och lätt tillgång till havet kan CCS visa sig vara en effektiv teknik i Kina.



Primary Assessment of CO₂ storage potential Capacity in China

Figur 6: Potentiella lager för koldioxid i Kina, grön markering representerar områden på fast land medan blå markering representerar dem under vatten.

Om lagring på fastland kommer att anses som en rimlig åtgärd kan denna visa sig vara mer effektiv än lagring i havet. 43 % av kolkraftsverken i Kina befinner sig vid minst ett lämpligt lagringsområde inom en 250 km radie (International Energy Agency, 2016). Det finns alltså flera möjliga lösningar av infångning av koldioxid i Kina. Tekniken har varit i användning sedan 2008 när Shengli-kraftverket sattes i drift med en kapacitet på 100 ton koldioxid per dag (The Department of Social Development & The Ministry of Technology and Science of China, 2010). Fortsättningsvis planeras större projekt för CCS-tekniken i Kina. Ett projekt som planeras fånga in över tio miljoner ton koldioxid har skrivits under av Sinopec, Shell, China Baowu och BASF (Sinopec, 2022). Sinopec menar att 10,68 miljoner ton koldioxid kommer att fångas in och lagras i oljefält över kommande 15 år, men även att det kommer att öka produktionen av råolja med tre miljoner ton. I nuläget sker transport med hjälp av lastbilar. Dessa planeras att ersättas med en typ av ledning som anses vara en mer hållbar lösning långsiktigt.

3.5 Återbruk och återvinning

Kinas byggsektor genererar mest bygg- och rivningsavfall i hela världen (Elselshaboury m. fl., 2022). Elselshaboury m. fl presenterar att landet bidrog med 2,3 miljarder ton restavfall 2019. I Sverige under 2020 var motsvarande siffror

14,6 miljoner ton enligt Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, u. å-a), varav 52,7 % blev återvunnet. Sveriges krav på återvinningsgrad ligger på 70 %. I Kina deponeras 70-80 % av restavfallet (Jin m. fl., 2017) och endast 5 % återvinns (Lee m. fl., 2021).

3.5.1 Återbruk i Sverige

I Sverige arbetar flertalet myndigheter med att tillämpa återbruk i byggsektorn. Boverket förespråkar att återbruka och återvinna så mycket som möjligt (Boverket, 2022). Avfall Sverige (Miliute-Plepiene m. fl., 2022) och en rapport från Fossilfritt Sverige och Återvinningsindustrierna (2020) uppmuntrar också detta.

3.5.2 Återbruk i Kina

Enligt Lu m. fl. (2022) är det beteendet hos beslutsfattande aktörer som påverkar graden av återvinning. Vidare menar Lu att straffåtgärder kring återvinning har visat sig påverka beslutstagande mer än vad bidrag har gjort. Landet lägger också mycket forskning på återvinning av restavfall, men utvecklingens framsteg beror på ekonomiska och sociala förutsättningar (Elshaboury m. fl., 2022). Därför krävs det mer fokus på praktisk tillämpning istället för att skapa fler lagstiftningar kring ämnet (Li m. fl., 2023).

3.5.3 Design for Deconstruction/Disassembly

I en byggnad kan upp till en fjärdedel av byggnadsdelarna återanvändas och upp till 70 % av materialen kan återvinnas (Bertino m. fl., 2021; Fahlén & Sidenmark, 2017). Ett sätt att återanvända delar istället för att riva dem är metoden Design for Deconstruction/Disassembly (DfD). DfD handlar om att arkitekter och ingenjörer, i tidigt stadie, projektettrar byggnadsdelar för att kunna demonteras och återanvändas efter rivning eller renovering (Bertino m. fl., 2021; Fahlén & Sidenmark, 2017). Tankesättet öppnar också upp för att ge nya byggnaders ingående material högre kvalitet, och därmed livslängd. Med hjälp av DfD kan man således bygga mer cirkulärt och hållbart samtidigt som livslängden på produkter och material förlängs. Metoden bidrar till mer anpassningsbara byggnader med ökade användningsområden, både under och efter sin driftstid (Eckelman m. fl., 2018). Flexibiliteten skapar olika möjligheter att förlänga byggnaders livslängd. I framtida projekt kan exempelvis renovering bli mer aktuellt om demontering av byggnadsdelar sker mer effektivt.

Däremot finns också utmaningar med DfD. Vid återvinning av material får materialet ofta andra egenskaper och vanligtvis till det sämre vad gäller hållfasthetsegenskaper, ljudisolering, brandtålighet med mera (Bertino m. fl., 2021). Att demontera en byggnad kan också kräva mer tid och resurser jämfört med att riva den. En annan utmaning är tillgången till detaljerad information för att kunna återanvända byggnadsmaterial (Marzouk & Elmaraghy, 2021). Byggnader

är stora och komplexa och de ingående materialen kan därför vara svåra att separera och få ut korrekt information om. Vid återanvändning är det viktigt att den demonterade byggnadsdelen klarar kraven, vilket kan vara svårt att kontrollera om man inte vet exakt vilka material som ingått i den. Inom detta område skulle digitalisering och dess möjligheter med spårbarhet kunna underlätta denna aspekt.

Trots att byggbranschen världen över arbetar aktivt med återvinning och känner till DfD:s positiva effekter på klimatet, så har inte tillämpningen ökat särskilt mycket (Akinade m. fl., 2020). Enligt Akinade m.fl. förekommer hinder med DfD och listas nedan:

- Brist på tydliga lagar och krav
- Avsaknad av information och kunskap hos yrkesverksamma involverade i designstadiet
- För liten tillgång på användningsbara byggnadsdelar
- Att metoden är inte lönsam
- Brist på effektiva verktyg för DfD

Där det finns vilja och ambition hos aktörer att kunna använda metoden är de möjliggörande åtgärderna för få (Akinade m. fl., 2020). Utmaningarna nämnda ovan behöver ses över för att industrin ska kunna tillämpa DfD i större utsträckning. Om man gör DfD lika lockande som miljöcertifiering så hade metoden kunnat bli vanligare.

I Sverige har Svenska Institutet för Standarder släppt ett dokument kring principen och möjliga strategier för tillämpning av DfD (Svenska Institutet för Standarder, 2021). Dokumentet ska kunna tillämpas för alla byggnader och syftar till öka kunskapen om metoden och dess eventuella tillämpning hos berörda aktörer. I Kina kunde inga vetenskapliga studier eller dokument från myndigheter hittas.

3.6 Byggnadsmaterial

Tillverkning av byggnadsmaterial är en av de stora utsläppsfaktorerna vad gäller byggsektorn, inte minst med avseende på cementtillverkning. Produktionen av byggnadsmaterial i Sverige står för cirka 16 % av de totala utsläppen (IVA och Sveriges byggindustrier, 2014). Vidare påverkar materialanvändningen hälsa och välbefinnande med avseende på de miljöfarliga ämnen som används vid byggnation. Enligt Kemikalieinspektionen (2015) så kan byggprodukter uppgå till 40 % av de kemiska föroreningar som förekommer i de vardagliga inomhusmiljöerna och ofta handlar det om CMR-ämnen (cancerframkallande, mutagena eller reproduktionsstörande ämnen), hormonstörande ämnen och hudsensibiliserande ämnen. Vilka materialtyper som används spelar en viktig roll för den slutliga kostnaden, totala miljöpåverkan och underhållsbehov för en färdigställd byggnad. I detta avsnitt redogörs det för vanliga byggnadsmaterial samt åtgärder som motverkar negativ miljöpåverkan.

För att möta problemen som byggnadsmaterial ger upphov till finns bland annat EU-regler för certifieringar av produkter enligt byggproduktsförordningen. Därtill finns nationella byggregler, den allmänna lagstiftningen Reach, CLP-klassificering samt speciella tillstånd och begränsningar (Kemikalieinspektionen, 2015). Vid planering av klimatsmarta byggnader finns också miljöcertifieringar så som BREEAM, LEED och Miljöbyggnad för att underlätta under projekteringsstadiet (Boverket, 2019).

Vidare alternativ för att minska byggnadsmaterialets negativa påverkan på klimat och människa är att arbeta med naturliga material och att ersätta material som bidrar mycket till växthusgasutsläpp. I Sverige finns i dagsläget flera satsningar på cirkulärt byggande, bland annat i enighet med EU:s satsning IRISS. IRISS är ett treårigt forskningsprojekt som bedrivs för att snabba på övergången mot att bygga med allt mer cirkulära modeller med stort fokus på byggnadsmaterial för att uppnå hållbarhet inom byggsektorn (Svensk Byggtjänst, 2022).

Cementfri betong och allt större användning av trä i byggnader är något som är aktuellt inom flera svenska byggprojekt (Martin Erlandsson, 2018). Vidare finns fler miljösamma lösningar som är enkla att applicera vid byggande. Enligt Ekobyggguiden (u. å) går det att minska miljöpåverkan drastiskt genom att endast anpassa materialvalen. Till exempel kan trä, tegel, lera och även bambu fungera som komplement till stål och armerad betong i bärande byggnadskomponenter. Isoleringmaterial så som hampa, träfiber eller halm kan ersätta glasull, cellplast och polyuretan. Vid tätskikt fungerar gipsskivor gjorda av vax som ett alternativ till givsskivor gjorda i silikon. De alternativa lösningarna kräver dock att beställaren innehar kunskap kring olika typer av material samt att den ekologiska faktorn styr över den ekonomiska om användandet av miljövänligare alternativ ska växa (Boverket, 2016).

I Kina redovisas, likt Sverige, en positiv ställning till att bygga förnybart. Bland annat finns stora satsningar på att bygga mer med trä och att också standardisera användningen av andra naturliga material så som zeolit och biologiska ersättningar inom cementtillverkning så som halm, vete och ris (Dou m. fl., 2019). Fortsättningsvis så bygger Kina med prefabricerade element, vilket är en satsning som gynnar minskade klimatutsläpp, arbetskostnader och byggtakt.

På Kinas varmare breddgrader arbetar man i nuläget bland annat med kalla tak, något som också är ett koncept i Sverige. Det går ut på att reflektera bort solljus med hjälp av blanka eller ljusa ytor. Detta minskar framförallt elkonsumtionen som istället hade gått till nedkylning av bostäder (Gao m. fl., 2014). Gröna tak också är en alternativ lösning som används både i Kina och i Sverige. Gröna ytor på tak eller väggar hjälper till att dämpa den uppvärmning som solstrålar bidrar med. Gröna tak och fasader har dessutom andra fördelaktiga egenskaper eftersom dessa kan hjälpa till att binda regnvatten och att avleda det, öka biologisk mångfald och att förbättra luftkvalité (Energimyndigheten, 2021). En annan metod för passiv kylning handlar om att man tar vara på den så kallade albeoeffekten. Albeoeffekt handlar likt kalla tak att ta vara på hur ljus reflekteras eller absorberas över en viss yta av ett visst material. Genom att vidare undersöka tekniska lösningar hos byggnadens termiska egenskaper så kan man justera så att överskottsvärme i en byggnad frigörs under natten (Energimyndigheten, 2021).

3.6.1 Betong

Betong är ett av de byggmaterial med högst miljöpåverkan. Framställning av cement, som binds med vatten för att skapa betong, är en komplex process. För att få en bättre förståelse för hur branschen kan minska utsläppen för cementtillverkning är det viktigt att veta hur processen går till. Cement består av råvaran kalk, vilket kan utvinnas ur flera områden i Sverige, bland annat ön Gotland (Heidelberg Materials, u. å-a). Kalken transporteras oftast till nära belagda lager vid fabrik där den lagras samt krossas till ett finkornigt kalkmjöl innan den går genom en förbränningsprocess. I förbränningsprocessen värmer man först upp kalkmjöl ihop med olika bränslen och sedan kyler ned det för att bilda kulor som kallas för cementklinker. Dessa mals sedan ned för att bli den kommersiellt sålda cementen. Bränslen som används kan bestå av allt som går att bränna och som inte behövs, till exempel slitna bildäck eller skräp, men huvudsakligen används kol.

Cementindustrin har valt att använda alternativa material för att späda ut cementmjölet. Detta val har gjorts för att minska klimatpåverkan eftersom företag är tvungna att täcka kostnader av mängden utsläpp som frigörs. Alternativa material är flygaska och masugnslagg som har tillräckligt lika egenskaper (Heidelberg Materials, u. å-b). Dessa material sänker koldioxidutsläppen med ca 20% i jämförelse med cement tillverkad utan dessa. Tillgången till dessa material sägs minska på sikt och därmed behöver nya material undersökas. Ett av de materialen

är kalcinerad lera som kan vara lämpligt för att späda ut cement med. Materialet har testats av Cementa AB och resulterat i en minskning av koldioxidavtryck mellan 7-8 %. För bäst resultat skulle 50 % av cementklinkern kunna ersättas med lera, däremot anses 30 % vara mer realistiskt (Heidelberg Materials, u. å-b). Denna lera kommer från Kunda i Estland och betongen gjord på dess cement får en rödaktig färg gentemot den traditionella gråa. Naturligtvis måste lerans egenskaper som hållfasthet, beständighet, bindetid och temperaturutveckling hålla sig inom ett visst spektrum.

Bränsle är en faktor som ger upphov till höga mängder av utsläpp. I en av Cementas fabriker, Slite på Gotland, består mellan en tredjedel och hälften av bränslet av kol (Heidelberg Materials, 2021). Resterande mängd består av diverse rester som AC-bränsle, däckrester, konverterad eldningsolja och avfall. Nu används även ett annat restmaterial från solrosoldingar. Det är pressrester från det som kan bli djurfoder eller livsmedel. Solrosresterna har lyckats att effektivt ersätta 15% av den andelen kol som används.

Tillsammans med den ekonomiska tillväxten i Kina så har även deras cementtillverkning blivit den dominerande i världen. 2018 stod Kinas cementtillverkning för 56 % av den globala tillverkningen (Andrew, 2019). Från 1996 gick cementtillverkningen till på olika sätt i Kina, där masugnarna var utformade på olika. På uppdrag av World Trade Organization konstruerade National Development and Reform Commission en plan vid namnet Special Development Plan for Cement Industry i Kina som ledde till en omväxling i industrin (Xu m. fl., 2022). Många, mindre effektiva, fabriker stängdes ned och övergången till en ny sorts roterugnar tog plats. Ugnar av samma typ används i Sverige av tidigare nämnda Cementa. Denna reform ledde till att roterugnar stod för 99 % av cementtillverkningen och ökade produktionen av cement. 2007 producerades det cirka 1300 miljoner ton cement, och produktionen ökade fram till 2014 på cirka 2500 miljoner ton cement för att därefter börja avta (Xu m. fl., 2022).

På grund av denna reform så har Kina släppt ut betydligt mindre mängder utsläpp jämfört med tidigare. Omställningen till roterugnar mildrade olika typer av klimatpåverkan med 25-53 % mellan åren 1996 och 2021 (Xu m. fl., 2022). Några exempel är 47 % mindre vattenanvändning, 29% mindre koldioxidutsläpp och 36 % mindre användning av fossila bränslen som olja. När det gäller mängden utsläpp och energiåtgång per ton tillverkad cement är Kina en av de länder med lägst utsläpp och energianvändning. Länder som har högre mängd CO2 ekvivalenter per ton cement än Kinas 300 kg är Storbritannien (475kg), Vietnam (500kg) och Tyskland (400kg) år 2015 (Xu m. fl., 2022). I Sverige motsvarar det ca 600 kg koldioxidekvivalenter per ton cement (Naturskyddsföreningen, 2023).

3.6.2 Trä

Trävirke är en av de mest miljövänliga byggmaterialen som finns tillgängliga idag i och med att det binder koldioxid (Svenskt Trä, u. å). Flerbostadhus i trä

kan ge upp till 40 % mindre koldioxidutsläpp i jämförelse med flerbostadshus i betong Brege m. fl., 2017. Trä är ett kostnadseffektivt alternativ då bland annat produktionskostnaderna är lägre och färre grundförstärkningsåtgärder krävs i jämförelse med betong och stål (Ramboll, u. å).

Trä är ett organiskt material och är därför känsligt för mögel, fuktskador samt mikrobiella angrepp (Roos m. fl., 2009). Ytterligare nackdelar med byggmaterialet är sämre ljudisolering, något högre brandrisk samt lägre byggnadshöjd jämfört med betong och stål. Beroende på vilket material som används för att tillverka en produkt kan dess klimatpåverkan variera avsevärt (Kallmén, 2022). Anledningen är att processer som tillverkning, transport, användning och avfallshantering ger upphov till olika mängder av koldioxidutsläpp beroende på materialet som används. Kallmén (2022) konstaterar att biobaserade byggnadsmaterial som trä generellt genererar lägre koldioxidutsläpp än icke-biobaserade material som exempelvis betong. Denna upptäckt stödjer träets status som ett av de mest miljövänliga byggnadsmaterialen som finns tillgängliga idag.

Sverige ingår idag i ett nordiskt samarbete för att öka användningen av byggande med trä. Det finns också ett antal organisationer som satsar på att sprida kunskap och erfarenhet kring området, som Trästad, Svenskt Trä och Sveriges Träbyggnadskansli (Johansson & Pettersson, 2019). Sveriges satsningar har skapat intresse hos den kinesiska regeringen där Ministeriet för bostäder och stads- och landsbygdsutvecklingen, har blivit inspirerade till att utveckla träindustrin i Kina Svenskt trä, 2018. Innan industrialiseringen och betongbyggnader tog över marknaden, byggde Kina primärt med trä. Kinas regering öppnar nu för möjligheten att återigen bygga mer i trä. En orsak grundar sig i det kulturella värdet, eftersom det traditionella träbyggandet varit en stor del i den kinesiska arkitekturen. Vidare handlar det om att prioritera lokala förnybara resurser då Kina har några av de största trädplanterarna i världen (Qu m. fl., 2012). Därmed gynnas landet av att återuppta fokus på träindustrin då behovet av import minskar.

3.6.3 Fossilfritt stål

Stål är det material som gett människan möjligheten till att bygga stora och hållfasta konstruktioner som skyskrapor och broar. Användning och tillverkning av stål ger upphov till höga miljöutsläpp. Utsläppen från svenska järn- och stål industrin motsvarar ungefär 11 % av Sveriges totala utsläpp (Fossilfritt Sverige, 2018). En reduktion av dessa utsläpp kommer att ha en signifikant verkan på miljöarbetet i Sverige. En omställning till fossilfritt stål skulle även tillåta byggsektorn att fortsätta verka effektivt. Omställningen har fått stöd från EU:s innovationsfond. Företaget som bedriver detta är SSAB (Svenskt Stål AB), och planerar att nå en fossilfri stålproduktion senast 2045 (Fossilfritt Sverige, 2018). För att genomföra detta krävs elektrifiering av ugnar, omställning till biobaserade bränslen som biogas och vätgas.

4 Social hållbarhet

Social hållbarhet är ett av hållbarhetsperspektiven och är nödvändig för en balanserad framtid tillsammans med de ekologiska och ekonomiska aspekterna. Den sociala hållbarheten är viktig för att främja jämlikhet, trygghet och säkerhet inom olika branscher, inte minst byggbranschen. Avsnittet fokuserar på studier av skäliga arbetsvillkor genom datainsamling från litteraturstudier.

4.1 Allmänt

Enligt Arvidsson och Malmström (2016) är byggbranschen en av Sveriges mest ojämnställda branscher. Krafttag har gjorts för att möta den machokultur som branschen är präglad av. Byggcheferna är en aktör som jobbar för trygghet, ledarskap och branschutveckling. De har till exempel tillsammans med fackförbundet Byggnads skapat projektet Stoppa Machokulturen för att främja jämställdhet och lika behandling för oavsett etnisk bakgrund eller sexuell läggning (Stoppa-machokulturen, u. å). Projektet har verkat främst i form av olika kampanjer för att uppmärksamma nulägesbild och exempel på förändringar som kan skapa en mer accepterande bransch med större mångfald. Professor Zhao (2018), som arbetar med att främja arbetsrelationer i Kina, menar att branschen i huvudsak välkomnar kvinnor, men att i majoriteten av fallen beror på nepotism.

Modellen Corporate Social Responsibility (CSR), handlar om att ta ansvar för det ekologiska, ekonomiska och sociala perspektivet genom att planera långsiktigt och systematiskt sätta upp mål inför framtiden (Carroll, 1991). Carroll (1991) skapade en modell för CSR i form av en pyramid, se figur 7, där arbetet mot hållbarhet kan kategoriseras i fyra olika delar: ekonomiskt, juridiskt, etiskt och filantropiskt ansvar. Enligt EU är CSR viktigt ur ett socialt hållbarhetsperspektiv eftersom arbetet med att integrera mänskliga rättigheter, hälsa och utbildning samt skäliga arbetsvillkor ingår i modellen (Europakommissionen, u. å). När Agenda 2030 stadgades 2015 tog Sveriges företagsnätverk, CSR Sweden, upp arbetet med att vägleda företag, studenter, myndigheter och andra organisationer inom hållbarhetsfrågor (CSR Sweden, u. å). I Kina har CSR en påvisad positiv effekt på främst hållbart byggande och innovationer. Förhållningssättet har möjliggjort för företag att klara landets ekonomiska och ekologiska mål för att uppnå neutralitet i koldioxidutsläpp (Hao & He, 2022).

Sverige har kommit långt med arbetet mot att skapa arbetsmiljövänliga och jämlika arbetsplatser, dock krävs ytterligare insatser för att kunna uppnå lika rättigheter samt välmående inom byggbranschen. Problem som är särskilt återkommande är låg kompetens och mångfald, brister och brott mot avtal och kontrakt samt kontroll av underentreprenörer. En mer utförlig redogörelse för nämnda områden utförs nedan.



Figur 7: CSR modell (egen översättning av Carroll 1991)

4.1.1 Bristande utbildning

Enligt upphandlingsmyndigheten i Sverige finns det risk för oskäliga arbetsvillkor inom byggbranschen (Upphandlingsmyndigheten, 2022). Detta omfattar bland annat mark- och ledningsarbetare, arbetare vid byggarbeten inom nyproduktion, ombyggnad och renovering samt rivningsarbeten. Problemen med arbetsvillkoren grundar sig i flera aspekter. För det första varierar kompetensen inom branschen. Upphandlingsmyndigheten (2022) menar att kraven på erfarenhet och utbildning varierar stort mellan företag inom byggavtalet och kvalifikationerna för tjänsterna som erbjuds. Det förekommer fall där arbetare anlitas med endast relevant gymnasieexamen eller att de helt saknar erfarenhet. Därtill anlitas arbetskraft som inte är folkbokförda i Sverige och som därmed är svårare att kontrollera kompetensmässigt. Specifika roller som maskinförare och ställningsbyggare innehar särskilda krav, men även inom dessa områden förekommer sämre regelefterlevnad och därtill fusk med utbildningsbevis.

Samma svaghet identifieras på den kinesiska arbetsmarknaden. Enligt Professor Zhao (2018) är ett stort problem att man främst anställer billig arbetskraft, många gånger utan relevant utbildning eller erfarenhet. Antalet arbetare som är utlandsfödda eller har flyttat långa vägar för att få jobb är stort och uppgår enligt Zhao (2018) till cirka 90 % av arbetskraften inom byggbranschen. En anledning till den höga andelen immigranter är att Kina satsat stort på prefabricering. Det innebär att färre specialister på byggena behövs, vilket gör att entreprenörerna kan anställa resurser utan specifik kompetens.

4.1.2 Avtal och rättigheter

I Sverige, såväl som i Kina, förekommer det bristande arbetsförhållanden med avseende på lön, arbetstid och avtal. Byggnads (2023), svenska fackförbundet för byggnadsarbetare, menar att arbetare oftast jobbar 60 till 70 timmar i veckan utan att få lön för timmarna utanför de 40 avtalsenliga timmarna. Vidare pekar de på att säkerheten brister i flertalet moment, däribland arbete på hög höjd

och med asbestrivning.

I en studie i Kina där 68 byggarbetare intervjuades mellan 2012 och 2015, visade att flertalet jobbade utan avtal eller kopia på avtal (Zhao, 2018). Vidare framhölls det att avtalen endast gällde kortare perioder, till exempel ett antal veckor eller månader alltså i form av visstidsanställning eller behovsanställningar. De intervjuade gav också uttryck för att arbetstiderna var rörliga efter den vardagliga dygnsrytmen där man går till jobbet vid soluppgång och hem från jobbet när det blivit för mörkt för att arbeta. Enligt svaranden fanns inte heller någon form av övertidsersättning. Vad gäller avtalshanteringen svarade en intervjuperson att man var positiv till avtalsformaliteter, men att inga konkreta fördelar kunde identifieras därigenom med avseende på löner och arbetstider (Zhao, 2018).

4.1.3 Underentreprenörer

Ett ytterligare avsnitt som tas upp av Professor Zhao (2018) handlar om underentreprenörer och problematiken kring systemet. Detta stöds av den icke-statliga organisationen China Labour Bulletin (CLB) (CLB, 2018). De menar att huvudentreprenörer borde ta det huvudsakliga ansvaret genom att säkra skäligena arbetsvillkor och löner. Problemet med underentreprenörer handlar främst om att tillsynen på vilka arbetsuppgifter som utförs av vem och hur de utförs blir vag. Det är dock ett sätt för huvudentreprenören att sprida sina kostnader och risker ifall olyckor skulle inträffa. Underentreprenörer är också en strategi för byggföretag att vinna uppdrag även om de inte själva innehar personalstyrkan som krävs. Företagen kan då ta in underentreprenörer som fyller kvoten. Däremot rapporterar Byggföretagen (2020) om att kriminella företag etablerar sig på marknaden genom att utge sig som underentreprenörer. För att lösa problemen menar fackförbundet att företagskontroller måste göras tätare och granskas mer genomgående.

5 Cirkulär ekonomi

Byggbranschen står för stora mängder råvarumaterial, utsläpp och restavfall. Idag präglas sektorn av en linjär ekonomi som består av extrahera, tillverka, använda och göra sig av med. Ungefär 50 % av extraktionen av mineralresurser går till byggsektorn, som också förbrukar drygt hälften av all producerad energi (Bilal m. fl., 2020). Med tanke på att råvaror är finita material krävs det förändring i dagens arbetssätt för att säkerställa att naturens resurser som utvinns, utnyttjas fullt ut (Naturskyddsföreningen, u. å). För att göra detta, och samtidigt uppnå de globala klimatmålen, behöver branschen ställa om mot cirkulär ekonomi. Detta kan framförallt göras genom att minska förbrukningen av råvarumaterial och minimera mängden restavfall (Haas m. fl., 2015). Initiativen som förekommer idag fokuserar främst på områden relaterade till material, produkter och teknologi. Cirkulär ekonomi innefattar dock fler aspekter såsom socialt, ekonomi, design, planering med mera. Därför krävs ett mer holistiskt tankesätt för att integrera cirkularitet i byggprocessens alla skeden (Yu m. fl., 2022).

Att tillämpa cirkulär ekonomi i byggsektorn är komplicerat, eftersom industrin präglas av en lång historia av ett traditionellt arbetssätt (Munaro & Tavares, 2023). Det har gett upphov till barriärer på olika nivåer och områden hos samtliga aktörer (Antwi-Afari m. fl., 2021). Barriärerna kan, i stora drag, indelas i följande (Yu m. fl., 2022):

- Politik och lagstiftning
- Sociala och kulturella
- Finansiella
- Teknologiska

Det förekommer hinder på både makro- och mikronivå som dessutom genomsyrar varandra på olika sätt. På makronivå är barriärerna övergripande för hela sektorn. Dessa ger i sin tur upphov till nya barriärer på mikronivå i industrins olika led (Bilal m. fl., 2020). Stora aktörer påverkar också den cirkulära ekonomins utveckling genom sociopolitik och processledning. Samtliga faktorer resulterar i svårigheter att integrera cirkularitet, vilket visar att cirkulär ekonomi i byggbranschen är en stor utmaning och kan ta lång tid att åstadkomma (Walker m. fl., 2021).

För att vidareutveckla implementeringsprocessen krävs det lösningar på ledningsnivå, det vill säga lösningar som påverkar organisationer emellan och sektorn i sin helhet. Det behövs systematiska förändringar för att, bland annat, öka återbrukskapaciteten. Däremot är det lagstiftning och regelverk som engagerar industrins aktörer mest (Ababio & Lu, 2022). I och med att byggprojekt är omfattande ställs det också krav på de ingående materialen eftersom de förväntas

hålla hela projektets livslängd. Därför behöver man förvalta materialen mer omsorgsfullt när de ska cirkulera i ett kretslopp. De nuvarande kraven på material, hur de används och hur de omhändertas efter rivning behöver förändras för att ge materialen en längre livscykel (Fossilfritt Sverige, 2018).

5.1 Cirkulär ekonomi i den svenska byggsektorn

Sverige arbetar aktivt med lösningar för att nå de globala hållbarhetsmålen. Att sträva mot cirkulär ekonomi samtidigt som råvaror utnyttjas effektivt är viktiga parametrar för att nå klimatneutralitet inom byggsektorn till 2045 (Fossilfritt Sverige, 2018). I dagsläget arbetar svenska aktörer med cirkulär ekonomi i bland annat färdplanen Fossilfritt Sverige. Planen är ett initiativ från regeringen som syftar till att involvera branschen i hållbarhetslösningar (Miljödepartementet, 2020). Däribland uppmuntras byggindustrin till att arbeta mer med återvinning, bland annat genom att tillverka byggnadsdelar så att ingående material lättare kan separeras och sorteras. I strategin ingår också förbättringar kring hantering av farligt avfall och förbättra information om vilka byggprodukter- och material som ingår i en byggnad.

5.2 Cirkulär ekonomi i den kinesiska byggsektorn

I Kina har regeringen en mer avgörande roll jämfört med i Sverige, vilket gör att cirkulär ekonomi tillämpas annorlunda i Kina. 2008 stiftades en lag om cirkulär ekonomi för att hjälpa företag i landets provinser att anpassa sig (Feng & Lam, 2021). Lagen innefattar reglering kring bland annat föroreningar, koldioxidutsläpp och restavfall.

Regeringen har utsett ett antal pilotstäder (ekostäder) i landet där cirkulär ekonomi tillämpas och vars resultat utvärderas med avseende på årlig tillväxt (W. Wang m. fl., 2018). Genom statliga initiativ som detta, har utvecklingen av cirkulär ekonomi i landet ökat (Feng & Lam, 2021). Det krävs dock fortfarande fler åtgärder att tas som exempelvis storskaliga utvärderingssystem. Vidare finns det behov av mer avancerad teknik samt mer finansiering för att små och medelstora företag ska kunna ställa om till hållbar utveckling.

6 Digitalisering och tekniska innovationer

Enligt mål nio, hållbar industri, innovationer och infrastruktur, ur Agenda 2030 krävs investeringar i nya innovationer för långsiktig hållbarhet i samhället. För att uppnå målet ställs stora krav på att även branschen för AEC (architecture, engineering and construction) utvecklar lösningar för att bygga smartare och effektivare långsiktigt (Boverket, 2023b). För byggnadsprojekt som ofta är komplexa, gäller det att hitta lösningar hela vägen från projektstadiet till driftstadiet och förvaltningsstadiet. I dagsläget sker en stor satsning på digitalisering och informationsdelning för att underlätta arbetet mellan olika aktörer i byggprocessen. Digitalisering möjliggör att digitiserad information, alltså omvandlad analog information till digital information, kan bli användbar (SSE, u. å). Digitalisering menar på utvecklingen av digitala teknologier och data som skapar nya metoder för att kunna samarbeta och kommunicera effektivt. Förbättrad kommunikation kan minska mängden transporter, minska mängd åtgången material eller leda till en bättre arbetsfördelning. Effektivare resurshantering på grund av digitalisering i byggbranschen kan ge företagen en klarare bild över exempelvis utsläppstäta områden och hitta åtgärder för att förbättra dessa (Fossilfritt Sverige, 2018).

6.1 Allmänt

Syftet med att digitalisera handlar om att förbättra och effektivisera verksamheter. Enligt Digitaliseringsrådet (u. å) har Sverige en bred implementerad struktur av digitalisering och de flesta aktörer av myndigheter och företag har idag anpassat sina verksamheter till den digitala omställningen. De menar dock på att digital ledning och kompetens är något som kräver mer satsningar. Vilket är något som stöds enligt en undersökning från 2017, där 300 respondenter, däribland chefer hos byggentreprenörer, installatörer och bostadsbolag, svarade på frågor om hur digitalisering implementeras i byggbranschen. I frågan om hur utbildningsnivån inom företaget med avseende på digitalisering ser ut, svarade endast 7 % högt, där majoriteten är stora företag, och 20 % svarade mycket lågt (Svensk Byggtjänst, 2017).

Digitalisering är vidare ett brett begrepp och för att ge exempel på de tekniska innovationer som kan begrundas inom området är BIM, AI, CAD-modellering och Smarta lösningar speciellt i fokus. Nedan följer en ingående beskrivning av hur de svenska och kinesiska byggföretagen jobbar med dessa typer av innovationer.

6.2 BIM

Bygginformationsmodellering, eller BIM, är ett brett begrepp inom byggbranschen som omfattar 3D-modellering, visualisering och databaser för att tekniskt kunna samla information och dela den. BIM är sagd att öka produktiviteten, minska kostnader och risker samt att förbättra energieffektiviteten och hållbarheten.

BIM kan användas för att både projektering och design men också som ett kontinuerligt verktyg under byggskede och i drift. Kompatibiliteten gör det möjligt för olika aktörer att samverka genom att förenkla samarbete och kommunikation. Verktuget OpenBIM är ett exempel på format av BIM-användning som ökar samverkan mellan olika deltagande aktörer i ett byggprojekt så att det slutliga resultatet innehåller färre fel (Buildingsmart, u. å).

Globalt växer användandet av BIM snabbt och Skandinavien räknas som ledande på området. I en studie från 2016 har man kartlagt arbetet som förs i länder runt om i världen för att påvisa de vinster som kan uppnås med hjälp av implementerade BIM-verktyg (McAuley, 2016). Enligt en marknadsrapport i Kina, förväntas entreprenörer, där minst 30 % av arbetsgången utgörs av BIM, att växa med över 100 % i ekonomisk tillväxt.

Det återstår dock problem med BIM-användningen både i Sverige och i Kina. Som nämnt menar det svenska digitaliseringsrådet att expertisen behöver öka inom området och att den allmänna kunskapen kring digitala verktyg generellt är alltför låg. Enligt en rapport från 2017, påträffas samma problematik inom den kinesiska byggbranschen (China Briefing, 2023). De menar att BIM-teknologin är ny och att det är allt för få som besitter höga kunskapsnivåer inom ämnet. Vidare innebär detta, eftersom användningen av BIM ökar snabbt, att nivån av användningen generellt ännu är väldigt låg bland företagen som sagt sig implementera BIM. En orsak till att företag vill åta sig verktyget snabbt kan handla om att företag i Kina får extra belöningar för att använda sig av metoder som regeringen och myndigheten för stad- och landsbygdsnämnden satt upp på agendan (China Briefing, 2023). Belöningsystemet är visserligen till för att styra den industriella utvecklingen mot uppsatta mål, bland annat inom ekologisk hållbarhet, men kan skapa en felaktig verklighetsbild av hur långt gången utvecklingen faktiskt är.

6.3 Innovationer på byggarbetsplatser

AI förväntas ta allt större plats inom byggbranschen och det finns redan exempel både i Kina och Sverige på hur det implementeras. Specifikt på byggarbetsplatser arbetar bland annat SBUF, svenska byggbranschens utvecklingsfond, för att stödja nya tekniska lösningar som ökar säkerheten, logistiken och arbetsmiljön (SBUF, u. å). En jämförelse gjordes mellan två stora byggföretag från Sverige och Kina för att hitta liknande eller motsvarande tekniska lösningar på byggarbetsplatser. Data samlades in genom arbetsmodeller från NCC och China State Construction Engineering Company (fortsatt kallat CSCES) där de beskriver vilka hjälpmedel de antar sig vid byggprojekt eller avser att standardisera. Tabell 2, se nästa sida, redovisar motsvarande tekniker i respektive företag och i vilket syfte som metoderna verkar.

Tabell 2: Motsvarande innovationer över tekniska system som implementerats på byggarbetsplatser i Sverige och Kina. Metoder markerade med * är ej ännu testade eller testas i nuläget för framtida standardisering. Bindestreck menar på att ingen metod har befunnits jämlik (1).

NCC	CSCES	Beskrivning	Syfte
Safe Construction training m.fl.	Säkerhetskurser med VR	Utbildning i säkerhet innan arbete på arbetsplats utförs	Öka säkerheten och den generella arbetsmiljökompetensen
ID06	AI – incheckning med face- ID	Identifiering av arbetare på arbetsplats	Se till att endast behöriga finns på arbetsplatsen
BIP AI för VVS*	-	För att beräkna tilluft, tappvatten och rördragning	Sparar arbetstid
Pulsklocka	-	Mäter och sänder medicinska parametrar till ambulans	För att rädda liv vid olyckor
Synergiapp	-	Samlar observationer positiva som negativa kring arbetsmiljö och säkerhet	För att skapa underlag för nödvändiga insatser vid till exempel rådande tillbud
Digitala evakueringsystem och kvalitetsmätningar	-	App notifierar arbetare vid eventuella risker och olyckor på arbetsplatsen. Signaler om utrymning krävs.	För att öka säkerheten och tryggheten på arbetsplatser
Digitala logisitklösningar	-	Informationsutbyte vid ex. leveranser	Minska förseningar och förbättra flödet vid leveranser och transporter
-	Optimerad skyddshjälm*	Hjälm med inbyggd SOS-alarmknapp, FM-intercomknapp, QR-kod för information om arbetaren, chip för lokalisering	Förbättrad kontakt mellan arbetare via intercomsystem. Synkronisering och lagring av information av arbetare ute på arbetsplatsen, för att bland annat kunna schemalägga enkla-re
-	5G-system	Analyserar och hanterar olika typer av data. Verifiering av identitet och automatisk inspektion av nätverksverifiering, utrustning, klädsel	För att effektivt kunna samla in data från arbetare bland annat genom att registrera närvaro på arbetsplatsen som automatiskt ger underlag för lön
Drönare	Drönare	Samlar information om intressant område för byggnation. Volymberäkning, 3D-modeller av mark, panoramafoton etc.	För att detaljerat kunna underlätta planeringsmodeller och ge underlag för projektering. Sparar arbetstid och ger säkrare arbetsmiljö.

(1) Metoderna är hämtade från (SBUF, 2022) (SBUF, 2023), (NCC, u. å), (China, business, 2020) och (Byggföretagen, 2021)

7 Drivkrafter och barriärer i hållbart byggande

Som tidigare nämnt behöver bygg- och fastighetssektorn arbeta mer med hållbarhet. Hållbart byggande är inte hindrat av brist på innovation eller teknik, utan har framförallt att göra med branschens struktur och projektledning (Sev, 2009). Förekomsten av hållbart byggande i branschen beror också på hur väl anpassning kan ske till rådande situation samt om det finns vilja och möjlighet att kunna satsa på hållbarhetslösningar (Häkkinen & Belloni, 2011).

Det finns behov av att öka förväntningar, medvetenhet och krav hos byggherren och de som bor i eller använder byggnaden (Häkkinen & Belloni, 2011). För att lättare kunna bygga hållbart behövs samarbete utvecklas i tidiga stadier som exempelvis vid koncept, design och utformning. Metoder som möjliggör hållbarhetsarbete behöver också tillämpas på chefsnivåer i sektorn.

De nuvarande barriärerna kring hållbart byggande kan delas in i styrmekanismer, ekonomi och brist på medvetenhet (Häkkinen & Belloni, 2011). Generella svårigheter med hållbarhetsarbete grundar i sig mycket osäkerheter. Eftersom det är ett nytt arbetsområde så vet man inte om åtgärderna kommer att vara effektiva eller inte. Vad gäller tillämpning av nya tekniker finns det också ett visst motstånd eftersom det kan skapa förändringar i ett redan väletablerat arbets sätt. Förändringarna innebär en risk för företag och kan resultera i oförutsedda kostnader (Häkkinen & Belloni, 2011). I sådana situationer är det viktigaste att etablera medvetenhet hos klienten, men för att kunna göra detta krävs det att man har verktygen.

7.1 Svenska byggsektorn

I Sverige strävar flertalet organisationer mot hållbart byggande. I färdplanen Fossilfritt Sverige redovisas planerade klimatfrämjande åtgärder i olika kategorier: transport, avfall, energieffektivisering, produktion och användning av material (Fossilfritt Sverige, 2018). Samtidigt redovisar Boverket tydliga mål och krav på klimatdeklaration, men enligt yrkesverksamma har industrin en bit kvar innan man kan nå detta (Sadri m. fl., 2022). En av utmaningarna är att det förekommer många teorier kring hållbarhetsarbete i byggsektorn, men att det fortfarande saknas möjligheter och medvetenhet för att praktiskt kunna genomföra dem.

Målet är att färdplanens åtgärder ska leda aktörer till att välja produkter och processer med lägre koldioxidutsläpp. Det är, i sin tur, ett steg att komma närmare cirkulär ekonomi och minskade utsläpp i livscykelanalyserna. Indirekt och på lång sikt finns dessutom förhoppningar om att det kommer ändra arbetssättet på chefsnivå.

I Sverige är det kommuner som formar stadsutvecklingen (Boverket, 2020b). På så sätt kan de effektivt initiera och driva igenom hållbar utveckling och innovation.

Därefter ges uppdraget till fastighetsutvecklare för att verkställa kommunens idéer och som då blir ansvariga för att tolka och implementera kommunens krav (Candel m. fl., 2020). Detta är ett sätt för kommuner att styra privata aktörer mot ett mer hållbart byggande. Kommuner kan alltså säkerställa vad som byggs på mark de äger, men inte utöver det. Situationen är dessutom begränsad till förhållandena på marknaden. Olika aktörer har olika utmaningar vad gäller

hållbarhetskrav (Candel m. fl., 2020). Ofta leder kraven till högre kostnader för fastighetsutvecklare och deras projekt vilka i sin tur kan ha konsekvenser för byggtid och antal genomförda projekt.

För att branschens utveckling inte ska bli stillastående hävdas det att det är viktigt att nuvarande system ändras. Kommuner och fastighetsutvecklare behöver gemensamt komma fram till lösningar för att effektivisera hållbart byggande (Candel & Törnå, 2022). Utöver att vara drivande i hållbarhetsfrågan, så behöver kommuner också bidra med konkreta lösningar och metoder för att underlätta fastighetutvecklarnas genomförande. Det behövs bättre kommunikation mellan parter för att skapa förståelse för varandra där man har olika intressen och mål. Man behöver förbättra samarbetet, vilket kan göras genom att upprätta gemensamma mål och förtydliga angående ansvarsområden (Candel & Törnå, 2022).

I Sverige finns det tillgång till gröna lån och finansiering från bankerna i syfte att öka ambitionsnivån i sektorn hållbarhetsarbete (Möllersten & Ejlertsson, u. å). Förhoppningen är att de finansiella fördelarna också ska bidra till en mer hållbar ekonomi.

7.2 Kinesiska byggsektorn

Kinas regering har en mer beslutsfattande roll än vad Sveriges har. Styrningen öppnar upp för snabb och effektiv utveckling, men resultaten kan vara svåra att utvärdera efteråt (Zhou, 2015). Det finns också risk för minskad transparens i projekten och minskad insyn från allmänheten. Regeringen har däremot varit avgörande för uppkomsten av gröna byggnader på kort tid. I offentliga projekt har regeringen bestämt att det är obligatoriskt att alla nya projekt är gröna byggnader (Shen & Faure, 2021). Gröna projekt från privata aktörer stöttas med bidrag.

2006 startades programmet ”Green Building’s Program” som en del av ekostads-konceptet (Zhou, 2015). Programmet är ett samarbete mellan regeringen, internationella arkitekter och myndigheter. Syftet är att landets byggsektor ska kunna minska sitt koldioxidavtryck. I programmet uppförs byggnader som reducerar klimatpåverkan genom dess design, konstruktion eller användning (Shen & Faure, 2021). Inom programmet finns också ett belöningssystem som certifierar byggnader utifrån planering, energianvändning, markanvändning, vattenförbrukning, luftkvalitet inomhus samt avfallshantering (Zhou, 2015),(Zhang m. fl., 2023).

En nackdel med Green Building's Program är att dess implementering är beroende av hierarkisk struktur. Eftersom Kina är ett stort land med varierande geografi, marknad och förutsättningar finns det ibland svårigheter med att genomföra projekten (Zhou, 2015). Tillsammans med brist på medvetenhet, intresse och samverkan mellan aktörer blir effekterna av programmet därmed begränsade. Trots detta har programmet varit den största drivande faktorn mot hållbart byggande i Kina (Zhang m. fl., 2023). Genom initiativet har man lyckats öka medvetenheten kring hållbart byggande, men det behövs fortsatt utveckling i form av regleringar som fler regioner kan ta till sig av, mer transparens och bättre utvärderingsprocesser (Zhou, 2015). Det behövs också fler drivkrafter för att fastighetsutvecklare ska vilja investera i hållbarhet och för att öka kunskapen hos allmänheten. Det finns även behov av kunskapsdelande plattformar, investeringar i kapital, kompetens och teknik (Zhou, 2015).

Staten bidrar också med finansiering för att företag ska kunna ställa om mot förnybara energikällor och implementera hållbarhetsarbete (Zhang m. fl., 2023). Direkta investeringar från staten, i form av forskning och kapital, har visat sig varit den största drivkraften för att få fler aktörer att arbeta med hållbarhet (Sajjad m. fl., 2021). Trots det behöver lagar och klimatfrämjande regleringar förbättras och integreras med cirkulär ekonomi.

8 Resultat Intervjuer

I följande avsnitt presenteras resultat från genomförda intervjuer. Under respektive rubrik förekommer sammanställning av gemensamma perspektiv. Frågorna som ställdes på intervjuerna beaktade ämnen som nuvarande arbete mot hållbarhet, hållbara lösningar, digitalisering, miljöcertifieringar, finansiella bonusar, arbetsvillkor och kommunikation.

8.1 Klimatmål

Bland de svenska intervjupersonerna framgick det att samtliga arbetade med hållbarhet i olika utsträckning. Två av dessa påpekade att den svenska sektorn tenderade att ha tunnelseende. Med tunnelseende menade de att fokus och efterföljande åtgärder blev enkelspåriga och att en helhetsbild saknades. De ansåg att åtgärder och styrmedel var centrerade kring klimatpåverkan just nu, medan det för ett par år sedan handlade om energifrågor. Fyra intervjuade upplevde att Sveriges klimatmål var av operativ karaktär och riktade in sig på klimat, energi och social hållbarhet. En av dessa ansåg att klimatmålen behövde bli mer effektorienterade.

I några intervjuer (n=3) framkom det att vissa hållbarhetsaspekter fick mer utrymme än andra. Exempelvis fick åtgärder för biologisk mångfald, grönska och toxiska ämnen inte samma fokus som åtgärder för utsläpp av växthusgaser. De intervjuade menade att det saknades effektiva incitament för mindre belysta hållbarhetsområden som relativt enkelt hade gått att integrera med nuvarande hållbarhetslösningar.

Vidare nämnde en intervjuperson att kommuner baserade sina krav på gamla underlag trots att nyare teknik fanns, vilket resulterade i att kommunerna blev låsta vid gamla regler. Den intervjuade ansåg att det gav upphov till diskussioner mellan parterna.

Enligt fyra intervjuade var stora delar av hållbarhetsarbetet fortfarande i tidigt skede. De ansåg att sektorn behövde accelerera takten och fokusera mer på genomförande. Av de fyra angav två intervjuade att de trodde att hållbart byggande skulle påskyndas när nya gränsvärden och rutiner vävs in som styrmedel. En intervjuperson ansåg att lagstiftning inte kommer att göra avsevärda förändringar, utan att omställningen låg på företagsnivå.

Samtliga intervjuade i Sverige ansåg att kraven blev fler och fler, men att branschen inte höll samma förändringstakt eftersom hållbarhetslösningar inte var tillräckligt lönsamt. De tyckte däremot att sedan klimatdeklarationen implementerades hade hållbarhet fått betydligt större utrymme i projekt.

Enligt en kinesisk intervjuperson är grönt byggande ett krav i Kina. Grönt byggande inkluderade byggnadsmaterial, användande av förnybar energi samt hållbarhetsåtgärder i hela byggprocessen. Vilka lösningar som innefattades av grönt byggande framgick inte av intervjun.

8.2 Livscykelanalys

Begreppet LCA var välkänt hos både svenska och kinesiska intervjuade, men enligt kinesiska kandidater fanns inga krav på LCA-beräkning i projekten. I Sverige framgick det i en intervju att det fanns praktiska utmaningar gällande LCA-beräkningar. Intervjupersonen upplevde att det var vanligt att de som ritade byggnaden inte rutinmässigt lade in fullständig information om byggnadsmaterial och byggnadskomponenter i programmet. Eftersom olika aktörer vanligtvis inte använde samma mjukvara, och hade olika behov, blev risken stor att fullständiga data saknades, enligt kandidaten. Andra nämnda orsaker till brist på information var nya personer i varje projekt, oklarheter kring vem som ansvarade för arbetet och brist på medvetenhet. Intervjupersonen ansåg att endast en minoritet i sektorn använde digitala verktyg tillräckligt effektivt och att förändring behövde ske hos företagen.

8.3 Subventioner

I samtliga intervjuer framkom det att ekonomisk lönsamhet var den avgörande, och mest styrande, faktorn i projekt. Intervjuade var enhälliga om att styrmedel var ett effektivt sätt att leda sektorn mot ett mer hållbart byggande, men att hållbarhet inte hade lika hög prioritet som tids- och kostnadsaspekter.

Både svenska och kinesiska intervjuade (n=4) uppgav att miljöcertifieringar gav tillgång till gröna lån och ränterabatter. I två intervjuer påpekades det att även om miljöcertifieringar kunde göra projekt dyrare så hade finansiering och ökat antal kunder villiga att betala ett högre pris gjort att efterfrågan på miljöcertifieringar ökat.

8.4 Drivkrafter och barriärer i hållbart byggande

Samtliga intervjuade ansåg att ekonomisk lönsamhet var en drivkraft för hållbart byggande. Majoriteten (n=10) uppgav att lagstiftning har varit effektivt för att tvinga aktörer att arbeta mer med hållbarhet, främst ekologisk hållbarhet.

Sju av intervjupersonerna upplevde att deras egna företag behövde vara med på hållbarhetsomställningen för att förbli konkurrenskraftiga. En intervjuad menade att samtliga faktorer ovan, tillsammans med den stora uppmärksamhet som hållbarhet fått i media, resulterat i stora affärsmöjligheter i att bygga mer hållbart.

I Sverige upplevde konsulter, entreprenörer och fastighetsutvecklare att deras hållbarhetsarbete styrdes av aktörer ovanför dem. Konsulter i Sverige och Kina kände att de sällan kunde arbeta med hållbara lösningar om beställaren inte efterfrågade det. Kinesiska respondenter uppgav också att hållbarhetskrav från beställare sällan förekom. En kinesisk kandidat diskuterade också att ett problem med hållbart byggande var att design och arkitektur inte hade utvecklats lika mycket som konstruktionsrelaterade yrkesgrupper.

Flertalet kandidater (n=5) såg utmaningar med att arbeta med hållbarhet när priset avgjorde. De ansåg därför att hållbarhetskrav till stor del låg på beställarens ansvar. Deras intryck var att hållbarhetslösningar blev tydligare när kraven kom från beställaren. I dessa fall kunde hållbarhet integreras i projektet i tidigt skede, vilket ökade benägenheten till att övriga aktörer implementerade hållbarhetslösningar.

En annan barriär som lyftes av två kandidater var kapacitetsbristen i den svenska byggbranschen och påtalade problem med att man tvingades prioritera mellan hållbarhetsåtgärder idag. En av respondenterna diskuterade risker kring att vissa aspekter föll i skuggan av andra, vilket inte var gynnsamt eftersom många hållbarhetslösningar hjälpte till att uppfylla varandra. Enligt personen behövde nuvarande hållbarhetskrav bli mer övergripande för att ge företagen mer utrymme och kreativitet till att uppfylla dem.

Några respondenter (n=3) nämnde att entreprenörer vanligen hade större utmaningar i att implementera hållbarhet vid projektering jämfört med andra aktörer. Givna anledningar var att entreprenörer hade det yttersta ansvaret vad gällde uppfyllandet krav, stå till svars för eventuella leveransproblem och oförutsedda kostnader med mera. I sådana fall fick ofta tid och kostnad prioriteras över hållbarhet.

8.5 Medvetenhet

Ur samtliga intervjuer med svenska företag framkom det att det förelåg oenighet kring hur stor roll hållbarhetsfrågan hade i projekt. Enligt dessa hade medvetenheten ökat drastiskt de senaste åren, men det fanns fortfarande anställda inom företagen som tyckte att hållbarhet inte skulle integreras med viktiga projektaspekter som materialval och kostnad. Samtidigt tyckte flertalet respondenter (n=8) att branschen behövde bli mer resurseffektiv gällande hållbarhetsarbete och -frågor.

Angående inställning och medvetenhet ansåg majoriteten av de intervjuade (n=8) att ett skifte pågick, men att det inte hade slagit igenom hela vägen. Av intervjupersonerna som arbetade med hållbarhetsfrågor uppgav alla utom en (n=5) att det fanns ett motstånd på företaget kring hållbart byggande. De negativt inställda ansåg att det var onödigt arbete och ville hellre fokusera

på produktion, tid och ekonomi enligt det traditionella arbetssättet. I en av intervjuerna nämndes det att det krävdes oerhört mycket tid och resurser för att bygga enligt miljöcertifiering. Detta resulterade i att olika led behövde förändras, exempelvis inköp, sortering ute på bygget, insatta konsulter och att personal behövde utbildas.

8.5.1 Medvetenhet i den svenska byggsektorn

Intervjuerna visade att hållbarhet var en aktuell fråga för hela byggbranschen, men att det fanns en spridning i hur mycket varje företag arbetade med det. Det framkom att det fanns både proaktiva och reaktiva fastighetsutvecklare och entreprenörer, medan konsultföretag generellt arbetade proaktivt. De ansåg också att beställare ofta var mer medvetna än entreprenörer, men att det varierade.

Majoriteten av respondenterna (n=11) diskuterade också att beroende på typ av beställare så varierade typen av hållbarhetskrav efter beställarens egna intressen. Samtliga intervjuade entreprenörer ansåg också att nuvarande krav var för vida och abstrakta, och det saknades konkreta besked från beställare av vad som faktiskt önskades. Flertalet intervjuade (n=5) påpekade också att det är viktigt att olika yrkesgrupper förstod varandra och att man behövde lyckas etablera ett tätt samarbete.

Vidare framkom det från ett konsultföretag att det fanns naivitet hos vissa aktörer gällande miljöcertifieringar och okunskap kring att de är svåra att uppnå. Respondenten upplevde att kunden ofta ställde hårda klimatkrav, men åtgärdernas svårighetsgrad insågs för sent i byggprocessen. Åtgärderna för att uppfylla miljöcertifiering blev då en kostnadsfråga, vilket drabbade andra aspekter i projektet.

8.6 Återbruk

Enligt åtta svenska kandidater ville deras arbetsgivare arbeta mer med återbruk, men att det var för utmanande att arbeta med i dagsläget. Samtliga intervjuade ansåg att det saknades underlättande lagstiftning som exempelvis tydlig information om vem som ansvarade för vad. Två kandidater påpekade också att det ofta inte fanns tillräcklig information om gamla byggnadskomponenter och material. En respondent uppgav också att det just nu var mindre lönsamt att bygga med gamla byggnadsdelar jämfört med nyproduktion. Det förklarades att även om materialkostnaderna minskade uppstod det extra kostnader kring ansvarstagande, garantier, ledder, transporter med mera.

Två intervjuade ansåg dessutom att det fanns för få rutiner om att underhålla befintliga byggnader. De påpekade att lagstiftning, certifieringssystem, forskning

och krav ofta innefattade endast nyproduktion. Respondenterna ansåg att renoveringsprojekt var lika viktigt som nyproduktion och önskade samma typ av satsningar på detta.

Det framkom att arbetsgivarna hos fem svenska respondenter var engagerade i innovation kring byggnadsmaterial. Intresset grundades på forskning och kunskap om att nytt material, återbruk och cirkularitet kunde ge stora reduktioner i företagets egna klimatpåverkan.

8.7 Social hållbarhet

Utöver klimatmål i form av Agenda 2030 så måste företag dessutom applicera åtgärder i det vardagliga arbetet. Intervjuade berättade att företagen fick krav från byggherren och behövde anpassa sig till berörda myndigheter. Det gällde att vidare ställa tydliga krav på underentreprenörer, avdelningar och arbetare som leder mot gemensamt mål. Ofta kunde informationen försvinna eller vara otydligt i byggbranschens hierarki. Vissa av företagen jobbade med detta genom miljöronder som kontrollerade att tidigareställda krav följs i produktion.

Ett par svenska respondenter (n=2) ansåg att social hållbarhet inte fick lika mycket uppmärksamhet som ekologisk hållbarhet. De upplevde också att sociala frågor var breda, men saknade tydliga definitioner. Deras slutsats var att social hållbarhet var mer svårtolkat än ekologisk hållbarhet. I en intervju diskuterades också att den sociala hållbarheten för slutkunden ofta saknades eftersom det inte fanns lagkrav på att integrera användarna och omgivande miljö i projektets mål.

Vidare nämnde en kandidat att bland annat transport och material behöver få större utrymme i de befintliga lösningarna kring resurseffektivitet och cirkularitet. Personen ansåg också att resurseffektivitet borde innefatta hur slutkunden använder byggnaden.

Enligt en kinesisk respondent hade arbetsvillkor och arbetsmiljö förbättrats markant under de senaste åren även om det ännu finns rum för förbättring. En anledning till att arbetsvillkoren förbättrats sades handla om att myndigheterna i Kina har tagit en allt större roll i att kontrollera att företagen i branschen följer alla regler och lagar. Respondenten menade vidare på att byggarbetare numera, generellt sett, var bra betalda med cirka 300 rmb/dag vilket i svenska kronor motsvarar cirka 456 kr/dag. Dock tillades att utbildningsnivån fortfarande var låg bland byggnadsarbetare generellt även om yngre arbetare idag oftast har en gymnasieexamen. Utbildningsnivån var i stort sett högre hos arbetsledare och inom projektledningsgrupper.

Vidare menade den intervjuade att företag arbetade hårt för att jobba med säkerheten under byggprojekt, speciellt eftersom regeringen reglerade arbetsförhållningen med hjälp av statliga myndigheter som kontrollerade att reglerna och

stadgarna efterföljs. De företag som misskötte sig riskerade böter eller indragen licens, vilket enligt respondenten resulterade i att byggtreprenaderna alltid gjorde sitt yttersta för att upprätthålla säkerheten på byggena.

En respondent var noga med att framhålla punkten om att säkerheten alltid gick först på kinesiska byggarbetsplatser. Säkerheten menade han gick även före tidsplanen i ett projekt, fastän tidsplanerna ofta var korta och hade små marginaler för fördröjningar. Att företagen lyckades hålla sina tidsramar berodde, enligt respondenten, att arbetarna ofta hade hög tolerans och att de jobbade hårt och satte jobbet i första hand.

8.8 Digitalisering

De svenska respondenterna (n=4) ansåg att med hjälp av BIM fick de tydligare kommunikation vad det gällde utförande, resurser och tidsschema av projekten. Det var dessutom lättare att dokumentera arbetet och få statistik på användning av resurser och utsläpp på projekten, vilket tydligt kunde visa områden som kunde behöva förbättras.

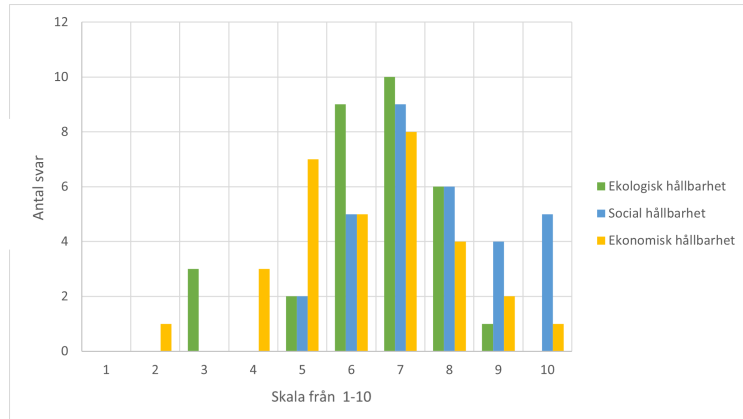
Inom den kinesiska bygg- och fastighetssektorn fanns stora framsteg med hjälp av digitalisering. Enligt kinesiska respondenter hade digitaliseringen möjliggjort standardiserade tekniska lösningar i de allra flesta byggföretagen och entreprenaderna på marknaden. De menade vidare på att man speciellt användde sig av BIM för att effektivisera arbetsgången inom projektering och mellan olika aktörer. De kinesiska respondenterna beskrev användningen av BIM som ett krav för samtliga företag i branschen även om användningen kanske varierade i omfattning och nivå. Företag som implementerade gröna innovationer i företaget gynnades också av belöningssystemet i Kina. Belöningarna var av ekonomisk typ och kunde innebära att företaget fick betala mindre för, till exempel, sin energiförbrukning.

9 Resultat Enkät

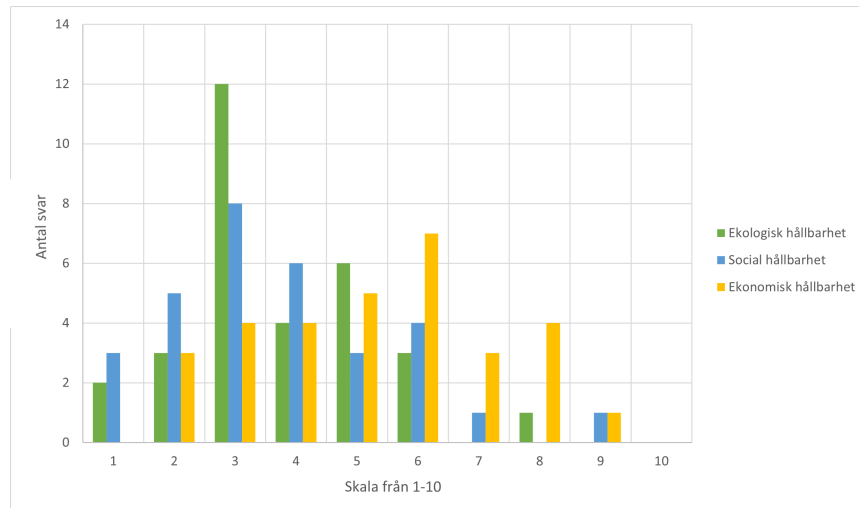
I följande avsnitt redovisas resultat från genomförd enkät som spreds med hjälp av sociala medier (LinkedIn) och kontakter i branschen. Syftet var att undersöka uppfattningen om den hållbara utvecklingen i respektive land ur det sociala, ekologiska och ekonomiska perspektivet. Enkäten riktades i synnerhet mot studenter och yrkesverksamma i sektorn. Totalt inkom 31 svar där var och en angav sin nuvarande status inom samhällsbyggnadssektorn. Därefter ställdes frågor om hur den tillfrågade uppfattade hur långt vardera land har kommit gällande hållbar utveckling från en skala från 1-10, där 1=inte långt alls och 10=mycket långt. Resultatet presenteras i stapeldiagrammen nedan

Från figurerna 8 och 9 framgår det att respondenterna anser att Sverige arbetar

med den ekologiska- och sociala aspekten betydligt mer jämfört med i Kina, däremot bedöms den ekonomiska aspekten ungefär likvärdig.

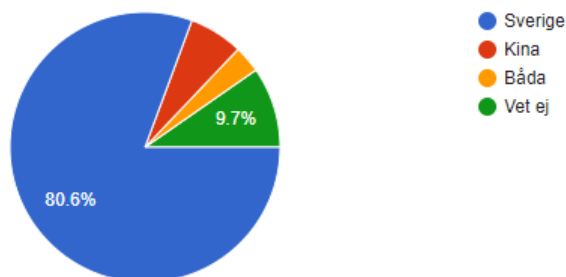


Figur 8: Uppfattning från branschverksamma om hur långt Sverige kommit med avseende på hållbar utveckling

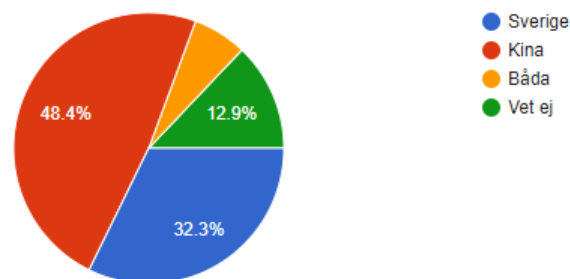


Figur 9: Uppfattning från branschverksamma om hur långt Kina kommit med avseende på hållbar utveckling

Ur figur 10 framgår det att respondenterna anser att Sverige uppfattas leda hållbarhetsutvecklingen om 1 år då 80,6 % av antalet svar riktades mot Sverige medan 6,5 % riktades mot Kina. Långsiktigt, det vill säga om 10 år, anser respondenterna däremot att Kina kommer ha kommit längre i sitt hållbara arbete i jämförelse med Sverige. Den procentuella svarsfördelningen framgår av figur 11.



Figur 10: Uppfattning från branschverksamma om ledning inom hållbarhetsutveckling 1 år.



Figur 11: Uppfattning från branschverksamma om ledning inom hållbarhetsutveckling 10 år.

10 Diskussion

I följande avsnitt kommer den litterära studien, intervjuer och enkät att diskuteras utifrån deras rimlighet och genomförbarhet. Slutligen diskuteras felkällor i rapporten.

10.1 Ekologisk hållbarhet

Avsnittet tekniker och byggnadsmaterial undersöktes ur en mer detaljerad nivå i de litterära studierna än i intervjuerna. Intervjuerna fokuserade inte på numerisk information, utan fokuserade på det generella hållbarhetsarbetet.

10.1.1 Klimatmål

För att byggbranschen i Sverige ska nå klimatmålen inför etapp 2030, 2040 och 2045 krävs samarbete mellan branschverksamma aktörer, myndigheter och staten. Globala och nationella klimatmål, svenska strategiska färdplaner och politiska handlingsplaner verkar, enligt intervjuade, idag endast som riktlinjer. Det är istället upp till företagen själva att tolka klimatmålen och anpassa sitt arbete för att reducera sin klimatpåverkan. Genom intervjuerna framkom det också att det saknades konkreta lagar och riktlinjer kring skyldigheten att beakta klimatet, miljön och människors hälsa vid upphandling av projekt. De menade också att det saknas förslag på hur branschverksamma strategiskt kan gå tillväga för att uppnå klimatneutralitet, vilket ställer stora krav på att byggföretagen själva tar ansvar för området. Bristen på tydlig vägledning kan därför tolkas som ett hinder i hållbarhetsomställningen.

Kina är det största bidragande landet till de globala utsläppen på grund av sin industrialisering. Enligt tidigare forskning är implementering av koldioxidskatt ett effektivt verktyg för att möta miljöproblemen. Detta tillvägagångssätt leder till förbättring av miljö kvalitet, samtidigt som det säkerställer en rimlig och balanserad energimarknad. Koldioxidskatten kan dessutom ge positiva konsekvenser för ekonomin då den främjar innovation och utveckling av teknologier för att minska utsläppen. Koldioxidskatt anses, enligt tidigare studier, vara ett effektivt styrmedel eftersom det påverkar företags agerande. Däremot kan skatten innebära ökade kostnader för företag som är beroende av fossila bränslen. I sin tur påverkar det företagets konkurrenskraft och kan leda till högre priser för konsumenter. Verkyget kan också ha negativa sociala följder genom att påverka vissa arbetsuppgifter inom vissa branscher som är beroende av fossila bränslen.

Tidigare forskning och intervjuade menar att Kina planerar att investera i gröna byggnader och främja hållbar arkitektur genom att använda material från rivna byggnader i syfte att åtgärda klimatförändringarna. Gröna byggnader är ett steg mot rätt riktning, men det tillkommer utmaningar. En stor utmaning, vilket

intervjuerna visade, är bristande efterfrågan och de höga produktionskostnaderna som krävs för gröna byggnader. Även om dessa byggnader leder till lägre energiförbrukning och underhållskostnader på lång sikt är de initiala kostnaderna betydligt högre än traditionella byggnader. Därför saknas intresse från allmänheten och involverade aktörer. En ytterligare utmaning, som intervjuade menade på, är brist på lämplig kunskap. Idag uppfyller exempelvis enbart 48 % av gröna byggnader minimikraven. Detta visar att det krävs rätt utbildning och kompetens för att gröna byggnader ska anses optimalt för att minska klimatpåverkan. Det krävs därför ytterligare forskning om framtida gröna byggnader samt granskning av de befintliga för att kunna uppnå klimatmålen.

Det framgår av genomförda studier och intervjupersoner att den kinesiska sektorn förknippar ekologiskt hållbarhetsarbete med omställning mot förnybar energi. Kina har lagt mycket resurser på reformer, forskning och utveckling relaterade till energiproduktion och användning. Även om åtgärder har gjorts gällande cementindustrin har landet gjort, och planerar stora, satsningar på att öka andelen förnybara energikällor. I Sverige associeras ekologisk hållbarhet däremot med koldioxidutsläpp i projektens olika stadier och innovativa byggnadsmaterial, något som både landets klimatmål och intervjupersoner intygar om. En del av forskningen i den svenska sektorn riktar också in sig på nya tekniker och material i syfte att ersätta material med höga koldioxidutsläpp.

Sammantaget verkar Kina och Sverige ha olika syn på vad som är ekologisk hållbarhet för respektive land, vilket resulterat i att olika strategier och tillvägagångssätt etablerats. Med detta som bakgrund, tillsammans med ländernas olika förutsättningar geografiskt, populationsmässigt, politiskt och ekonomiskt, kan man diskutera om det är rättvist att jämföra länderna med varandra. Det går också att ifrågasätta om jämförelsen ger en realistisk bild av ländernas hållbarhetsarbete, speciellt med tanke på att andra sektorer med stora klimatavtryck, som transport och energi, inte har beaktats lika utförligt.

10.1.2 LCA

Flertalet litterära studier konstaterar att om LCA tillämpas i tidigt skede vid projektering kan man miljöpåverkan reduceras. De intervjuade påtalar också att LCA-beräkning bidrar till att identifiera områden med stor miljöpåverkan. På så sätt är LCA ett effektivt hjälpmedel för aktörer att kontrollera och påverka sitt klimatavtryck. Tidigare studier visar att kommuner har möjlighet till att ställa krav på LCA-beräkningar vid planering av byggprojekt och främja hållbarhet. Däremot är inte LCA fullt effektivt än på grund av dess tidskrävande och omfattande process. För den kinesiska byggsektorn är LCA-beräkning ett effektivt verktyg för att utvärdera och minska klimatpåverkan från byggnader i Kina, då landets stora andel av energiförbrukning kommer från byggbranschen. Kina kan främja en mer en hållbar sektor genom att nyttja LCA-beräkning för att begränsa klimatpåverkan från byggnader i olika klimatzoner.

10.1.3 Tekniker

Tidigare forskning har visat på att mängden av schaktade massor minskar med 92% och maskintimmar med 75% vilket i sin tur minskar utsläppen vid användning av slip-lining. För att minimera utsläppen inom schaktning bör denna metod standardiseras eller göras resurssnål med subventioner. I dagens läge finns det dock svårigheter med att implementera denna typen av metod eftersom den inte är tillräckligt uppmärksammas. De positiva effekterna som kan uppnås med slip-lining innebär dock att tekniken är mycket mer effektiv än i jämförelse med traditionell schaktning. Metoden kan ge goda resultat vid användning på större skala i takt med att städer växer.

Nämnda övergångar till mer miljövänlig produktion, ur tidigare forskning, har ingen negativ påverkan på asfaltens kvalitet. Förändringar som Skanska bedriver kommer att ge stora positiva effekter på den svenska miljöpåverkan inom byggindustrin om dessa standardiseras och efterlevs av andra företag. Dessa förändringar skapar rum för konkurrens med klimatvänligare produkter. Konkurrensen kommer möjligen att leda till mer satsningar på tekniken och förhoppningsvis resultera i relevanta lösningar för utsläppen. Med avseende på de mängder asfalt som finns på vägar världen runt är det mer än nödvändigt att återanvända materialet för att minska dess tillverkningen som ger upphov till utsläppen. All slitage på grund av trafik underlättar inte heller för dess livslängd och leder till uppreparande underhåll, i sin tur mer material förbrukas.

Tillgången till godtyckliga lagringsplatser för CCS på både land och till havs ger Kina och Sverige goda möjligheter till satsning på tekniken, som har visat i tidigare forskning. Mängden infångad koldioxid på 1,8 miljoner ton per år och 10,7 miljoner ton koldioxid på 15 år i Sverige respektive Kina, är en lovande startpunkt för vidare utveckling av denna teknik. För att denna ska kunna träda fram krävs det en hög finansiering som sätter tekniken i drift. Denna finansiering kan komma från företagen själva då dessa behöver minska utsläpp kraftigt för att inte betala höga summor i koldioxidskatt. Ur intervjuerna ansågs staten kunna bidra med subventioner som kan driva eller starta användningen av CCS. Tidigare forskning visar att detta är en lovande teknik som kommer vara betydande för minskning av utsläppen. Den tidigare forskning har också visat att efterfrågan på bostäder ökar i takt med populationen och med det produktion av byggnadsmaterial. Utöver att ändra byggnadsmaterialens beståndsdelar, vilket kan ha effekter på dess egenskaper, så kan CCS vara en lösning till att minska klimatpåverkan. Detta innebär dock inte att satsningarna på att minska utsläppen i tillverkningsprocessen ska avta. CCS kan därför ses som ett lovande verktyg för minskning av utsläppen, samtidigt som företag ska minska sina utsläpp och inte anse att de kan släppa ut i samma eller högre takt då CCS ändå fångar upp det.

Den genomförda forskningen visade att på grund av politiska situationen i Kina så är tillgången av specifik information om deras tillvägsätt vid byggprocessen begränsad. På de största byggföretagens webbsidor i Kina dominerar information

kring investeringsmöjligheter, exempelvis hos China Communications construction company men också hos det största företaget CSCEC. Vilket kan tolkas som att investering är något som de kinesiska företagen är mer intresserade av. Detta behöver inte stämma, då återigen tillgång till information om deras byggprocess är begränsad. Exempel på information som lyckades att undersökas är den tidigare beskrivna digitaliseringen och användning av prefabricerade betongelement. Baserat på forskning i arbetet kan det konstateras att den kinesiska byggprocessen inte avviker allt för mycket från den svenska.

10.1.4 Återbruk

Under rapportens genomförande hittades inga vetenskapliga artiklar om hur Kina beaktar återbruk. Detta kan betraktas som en återspeglning av efterfrågan på återbruk inom branschen. De litterära studierna menar på att den svenska byggbranschen är medveten om att man behöver arbeta mer med återvinning och återbruk. Med tanke på att sektorn ställer om till cirkulär ekonomi, där resurseffektivitet utgör en viktig del, är det motiverat att återbruk bör tillämpas mer frekvent. Tidigare forskning och intervjuer påtalar att återbruk skulle kunna ha stor positiv inverkan på klimatet. I många fall gynnar återbruk också ekonomisk och social hållbarhet. Dock visar tidigare forskning att kostnader och transport minskar, medan flertalet intervjuer uppger det motsatta. Detta innebär att det behövs mer kunskap kring hur återbruk praktiskt ska kunna genomföras.

10.1.5 Byggnadsmaterial

Tidigare forskning visar att det finns både enkla och avancerade lösningar att tillgå för att minska klimatpåverkan när det kommer till byggnadsmaterial. Forskning bedrivs för att kunna ta fram hållbara alternativ till de allra vanligaste byggnadsmaterialen i form av att helt ersätta eller genom att delvis ersätta miljöfarliga ämnen.

Forskningen har visat att cementindustrin i Sverige arbetar med att ersätta och komplettera den nuvarande tillverkningsprocessen med material av liknande egenskaper med lägre utsläpp. Material används både till att spåda ut cementklinker vid produktion eller som alternativa bränslen vid förbränningsprocessen. Lera kan användas som ersättning av cementklinker i upp till 30% medan pressrester från solrosodlingar kan ersätta 15% av kol vid förbränning. Intervjuerna visade att den kritiska punkten vid sådana åtgärder är påverkan på materialets egenskaper som hållfasthet. Oftast leder detta till en lägre hållfasthet, samtidigt som det leder till mindre material använt och mindre utsläpp. Under intervjuer ifrågasattes just kraven på hållfasthet. Vid en mer noggrann dimensionering går det att komma ned i hållfasthetskrav på materialet. Forskningen möjliggör för att cement, som ofta används för grundläggning, med en alternativ komposition kan vara en passande lösning.

De genomförda studierna visade på att länderna kan gynnas av att hämta inspiration från varandras cementtillverkning. Enligt den tidigare forskningen kan Kina genomföra en effektiv omställning i deras cementindustrin. Sverige skulle kunna minska sina utsläpp per ton tillverkat material med hjälp av Kinas cementrecept och tillverkningsprocess. Samtidigt kan länderna komma fram till ett bearbetat recept som ger upphov till ännu lägre utsläpp som resultat av Kinas tillverkningsprocess och Sveriges användning av alternativa material.

Forskningen visade att stålets utsläpp motsvarar 11% av de totala utsläppen i Sverige. SSAB planerar att genom elektrifiering, omställning till biobaserade bränslen som biogas och vätgas, samt användning av biokol och vätgas i tillverkningsprocessen att nå fossilfritt stål senast år 2045. Det är svårt att ersätta stålet med ett alternativt material. Åtgärder i form av alternativa bränslen och elektrifiering anses följa tidigare forskningens ramar, däremot måste deras lönsamhet att undersökas. Vid elektrifiering av processen krävs det att den energin kommer från fossilfria källor, ifall denna skulle komma från exempelvis kolkraftverk skulle omställningen vara meningslös. Tillverkningsprocessen av stål kräver mycket energi, vilket är ytterligare en faktor att förberedda fabriker för vid storskalig produktion.

10.2 Social hållbarhet

De litterära studierna och intervjuerna menade på att den sociala hållbarheten inom byggbranschen är något som behöver arbetas aktivt med. Arbetsplatserna kan innebära risk för arbetsskador där till exempel miljöfarliga ämnen eller riskfyllda praktiska situationer såsom arbete på hög höjd eller arbete bland tunga fordon.

Studier inom jämställdhet i den kinesiska byggbranschen har varit svåra att hitta. Flera undersökningar har gjorts under åren för att kartlägga jämställdheten på arbetsmarknaden, men specifikt mot byggbranschen finns mycket lite dokumentation att komma över. Detta medför att beskrivningen av de sociala villkoren i Kinas byggbransch är ofullständig.

Något som helt skiljde sig mellan olika studier var synen på hur väl Kinas regering och myndigheter värdesätter säkerhet och arbetsstyrka. Enligt kinesiska respondenter finns det ett etablerat motverkande system i Kina mot olyckor och brister i arbetsvillkor som ger mycket goda resultat. Zhao Wei (2018) från den kinesiska icke-statliga organisationen CLB menade man dock på att det finns en lång väg att gå innan arbetssituationerna kan anses skäliga. Orsaken till de skilda uppfattningarna kan vara flera. Först och främst kan tidsaspekten vara en påverkande faktor då studien av Zhao Wei till exempel i stora drag genomfördes mellan 2012 och 2015. Detta innebär att väsentliga förändringar kan ha skett under de senaste åren inom branschen. En andra orsak kan tänkas grunda sig i syftet med intervjuades syn. De undersökningar som framgår av

litteraturstudierna i Kina kan grunda sig i att främst framhålla problematik, som fortfarande finns i branschen, för att snabba på utvecklingen kring arbetsvillkor inom branschen. Möjligtvis finns det en medveten eller icke-medveten vilja till att sprida ett gott anseende av arbetet i Kinas byggbransch. De litteraturstudier som gjorts med avseende på Sveriges situation kan resoneras kring på samma sätt. Det finns dock en större mängd information att tillgå kring arbetsvillkoren inom Sveriges byggbransch, vilket i sin helhet kan bidra till en mer rättvis bild av läget.

Varför dokumentationen framställs som låg från Kinas håll kan bero på två orsaker. Den första anledningen kan vara att man, från Sverige, inte kommer åt lika mycket data över den kinesiska marknaden. Den andra orsaken, som baseras på tidigare forskning, handlar om att den höga toleransen i Kina eventuellt ger uttryck för få klagomål och få dokumenterade olycksfall i förhållande till verkligheten. Från både intervjun med kinesisk respondent och från litteraturstudierna gavs intrycket att arbetsförhållandena är långt mycket bättre än i andra branscher. Detta tillsammans med risken för att inte bli anställd för ett nästa projekt om man skulle sätta sig emot arbetsförhållandena på ens arbetsplats skulle kunna bidra till att arbetare inte lyfter frågor om säkerhet och skäliga arbetsvillkor.

10.3 Cirkulär ekonomi

Från tidigare forskning och intervjuade erhålls bilden av att Sverige och Kina har kommit olika långt vad gäller lösningar och implementeringen av cirkulär ekonomi i byggsektorn. I Sverige innefattar arbetet med cirkulär ekonomi flertalet aspekter så som förnybar energi, minska förekomst av toxiska ämnen, samarbete inom organisationen och återvinning. Det finns också ambition att vidareutveckla exempelvis återanvändning och reducera mängden restavfall. Detta visar att den svenska sektorns hållbarhetsåtgärder huvudsakligen handlar om resurseffektivitet, vilket svenska intervjupersoner också nämnt. Resurseffektiviteten, i sin tur, knyter an till klimatpåverkan eller social hållbarhet inom branschen, vilket antyder att den ekonomiska hållbarheten i den svenska sektorn är integrerad med de andra hållbarhetsaspekterna.

Utifrån de litterära studierna prioriterar Kinas byggbransch den ekonomiska tillväxten mest utav de tre hållbarhetsaspekterna. Där har produktionshastighet, kostnadsfrågor och omställning till förnybar energi störst fokus. Områden som innovativa tekniker och material, samarbete, restavfall och återvinning har det inte satsats lika mycket på. Detta blir tydligt eftersom det har funnits svårigheter i att hitta artiklar kring återvinning och restavfall. En liknande uppfattning fås genom intervjuerna eftersom cirkulär ekonomi inte benämns av personerna. Kinas femårsplan nämner att landet ska arbeta mer med cirkulär ekonomi, men av artiklar och intervjupersoners svar att döma så har begreppet inte tillämpats tillräckligt inom sektorn än. Den nationella forskningen kring cirkulär ekonomi lyfter ofta fram hinder med att integrera cirkularitet i sektorn och en avsaknad av

effektiva utvärderingsrutiner är en återkommande slutsats. Därav är tillämpningen av begreppet i tidigt stadiet och det finns behov av förbättringsarbete. Med tanke på de redan existerande utmaningarna och de regionala skillnaderna som Kina arbetar med kommer det ta lång tid att implementera cirkulär ekonomi. Kinas stora yta och population gör att det troligtvis kommer att dröja tills man kan skapa en gemensam bild i sektorn av vad cirkulär ekonomi innebär.

Ur litteraturinsamlingen framgår det att vardera land har sina utmaningar med att tillämpa cirkularitet i hela kedjan. Gemensamt för både Sverige och Kina är att det finns en otillräcklig medvetenhet kring cirkulär ekonomi i byggindustrin. Intervjuerna gav en bild av att medvetenheten i båda länder varierar mycket mellan företag, men även mellan yrkesgrupper. I Kina fanns medvetenhet hos främst konsultföretag, huvudsakligen kring energieffektiv design. Medvetenheten hos övriga kinesiska aktörer är låg, även om det finns styrmedel kring hållbarhet. Utifrån studier och intervjuer har Sverige kommit längre än Kina sett till medvetenhet och förslag på åtgärder inom begreppets olika områden. Däremot uppger forskning och intervjuer att medvetenheten i den svenska sektorn inte är tillräckligt utbredd.

För att cirkulär ekonomi ska kunna etableras på ett bra sätt behövs, enligt litteratur och intervjuer, systematisk förändring på chefsnivå utöver de operativa lösningarna. De uppger också att det behövs fler underlättande verktyg. Samma antydning finns också i intervjuerna, där flertalet respondenter påpekar detta som en potentiell lösning till nuvarande utmaningar. Hur detta ska ske kan dock vara komplicerat, enligt vetenskapliga studier. Både forskning och intervjuer anser att det finns behov av att kunna applicera lösningar effektivt och göra begreppet mer lönsamt. Eftersom både den svenska och kinesiska byggbranschen har långt kvar i tillämpningen av cirkulär ekonomi kommer flertalet lagar och krav på både regional och nationell nivå behövas i framtiden.

10.4 Digitalisering och tekniska innovationer

Tidigare forskning och intervjuer visade på att digitaliseringen har blivit allt vanligare inom både den svenska och kinesiska byggbranschen där olika typer av verktyg, främst i syfte av informationsdelning, tagit plats. Medvetenhet och olika kunskapsnivåer har dock visats vara ett kvarstående problem vad gäller att standardisera tekniker i branschen, såväl i Sverige som i Kina. Enligt intervjuade motiveras kinesiska företag att använda sig av effektivare lösningar, för att uppnå ett mer hållbart byggande, genom att få ekonomiska fördelar. Det är därför svårt att säga om digitala verktyg används ingående i företagen som säger sig tillämpa dem för effektivisering i arbetet eller för att erhålla ekonomisk bonus.

Tabell 2 under avsnitt 6.3, redovisar exempel på innovationer som kan implementeras på byggarbetsplatser för att öka effektivitet och säkerhet. Informationen

kräver en djupare analys och bör inte ses som fullständig utan snarare som exempel på tekniska implementerade innovationer i dagsläget som effektiviserar och förenklar arbetet på byggarbetsplatser. Vidare bör det tas i beaktning att information om definitiva tekniska lösningar på kinesiska arbetsplatser är något svåråtkomlig. Detta innebär att vissa andra hjälpmedel än de som beskrivits i tabell 2 kanske används, eller att metoderna varierar i användning med projekt som bedrivs. Fortsättningsvis är det Kinas största företag och ett av Sveriges största företag som gett uttryck för användning av verktygen vilket kan betyda att andra företag inte kommit lika långt med deras implementationer av tekniska innovationer i branschen. Ur en intervju sägs den kinesiska regeringen vara mycket positiva till utvecklingen av digitala verktyg, däribland BIM, och att CSCES:s verktyg möjligtvis kan fungera som ett riktmärke för andra företag.

10.5 Drivkrafter och barriärer i hållbart byggande

Ur tidigare forskning anses oklarheter råda vad gäller ansvar, tillvägagångssätt och effektivitet för drivkrafter och barriärer i byggsektorn. Forskningen visar, som tidigare nämnt, att många krav är för abstrakta och inte behandlar hur processer faktiskt ska genomföras tillräckligt tydligt. Man kan också diskutera hurvida åtgärderna är till för att tvinga aktörer ställa om enligt regeringens tycke eller om styrmedlen faktiskt ger byggbranschen utrymme att utvecklas utan statlig påverkan. Nuvarande lagstiftning och krav har också varit effektivt eftersom det har tvingat aktörer att börja arbeta med hållbarhet. Exempelvis nämner flertalet respondenter i Sverige att klimatdeklarationen ökat hållbarhetsarbetet inom företaget. Fördelen med krav som är tolkningsbara är att det främjar kreativa lösningar och arbetssätt hos olika företag. Av intervjuer framgår det att fastighetsutvecklare, entreprenörer och konsulter alla arbetar med de globala hållbarhetsmålen, men att tillvägagångssättet skiljer sig åt. Liksom med alla former av förändringsarbete behöver dock framtida styrmedel och krav utvecklas och förbättras i takt med att branschen ställer om. Eftersom respondenter upplever att vissa regler inte är moderna och tillämpningsbara på alla finns det därför behov av att se över sättet man tar fram hållbarhetslösningar på idag. Det är viktigt att utvärdera och ta hänsyn till vad åtgärderna har resulterat i, både det som gett önskat utfall och det som inte fungerat bra. Vem det är som anser att något fungerat bra eller mindre bra behöver också vägas in. I och med att studier och intervjuer påpekar att det saknas en förståelse mellan parter kan det finnas ett behov av att ta fram lösningar gemensamt. För att ge byggbranschen de bästa förutsättningarna att implementera hållbarhet behövs en ökad förståelse mellan regering och sektor, men också inom sektorn aktörer.

Enligt forskningsstudier och intervjuer verkar drivkrafter mot hållbarhet i Kina komma på initiativ av regeringen. En brist på ekonomisk lönsamhet och medvetenhet inom byggbranschen gör att man idag är restriktiv med hållbarhetsarbete. Av denna anledning skulle regeringen kunna driva igenom styrmedel som både ger ökad lönsamhet samt ger företaget mer utrymme för att själva ta fram

hållbarhetslösningar. Ett sätt att tillämpa och utvärdera sådana åtgärder skulle kunna vara att integrera dem i landets ekostadsprojekt. Med tanke på landets storlek och ekonomiska kapacitet skulle de också kunna utse fler städer med sådana projekt. Detta hade kunnat motivera sektorn till att själva vilja bygga mer hållbart. Detta arbetssätt hade liknat det svenska tillvägagångssättet där många styrmedel är breda och ger utrymme till tolkning. Enligt intervjuade har styrmedlen i Sverige emellertid blivit ett hinder i och med dess ottydlighet. Alltså hade den svenska byggsektorn också gynnats av fler styrmedel som beaktar ekonomisk hållbarhet, i form av lönsamhet, mer.

En annan utmaning i Kina är att man behöver öka kunskapen kring hållbarhet drastiskt hos branschverksamma såväl som hos allmänheten. En anledning till att situationen ser ut som den gör idag kan bero på landets förutsättningar och tillväxtmål. Dessa aspekter har dock inte behandlats mer ingående i denna rapport.

För att driva på hållbarhetsarbetet krävs tydligare krav förenat med bättre ekonomisk lönsamhet. Givet att både tidigare forskning och intervjuer visat att projekt framförallt är ekonomiskt styrda är det av stor vikt att framtida hållbarhetslösningar integreras med finansiell motivation. Kraven behöver också förtydligas med avseende på genomförande och underlättande på sektorn. Kraven kan vara av belönande eller bestraffande karaktär som exempelvis förbud eller tillverkningskrav på material som genererar höga växthusgasutsläpp.

10.6 Enkät

Undersökningen indikerar att uppfattningen är att Sverige har kommit ganska långt i ekologisk, social och ekonomiskt hållbarhet. Eftersom endast svenska branschverksamma besvarat enkäten förväntades resultatet vara nyanserat och det kan diskuteras om resultaten speglar den kinesiska sektorn korrekt. Det var därför förväntat att Sveriges hållbarhetsarbete skulle skattas högre än Kinas. Något som också var förväntat var att Kina skulle ligga längre fram än Sverige hållbarhetsmässigt om 10 år. Således bekräftar den svenska byggsektorn det som också återfunnits i forskning - att Kina har bättre förutsättningar än Sverige att driva igenom hållbarhetslösningar. Slutligen hade resultaten kunnat vara mer pålitliga om kinesiska branschverksamma hade tillfrågats och om man hade analyserat svaren statistiskt. Enkätens resultat bör därför beaktas med försiktighet.

Undersökningen visade på att den kinesiska hållbarhetsarbetet inte kommit långt i ekologiska- och sociala hållbarhet, men kommit längre i den ekonomiska hållbarheten. Denna uppfattning stämmer ganska väl överens med den tidigare forskningens resultat. Det visade sig att kinesiska företag lyfter information kring sina investeringsmöjligheter på hemsidorna, hellre än att visa hur de jobbar med, till exempel, ekologisk hållbarhet.

10.7 Felkällor

En svaghet i rapporten, som påverkar utfallet, är att det inte är en jämn fördelning av intervjupersoner från Sverige och Kina (nio respektive tre). Detta kan ge en orealistisk bild av den kinesiska byggsektorn eftersom hållbarhetsarbetet i Kina, utöver artiklarna, har baserats på endast tre intervjupersoner. Resultaten och de slutsatser som kan dras från detta blir därför begränsade och färgade av ett fåtal individers åsikter. Om fler personer hade kunnat intervjuas från kinesiska företag hade man kunnat dra en mer generell slutsats som varit mer tillämpningsbar för hela sektorn. Anledningen till det låga antalet intervjupersoner från Kina grundade sig i ett lågt antal gensvar från kinesiska företag vid arbetets start. Med detta som bakgrund kan man ifrågasätta om rapportens jämförelse är tillräckligt verklighetsbaserad. Det hade också varit fördelaktigt om det totala antalet intervjupersoner hade varit större. Det fanns dock inte tidsmässigt utrymme eftersom rapportens arbete endast sträckte sig från februari till maj. Om mer tid hade kunnat läggas ner hade ännu mer information kunnat insamlats för att få en bild som återspeglar sektorerna så realistiskt som möjligt.

En annan nackdel är att olika författare intervjuade de branschverksamma. Eftersom intervjuerna var semi-strukturerade, kunde det innebära att olika följdfrågor uppstod vid intervjuerna och att olika frågor diskuterades olika ingående. I framtida liknande jämförelser kan det vara bättre att följa ett manus eller att exkludera möjligheten till följdfrågor. Detta sätter dock krav på att man är mer eftertänksam vid formulering av frågorna för att kunna samla in så mycket som möjligt. Det kan i sin tur resultera i att värdefull information uteblir.

Ytterligare felkällor som har försvårat jämförelsen är skillnaden i transparens mellan ländernas redovisning av hållbarhetsåtgärder. Tillgången på information om den kinesiska sektorn var också begränsad. När det gäller svenska klimatmål, styrmedel och krav fanns mycket information att tillgå. Det stod också mer utförligt och konkret kring åtgärder och lösningar hos svenska myndigheter jämfört med de kinesiska. De mål som nämns i Kinas femårsplan var breda med utrymme för tolkning. Detta kan vara positivt, eftersom det ger organisationer och företag kreativitet att nå målen på sina egna sätt, men också negativt då alltför abstrakta åtgärder kan försvåra det praktiska genomförandet.

Slutligen hade rapportens avgränsningar också kunnat vara mer begränsande för att bilda ett tydligare arbetsområde. En alternativ avgränsning skulle exempelvis kunna vara en jämförelse över cementindustrin i både länderna. En sådan avgränsning skulle kunna leda till ett mer precist resultat och samtidigt ge arbetet en tydligare riktning och arbetsbelastning i gruppen. Under rapportens gång visade det sig också att energiproduktionen var en mer betydande faktor för arbetet än vad som ansågs i dess startskede. För att visa dess betydelse i byggsektorn hade detta kunnat tagits med i studien i en högre utsträckning.

11 Slutsats

Byggsektorn i Sverige och Kina strävar mot hållbarhetsarbete på olika nivåer. Sverige planerar att nå klimatneutralitet år 2045, medan Kina planerar för 2060. Trots ländernas olika förutsättningar och kapacitet så finns det likheter i ländernas hållbarhetsstrategier. Länderna har en likartad syn på användning av subventioner, certifieringar, ekonomiska fördelar och CCS-teknik. I båda länderna formulerar regeringen lagar och krav för att styra branschen mot en mer hållbar utveckling. Dessa är dock inte tillräckligt tillämpningsbara för hela byggsektorn. En gemensam framtagning av krav mellan regeringen och företagen skulle kunna vara mer gynnsamt för hållbarhetsarbetet. Liknande brist på kommunikation återfinns i branschens struktur, från byggherren till de enskilda arbetarna.

I Sverige genomförs mycket av forskningen med reduktion av koldioxidutsläpp som mål, medan forskningen i Kina främst fokuserar på förbättringar inom energiproduktion. Inom materialproduktion satsar Sverige på nya byggnadsmaterial, medan Kina riktar in sig på en nationell effektivisering av tillverkningen. Detta återspeglas i byggandet där Sverige bygger mindre storskaligt, men långsiktigt och Kina bygger effektivt, men kortsiktigt. Sammantaget visar detta att den ekonomiska aspekten är mer avgörande i den kinesiska byggsektorn jämfört med den svenska. Som ett resultat får hållbarhetsåtgärder lägre prioritet i kinesiska byggprocessen än i den svenska byggprocessen.

Kina har hög ekonomisk kapacitet att genomföra en nationell omställning mot en mer hållbar byggsektor, och kan med det agera som förebild för andra länder för att ytterligare driva hållbarhetsarbetet. Faktorerna som bromsar denna omställning är landets mål, intressen, regionala skillnader samt kommunikationsbrister mellan företag, organisationer och myndigheter. I Sverige är tillgången till information om byggsektorn mer lättillgänglig i jämförelse med Kina. Kommunikationen mellan aktörer i Sverige underlättas med hjälp av samarbete och gemensamma hållbarhetsmål. Däremot behöver den ömsesidiga förståelsen inom sektorn och mellan sektorn och myndigheter förbättras. Vidare har länderna olika verktyg och strategier för att kunna arbeta mer effektivt med hållbarhet, men det som de har gemensamt är att det behövs mer motiverande drivkrafter för att nå hållbarhetsmålen. Områden som både Sverige och Kina behöver förbättra är säkerhet, kunskap och struktur på arbetsplatser, informationsdelning i hierarkin, medvetenhet kring hållbarhet och standardisering i branschen.

Hållbarhetsarbetet är en ständigt pågående process och rapporten visar att mycket arbete kvarstår. Byggbranschen involverar en rad olika parter som behöver samverka för att kunna ta sig an de utmaningar den står inför. Med denna rapport kan man konstatera att omställningen mot hållbart byggande kommer ta tid och att det finns ett stort behov av framtida forskning samt förändring, för att skapa hållbara städer och samhällen.

12 Bilagor

Bilaga 1

Klimat:

1. Hur arbetar ni med dagens klimatproblem som orsakas av byggsektorn och ert byggande?
2. Vilka förebyggande åtgärder föreslår/ arbetar ni med?
3. Planer på gröna byggnader?
4. Hur och vart vill ni helst implementera solpaneler? Är det i städer eller solfarmor?
5. Finns det någon miljöpåverkan vid produktion av solpaneler, är den signifikant?
6. Förutom att ni levererar miljövänliga lösningar, beaktar ni hållbarhet i utförandet av arbetet? På vilket sätt i så fall?
7. Tillämpar ni LCA? Hur ser den ut? Hade du velat ändra något?
8. Upplever ni några hinder med att nå de mål ni vill? Press eller krav från myndigheter?
9. Har ni underleverantörer? Av vad för sorts varor/tjänster? Ställer ni för krav på dem gällande hållbarhet? Om ja, vad för krav?
10. Skiljer ni er från konkurrenter vad gäller hållbarhet?
11. Hur ser era miljömål ut? Klimatneutrala? Hur planerar ni att uppnå detta?
12. Hur ser ni på er roll att påverka andra företag/aktörer mot ett mer hållbart arbete, samverkar ni och utbyter information med dessa?
13. Hur mäter ni eventuella effekter av ert miljöarbete? Utsläppta ekvivalenter, minskat avfall etc?
14. Har du/ni erfarenhet svårigheter i att implementera miljöarbete i företaget? Isf, vilka?

Ekonomi:

1. Stöd/bidrag från den kinesiska staten för fossilfri energi?
2. I vilket syfte anlitas ni av andra företag? Vad är deras mål eller plan?
3. Vad för typ av tjänst efterfrågas från era kunder? Vilken är mest populär? Vilken typ av förnybar energikälla är mest efterfrågad?
4. Vad uppfattar ni vara de främsta motiven till att företag köper era tjänster?
5. Uppfattar ni att företag köper era tjänster för att kompensera för deras övriga verksamhet eller för att nå hållbarhetsmål? Hur styrs era kunder av politiska regleringar och/eller interna mål?
6. Hur ser planeringen av en projektering ut? Vad har ni för prioriteringar, map ex hastighet, kostnad, hållbarhet etc?

Sedan en tid tillbaka (2021) subventioneras inte längre nya solenergistationer eller landbaserade vindprojekt.

7. Har subventionerna varit kritiska för er verksamhet? Hur tror du utvecklingen av energimarknaden sett ut utan dem? Finns det subventionstyper som varit särskilt betydelsefulla för er? Vad ser du för konsekvenser av att subventionerna tagits bort?

Socialt:

1. Vilka arbetsvillkor utgår ert företag ifrån?
2. Hur ser den sociala prioriteringen hos er?
3. Arbetar ni med personlig utveckling samt kunskapshöjning hos era anställda? Hur ser medvetenheten ut kring arbetet med miljöfrågor i företaget?
4. Hur prioriteras den psykiska hälsan?
5. Görs specifika riskbedömningar inför projekt?

Referenser

- Ababio, B. K., & Lu, W. (2022). Barriers and enablers of circular economy in construction: a multi-system perspective towards the development of a practical framework. *Construction Management and Economics*, 41(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/01446193.2022.2135750>
- Akinade, O., Oyedele, L., Oyedele, A., Davila Delgado, J. M., Bilal, M., Akanbi, L., Ajayi, A., & Owolabi, H. (2020). Design for deconstruction using a circular economy approach: barriers and strategies for improvement [Publisher: Taylor & Francis _eprint: <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1695006>]. *Production Planning & Control*, 31(10), 829–840. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1695006>
- Andrew, R. M. (2019). Global CO2 emissions from cement production, 1928–2018 [Publisher: Copernicus GmbH]. *Earth System Science Data*, 11(4), 1675–1710. <https://doi.org/10.5194/essd-11-1675-2019>
- Antwi-Afari, P., Ng, S. T., & Hossain, U. (2021). A review of the circularity gap in the construction industry through scientometric analysis | Elsevier Enhanced Reader. *Journal of Cleaner Production*, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126870>
- Arvidsson, E., & Malmström, H. (2016). *Myten om machokulturen i byggbranschen* (tekn. rapport). <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:968691/FULLTEXT01.pdf>
- Asfaltskolan. (2023). Asfaltteknik. Hämtad 22 mars 2023, från <https://asfaltskolan.se/asfaltteknik/>
- Bertino, G., Kisser, J., Zeilinger, J., Langergraber, G., Fischer, T., & Österreicher, D. (2021). Fundamentals of Building Deconstruction as a Circular Economy Strategy for the Reuse of Construction Materials [Number: 3 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute]. *Applied Sciences*, 11(3), 939. <https://doi.org/10.3390/app11030939>
- Bilal, M., Khan, K. I. A., Thaheem, M. J., & Nasir, A. R. (2020). Current state and barriers to the circular economy in the building sector: Towards a mitigation framework. *Journal of Cleaner Production*, 276, 123250. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123250>
- Boverket. (2016). Miljö- och klimatanpassade byggregler.
- Boverket. (2019). Miljöcertifieringssystem och LCA. Hämtad 3 april 2023, från <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/miljocertifieringssystem-och-lca/>
- Boverket. (2020a). LCA i byggprocessen. Hämtad 27 mars 2023, från <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/lca-i-byggprocessen/>
- Boverket. (2020b). Kommunalt planmonopol. Hämtad 25 april 2023, från <https://www.boverket.se/sv/kommunernas-bostadsforsorjning/kommunens-verktyg/kommunalt-planmonopol/>
- Boverket. (2021). Klimatdeklaration av byggnader. Hämtad 7 april 2023, från <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/>

- Boverket. (2022). En byggnads liv. Hämtad 28 april 2023, från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/pbl-akademien/pbl-webbutbildningar/en-byggnads-liv/>
- Boverket. (2023a). Boverket. Hämtad 5 april 2023, från <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/>
- Boverket. (2023b). Digitalisering av samhällsbyggnadsprocessen. Hämtad 4 maj 2023, från <https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/digitalisering/>
- Boverket & Naturvårdsverket. (2019). Klimatscenarier för bygg- och fastighetssektorn. <https://www.naturvardsverket.se/4a566a/contentassets/8897c1c6a8a44c6e8461443625909c86/klimatscenarier-for-bygg-och-fastighetssektorn.pdf>
- Brege, S., Nord, T., & Stehn, L. (2017). *Industriellt byggande i trä - nuläge och prognos mot 2025*. Linköping University Electronic Press. Hämtad 2 maj 2023, från <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-142414>
- Buildingsmart. (u. å). openBIM. Hämtad 28 mars 2023, från <https://www.buildingsmart.org/about/openbim/>
- Byggföretagen. (2020). Sund konkurrens i byggbranschen.
- Byggföretagen. (2021). Digitala evakeringssystem och kvalitetsmätningar. Hämtad 5 april 2023, från <https://byggforetagen.se/digitalisering-i-byggbranschen/brinja/>
- Byggnads. (2023). Byggnads avtalskrav för Byggavtalet. Hämtad 3 april 2023, från <https://www.byggnads.se/aktuellt/2023/byggnads-avtalskrav-for-byggavtalet/>
- C40 cities & CABEE. (2022). *C40 China Clean Construction Programme Launch Event* (tekn. rapport).
- Candel, M., Karrbom Gustavsson, T., & Eriksson, P.-E. (2020). Front-end value co-creation in housing development projects. *Construction Management and Economics*, 39(3), 245–260. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1851037>
- Candel, M., & Törnå, N. (2022). Housing developers' perceived barriers to implementing municipal sustainability requirements in Swedish sustainability-profiled districts. *Journal of Housing and the Built Environment*, 37(4), 1693–1721. <https://doi.org/10.1007/s10901-021-09923-z>
- Cao, Y., Xu, C., Kamaruzzaman, S. N., & Aziz, N. M. (2022). Sustainability | Free Full-Text | A Systematic Review of Green Building Development in China: Advantages, Challenges and Future Directions. Hämtad 6 april 2023, från <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/19/12293>
- Carroll, A. B. (1991). The pyramid of corporate social responsibility: Toward the moral management of organizational stakeholders. *Business Horizons*, 34(4), 39–48. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(91\)90005-G](https://doi.org/10.1016/0007-6813(91)90005-G)
- China Briefing. (2023). China's Social Credit System: What Businesses Need to Know. Hämtad 19 april 2023, från <https://www.china-briefing.com/news/chinas-social-credit-system-how-it-works/>

- China, business. (2020). CSCEC builds first 5G intelligent construction site in China - China.org.cn. Hämtad 5 april 2023, från http://www.china.org.cn/business/2020-06/02/content_76118574.htm
- CLB. (2018). China's most dangerous industry is getting more dangerous | China Labour Bulletin. Hämtad 3 april 2023, från <https://clb.org.hk/content/china%E2%80%99s-most-dangerous-industry-getting-more-dangerous>
- CSR Sweden. (u. å). Vad är CSR. Hämtad 18 april 2023, från <https://www.csrsweden.se/vad-ar-csr>
- Digitaliseringsrådet. (u. å). Sveriges digitalisering - Digitaliseringsrådet. Hämtad 28 mars 2023, från <https://digitaliseringsradet.se/sveriges-digitalisering/>
- Dou, Y., Xue, X., Wang, Y., Luo, X., & Shang, S. (2019). New media data-driven measurement for the development level of prefabricated construction in China. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118353. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118353>
- Drax. (u. å). Capture the opportunity to purchase high-integrity, permanent Carbon Dioxide Removals. Hämtad 15 mars 2023, från <https://www.drax.com/us/us-beccs-by-drax/>
- Eckelman, M. J., Brown, C., Troup, L. N., Wang, L., Webster, M. D., & Hajjar, J. F. (2018). Life cycle energy. *Building and Environment*, 143, 421–430. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.07.017>
- Ekobyggguiden. (u. å). Byggmaterial. Hämtad 19 april 2023, från <https://www.ekobyggguiden.se/byggmaterial>
- Elshaboury, N., Al-Sakkaf, A., Mohammed Abdelkader, E., & Alfalah, G. (2022). Construction and Demolition Waste Management Research: A Science Mapping Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4496. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084496>
- Energimyndigheten. (2021). 10 Strategier för klimatresistens. <https://www.energimyndigheten.se/4992c5/globalassets/klimat--miljo/lore/10-strategier-for-klimatresistens---gis-vagledning-for-energieffektiviserande-mikroklimatsmodifiering.pdf>
- Erlandsson, M., Malmqvist, T., Jelse, K., & Larsson, M. (2018). Livscykelanalyser baserade miljökrav för byggnadsverk. *IVL Svenska Miljöinstitutet*, (2253). <https://www.ivl.se/download/18.694ca0617a1de98f47347c/1628416219868/FULLTEXT01.pdf>
- Europakommissionen. (u. å). Corporate social responsibility & Responsible business conduct. Hämtad 3 april 2023, från https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/corporate-social-responsibility-responsible-business-conduct_en
- Fahlén, E., & Sidenmark, J. (2017). *Fotot på rapportens framsida visar en balk* (©Sten Jansin/NCC). (tekn. rapport).
- Feng, K. (, & Lam, C.-Y. ((2021). An Overview of Circular Economy in China: How the Current Challenges Shape the Plans for the Future. *The Chinese Economy*, 54(5), 355–371. <https://doi.org/10.1080/10971475.2021.1875156>

- Feng Jiayun. (2022). Building a green future in China. Hämtad 7 april 2023, från <https://thechinaproject.com/2022/02/22/building-a-green-future-in-china/>
- Fossilfritt Sverige. (2018). Färdplan för fossilfri konkurrenskraft Bygg- och anläggningssektorn. https://fossilfritt Sverige.se/wp-content/uploads/2021/10/Fardplan_for_fossilfri_bygg_och_anlaggningssektor_20181228-1.pdf
- Fossilfritt Sverige & Återvinningsindustrierna. (2020). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft: Återvinningsindustrin* (tekn. rapport).
- Gao, Y., Xu, J., Yang, S., Tang, X., Zhou, Q., Ge, J., Xu, T., & Levinson, R. (2014). Cool roofs in China: Policy review, building simulations, and proof-of-concept experiments. *Energy Policy*, *74*, 190–214. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.05.036>
- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Heinz, M. (2015). How Circular is the Global Economy?: An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005 [eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jiec.12244>]. *Journal of Industrial Ecology*, *19*(5), 765–777. <https://doi.org/10.1111/jiec.12244>
- Häkkinen, T., & Belloni, K. (2011). Barriers and drivers for sustainable building. *Building Research & Information*, *39*(3), 239–255. <https://doi.org/10.1080/09613218.2011.561948>
- Hao, J., & He, F. (2022). Corporate social responsibility (CSR) performance and green innovation: Evidence from China. *Finance Research Letters*, *48*, 102889. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102889>
- Heidelberg Materials. (u. å-a). Cementproduktion. Hämtad 28 mars 2023, från <https://www.cement.heidelbergmaterials.se/sv/cementproduktion-steg-f%C3%B6r-steg>
- Heidelberg Materials. (u. å-b). Internationellt team testar klimatförbättrat cement i Estland. Hämtad 28 mars 2023, från <https://www.cement.heidelbergmaterials.se/sv/internationellt-team-testar-klimatforbatttrat-cement-i-estland>
- Heidelberg Materials. (u. å-c). Slite CCS. Hämtad 18 april 2023, från <https://www.cement.heidelbergmaterials.se/sv/slite-ccs>
- Heidelberg Materials. (2021). Restprodukt från solrosolja nytt bränsle i cementtillverkningen. Hämtad 28 mars 2023, från <https://www.cement.heidelbergmaterials.se/sv/restprodukt-fran-solrosolja-nytt-bransle-i-cementtillverkningen>
- International Energy Agency. (2016). The potential for carbon capture and storage in China - News. Hämtad 19 mars 2023, från <https://www.iea.org/news/the-potential-for-carbon-capture-and-storage-in-china>
- IVA och Sveriges byggindustrier. (2014). <https://www.iva.se/globalassets/rapporter/ett-energieffektivt-samhalle/201406-iva-energieffektivisering-rapport9-i1.pdf>
- Jasinski, J. (2022). Cementa AB försök för klimatneutralitet.

- Jin, R., Li, B., Zhou, T., Wanatowski, D., & Piroozfar, P. (2017). An empirical study of perceptions towards construction and demolition waste recycling and reuse in China. *Resources, Conservation and Recycling*, *126*, 86–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.034>
- Johansson, A., & Pettersson, O. (2019). *Kunskapen och inställningen till användning av trä som stommaterial: Den geografiska spridningen i Sverige* (tekn. rapport). Malmö universitet/Teknik och samhälle. Hämtad 2 maj 2023, från <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:mau:diva-20097>
- Kallmén, S. (2022). En undersökning av miljömässig hållbarhet. Kemikalieinspektionen. (2015). Rapport 8/15: Hälsoskadliga kemiska ämnen i byggprodukter – förslag till nationella regler. Hämtad 25 april 2023, från <https://www.kemi.se/publikationer/rapporter/2015/rapport-8-15-halsoskadliga-kemiska-amnen-i-byggprodukter---forslag-till-nationella-regler>
- Krouthén, C. (2017). Asfaltåtervinning och masshantering – hur kan klimatpåverkan reduceras? https://stud.epsilon.slu.se/10340/1/krouthen_c_170629.pdf
- Lee, B. X. Y., Ponraj, M., Widyasamratri, H., & Wang, J. (2021). Green Building Practices on Waste Minimization in China Construction Industry. *Industrial and Domestic Waste Management*, *2021*(1), 12–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.53623/idwm.v1i1.36>
- Li, J., Ji, J., Zuo, J., & Tan, Y. (2023). Is Policy the Necessary or Sufficient Driving Force of Construction and Demolition Waste Recycling Industry Development? Experience from China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(6), 4936. <https://doi.org/10.3390/ijerph20064936>
- Lu, W., Du, L., & Feng, Y. (2022). Decision making behaviours and management mechanisms for construction and demolition waste recycling based on public–private partnership. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(54), 82078–82097. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21221-x>
- Lundström, K., Odén, K., & Rankka, W. (2015). Schakta Säkert. https://www.sgi.se/globalassets/publikationer/ovrigt/pdf/schakta_sakert_2015.pdf
- Martin Erlandsson. (2018). Olika byggsystem av betong och trä där mix av material inklusive stål ger klimat fördelar. Hämtad 19 april 2023, från <https://www.ivl.se/publikationer/publikationer/olika-byggsystem-av-betong-och-tra-dar-mix-av-material-inklusive-stal-ger-klimatfordelar.html>
- Marzouk, M., & Elmaraghy, A. (2021). Design for Deconstruction Using Integrated Lean Principles and BIM Approach [Number: 14 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute]. *Sustainability*, *13*(14), 7856. <https://doi.org/10.3390/su13147856>
- McAuley, B. (2016). BICP Global BIM Study [Publisher: Technological University Dublin]. <https://doi.org/10.21427/5PMN-8S59>
- Miliute-Plepiene, J., Bolinius, D. J., Unsbo, H., Emilsson, E., Loh Lindholm, C., Berglund, R., & IVL Svenska Miljöinstitutet. (2022). Byggåterbruksguiden. Hämtad 28 april 2023, från <https://www.avfallsverige.se/rapporter->

- utveckling/rapporter/2022-01-byggaterbruksguiden-bedomning-av-mojlighet-till-ateranvandning-av-byggvaror-med-hansyn-till-innehall-av-kemiska-amnen/
- Miljödepartementet. (2020). *Cirkulär ekonomi - strategi för omställningen i Sverige* (tekn. rapport).
- Mingye, L. (2017). Evolution of Chinese Ghost Cities. <https://journals.openedition.org/chinaperspectives/7209>
- Möllersten, K., & Ejlertsson, A. (u. å). Perspektiv på gröna finansieringskriterier som drivkraft för hållbarhet i byggsektorn.
- Munaro, M. R., & Tavares, S. F. (2023). A review on barriers, drivers, and stakeholders towards the circular economy: The construction sector perspective. *Cleaner and Responsible Consumption*, 8, 100107. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2023.100107>
- Naturskyddsföreningen. (u. å). Vad menas med cirkulär ekonomi? Hämtad 28 mars 2023, från <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/vad-menas-med-cirkular-ekonomi/>
- Naturskyddsföreningen. (2022). CCS – infångning och lagring av koldioxid. Hämtad 13 mars 2023, från <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/ccs-infangning-och-lagring-av-koldioxid/>
- Naturskyddsföreningen. (2023). Cement, klimat och miljö. Hämtad 5 april 2023, från <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/cement-klimat-och-miljo/>
- Naturvårdsverket. (u. å-a). Bygg- och rivningsavfall. Hämtad 28 april 2023, från <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/avfallslag/bygg--och-rivningsavfall/>
- Naturvårdsverket. (u. å-b). Globala utsläpp av växthusgaser. Hämtad 5 april 2023, från <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/det-globala-klimatarbetet/globala-utslapp-av-vaxthusgaser/>
- Naturvårdsverket. (u. å-c). Klimatet och bygg- och fastighetssektorn. Hämtad 7 april 2023, från <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-bygg--och-fastighetssektorn/>
- Naturvårdsverket. (2023). Sveriges utsläpp och upptag av växthusgaser. Hämtad 6 mars 2023, från <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/>
- NCC. (u. å). Drönare. Hämtad 5 april 2023, från <https://www.ncc.se/vart-erbjudande/kunderbjudande/digitalt-byggande/dronare/>
- NCC. (2015). VA Huvudvattenledning, Karlstad. Hämtad 6 mars 2023, från <https://www.ncc.se/vara-projekt/huvudvattenledning-karlstad/>
- Nie, Z. (2013). Development and application of life cycle assessment in China over the last decade. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(8), 1435–1439. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0591-3>
- Pei, L., Schalbart, P., & Peupartier, B. (2022). Life cycle assessment of a residential building in China accounting for spatial and temporal variations of electricity production. *Journal of Building Engineering*, 52, 104461. <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.104461>

- Projektledning. (2022). Byggprocessen: Dess moment, aktörer, faser och tillvägagångssätt. Hämtad 5 april 2023, från <https://projektledning.se/byggprocessen/>
- Qu, M., Pelkonen, P., Tahvanainen, L., Arevalo, J., & Gritten, D. (2012). Experts' assessment of the development of wood framed houses in China. *Journal of Cleaner Production*, *31*, 100–105. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.03.002>
- Ramboll. (u. å). varfor-bygga-i-tra. Hämtad 28 april 2023, från <https://c.ramboll.com/sv-se/varfor-bygga-i-tra>
- Regeringskansliet, R. o. (2020). Agenda 2030 | Mål 13 | Bekämpa klimatförändringarna [Publisher: Regeringen och Regeringskansliet]. Hämtad 28 april 2023, från <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/agenda-2030-mal-13-bekampa-klimatforandringarna/>
- Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2020). CO and Greenhouse Gas Emissions. *Our World in Data*. Hämtad 6 mars 2023, från <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>
- Roos, A., Woxblom, A.-C., & McCluskey, D. (2009). Arkitekters och byggenjörers inställning till trä i byggande. *Fakta. Skog*, (2009:8). Hämtad 2 maj 2023, från <https://res.slu.se/id/publ/29921>
- Sadri, H., Pourbagheri, P., & Yitmen, I. (2022). Towards the implications of Boverket's climate declaration act for sustainability indices in the Swedish construction industry | Elsevier Enhanced Reader. Hämtad 31 mars 2023, från <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132321008428>
- Sajjad, M., Anfeng, H., Qureshi, A. H., & Yonghua, L. (2021). Identification and evaluation of barriers and drivers to sustainable construction in China. *2021 Third International Sustainability and Resilience Conference: Climate Change*, 316–321. <https://doi.org/10.1109/IEEECONF53624.2021.9668070>
- SBUF. (u. å). Fokusområden. Hämtad 9 maj 2023, från <https://www.sbuf.se/teman-trender/fokusomraden>
- SBUF. (2022). BIP AI för VVS i tidiga skeden effektiviserar utformning av system. Hämtad 5 april 2023, från <https://www.sbuf.se/projektresultat/artikel?id=3c549109-ba41-4da9-ba92-9bb1fef26bdc>
- SBUF. (2023). Modulariserad bygglogistik ger flexibilitet i flödet. Hämtad 5 april 2023, från <https://www.sbuf.se/projektresultat/artikel?id=38e50558-b0c2-4101-8b3d-c962a674f70f>
- Sev, A. (2009). How can the construction industry contribute to sustainable development? A conceptual framework. *Sustainable Development*, *17*(3), 161–173. <https://doi.org/10.1002/sd.373>
- Shen, Y., & Faure, M. (2021). Green building in China. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, *21*(2), 183–199. <https://doi.org/10.1007/s10784-020-09495-3>
- Shi, Q., Ren, H., Cai, W., & Gao, J. (2019). How to set the proper level of carbon tax in the context of Chinese construction sector? A CGE analysis.

- Journal of Cleaner Production*, 240, 117955. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117955>
- Sinopec. (2022). China Launches First 10-million-ton CCUS Project to Probe into Decarbonization Solutions for Industrial Enterprises in East China | China Sinopec. Hämtad 20 mars 2023, från http://www.sinopecgroup.com/group/en/Sinopecnews/20221111/news_20221111_526132618903.shtml
- Skanska. (2023). Klimatneutral asfalt. Hämtad 27 mars 2023, från <https://www.skanska.se/om-skanska/press/nyheter/vagen-ar-utstakad-mot-klimatneutral-asfalt/>
- SSE. (u. å). <https://main.exedsse.se/vad-betyder/digitisering-digitalisering-och-digital-transformation>
- Statistiska centralbyrån. (2015). Statistikskolan: Urbanisering – från land till stad. Hämtad 28 april 2023, från <https://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2015/Urbanisering--fran-land-till-stad/>
- Stoppamachokulturen. (u. å). Projektet | Stoppa machokulturen. Hämtad 3 april 2023, från <https://stoppamachokulturen.nu/projektet/>
- Svensk Byggtjänst. (2017). Digitaliseringsundersökning. https://info.byggtjanst.se/rs/626-CSV-637/images/d5_digitaliseringsundersokning.pdf
- Svensk Byggtjänst. (2022). Hållbara material ska öka med EU-satsning. Hämtad 19 april 2023, från <https://byggkoll.byggtjanst.se/artiklar/2022/juli/hallbara-material-ska-oka-med-eu-satsning/?type=WebArticle>
- Svenska Institutet för Standarder. (2021). Standard - Sustainability in buildings and civil engineering works - Design for disassembly and adaptability - Principles, requirements and guidance (ISO 20887:2020, IDT) SS-ISO 20887:2021 - Swedish Institute for Standards, SIS. Hämtad 8 maj 2023, från <https://www.sis.se/en/produkter/construction-materials-and-building/buildings/general/ss-iso-208872021/>
- Svenskt Trä. (u. å). Bygg klimatsmart. Hämtad 4 maj 2023, från <https://www.svenskttra.se/bygg-med-tra/byggande/varfor-tra/bygg-klimatsmart/>
- Svenskt trä. (2018). Kina vill öka industrialiseringen av landets träbyggande | Svenskt Trä. Hämtad 2 maj 2023, från <https://via.tt.se/pressmeddelande/kina-vill-oka-industrialiseringen-av-landets-trabyggande?publisherId=2241425&releaseId=3243936>
- The Department of Social Development & The Ministry of Technology and Science of China. (2010). Carbon Capture, Utilization and Storage. <http://toronto.china-consulate.gov.cn/keji/201010/P020210828492011553690.pdf>
- Trafikverket. (2021). Livscykelanalys i byggprocessen [Last Modified: 2021-02-18 11:36:19 Publisher: trafikverket@trafikverket.se]. Hämtad 7 april 2023, från <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/arbetsatt-och-metoder-for-miljo-i-vag--och-jarnvagsprojekt/livscykelanalys-i-anlaggningsprojekt/lca-i-byggprocessen/>

- UNDP. (u. å). Globala målen – Läs om Globala målen – 17 mål för hållbar utveckling. Hämtad 18 april 2023, från <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/>
- UNFCCC. (u. å). The Paris Agreement | UNFCCC. Hämtad 24 april 2023, från <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- United Nations Development Programme. (2021). *China's 14th five-year plan. Spotlighting climate and environment* (tekn. rapport).
- Upphandlingsmyndigheten. (2022). Slutsatser av riskbedömning: byggarbetare. Hämtad 3 april 2023, från <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/om-hallbar-upphandling/socialt-hallbar-upphandling/arbetsrattsliga-villkor/arbetsrattsliga-villkor-enligt-kollektivavtal/publicerade-riskbedomningar/riskbedomning-byggarbetare/>
- Walker, A. M., Opferkuch, K., Lindgreen, E. R., Simboli, A., Vermeulen, W. J. V., & Raggi, A. (2021). Assessing the social sustainability of circular economy practices: Industry perspectives from Italy and the Netherlands. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 831–844. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.030>
- Wang, R., Wang, M., Zhang, Z., Hu, T., Xing, J., He, Z., & Liu, X. (2022). Geographical Detection of Urban Thermal Environment Based on the Local Climate Zones: A Case Study in Wuhan, China [Number: 5 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute]. *Remote Sensing*, 14(5), 1067. <https://doi.org/10.3390/rs14051067>
- Wang, W., Zhang, S., & Pasquire, C. (2018). Factors for the adoption of green building specifications in China [Publisher: Emerald Publishing Limited]. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 36(3), 254–267. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-06-2017-0027>
- Xu, X., Huang, B., Liu, L., Cao, Z., Gao, X., Mao, R., Duan, L., Chen, Y., Wang, Y., & Liu, G. (2022). Modernizing cement manufacturing in China leads to substantial environmental gains [Number: 1 Publisher: Nature Publishing Group]. *Communications Earth & Environment*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00579-3>
- Yu, Y., Yazan, D. M., Junjan, V., & Iacob, M.-E. (2022). Circular economy in the construction industry: A review of decision support tools based on Information & Communication Technologies. *Journal of Cleaner Production*, 349, 131335. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131335>
- Zhang, R., Tang, Y., Zhang, Y., & Wang, Z. (2023). Collaborative relationship discovery in green building technology innovation: Evidence from patents in China's construction industry | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136041>
- Zhao, W. (2018). Market control: understanding the China's construction industry. *Asian Journal of German and European Studies*, 3(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s40856-018-0037-6>
- Zhou, Y. (2015). State power and environmental initiatives in China: Analyzing China's green building program through an ecological modernization

perspective | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.02.002>

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2023
www.chalmers.se



CHALMERS