Utmaningar med design för dekonstruktion

Kombinerad intervju- och litteraturstudie

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet samhällsbyggnadsteknik

Aws Alsamir
Vu Thieu Ly

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se

Förord

Detta examensarbete vilket omfattar 15 högskolepoäng är vårt avslutande moment inom högskoleingenjörs programmet samhällsbyggnadsteknik.

Examensarbetet har utförts på institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Vi skulle vilja tacka vår handledare Alexander Hollberg för sitt enorma stöd och vägledning under rapporten och vår examinator Holger wallbaum. Vi vill även tacka alla respondenter som tog sin tid för att bli intervjuade och våra opponenter. Ett stort tack riktas till våra familjer och vänner för sitt stöd.

Aws Alsamir och Vu Ly, Göteborg maj 2021

Sammanfattning

Avfallet som produceras av byggsektorn utgör en tredjedel av det totala avfallet som produceras i Sverige. Byggsektorn står även för en stor del av det farliga avfallet som produceras. Under de senare åren har koldioxidutsläppen ökat på grund av att byggbranschen ständigt växer. Byggbranschen har sedan långt tillbaka präglats av ett linjärt system som inte tar hänsyn till produktens slutskede, där materialen för det mesta blir utfyllnadsmassor eller hamnar i deponi. För att uppnå en högre grad av hållbarhet krävs det en omställning till cirkulära lösningar. Det krävs planering redan vid tidigt skede av byggnationen för att minimera avfallet och miljöbelastningen till följd av byggnaden.

En cirkulär lösning som kan tillämpas är Design För Dekonstruktion (DFD), metoden underlättar för framtida demonteringsprocess. DFD handlar om att planera för demontering redan vid tidigt skede av byggnationen. Metoden medför till en ökad återanvändning av byggnadsmaterialen och byggnadskomponenterna. Riktlinjer för DFD har tagits fram för att underlätta arbetet för att implementera DFD. Metoden har miljömässiga, ekonomiska liksom sociala fördelar. Med hjälp av design för dekonstruktion så utvidgar man utnyttjandet av materialen, vilket minskar belastningen på jordens resurser. Återförsäljning av återanvända material och komponenter genererar ekonomiska vinster. DFD kan även bidra till att nya arbetstillfällen uppstår.

Med utgångspunkt i arbetet att studera och undersöka det utmaningar som finns kring DFD för nybyggnation, har olika utmaningar tagits fram med hjälp av en fördjupad litteraturundersökningen och intervjuer med olika aktörer i byggsektorn. Utmaningarna som sammanställdes från litteraturstudien och intervjuerna är *regelverk, intresse/efterfrågan, metoder/verktyg, osäkerhet, Marknad, Kunskap och information, tidskrävande, konservativ bransch* och *Modulärtbyggande.* Från de sammanställda utmaningarna kunde en kategorisering utföras där utmaningar som berör designskedet, slutskedet eller båda skeden placerades under respektive kategori. Kategoriseringen av utmaningarna ger en bättre överblick av utmaningen och var i byggprocessen som utmaningen berör. Intervjustudien kunde belysa att trots den låga kunskapen bland aktörerna gällande DFD kunde många likheter hittas. Detta innebär att aktörerna påvisar en god trovärdighet men även en god insikt av vad utmaningarna kring DFD kan vara.

Det sammanställda utmaningarna kunde påvisa tre centrala utmaningar *regelverk, intresse/efterfrågan* och *marknad.* Dessa utmaningar bör studeras och undersökas för att det anses vara viktigare. Det olika utmaningarna har kopplingar till varandra vilket innebär att överkommande av en utmaning bidrar till att andra utmaningar förenklas eller underlättas. Syftet med det sammanställda utmaningarna är att ge en ökad förståelse och kunskap samtidigt en grund för allmänheten och aktörerna att arbeta för att överkomma dessa. Resultaten från intervjustudie påvisade att cirkularitet är fortfarande ett nytt koncept inom sektorn, företagen har enbart arbetat i mindre skalor och inga större förändringar har tagits plats. Följaktligen är DFD fortfarande väldigt nytt och outvecklat ämne i Sverige.

Abstract

The construction industry is accountable for one third of the total waste produced in Sweden, and a large part of the toxic waste. The carbon dioxide emissions have been gradually increasing for the last few years. The increasing rate of waste and emission is due to the expanding construction industry. There is a need for change from the linear system that does not take the end of life of the product into consideration, building materials and components ends up as landfill in the process. The construction sector need to transition to a more sustainable system, the circular system. Planning at the early design stages is required to minimize waste and the enviromental impact.

Design for deconstruction (DFD) is a circular solution that can be used, the method facilitates future deconstruction's processs. DFD is about planing for deconstruction at the early design stages. The method facilitate reuse of building materials and components. DFD brings environmental, economic and social benefits, Reuse of buildings material and components lower the strain on the earth's resources. The recovered materials can resell and generate economical benefits, DFD can also create work opportunity.

This study aims to investigate the existing challenges regarding DFD. A literature study and an interview study was done in order to investigate the challenges. The identified challenges in both studies are *Legislation, Interest/demand, Method/tools, uncertainty, Market, Knowledge and information, Time demanding,* and lastly *Modular building.* The challenges are then divided into three categories, design stage, end stage, and the last category which includes both. The interview study shows that there is a lack of knowledge regarding DFD, but similarities with literature study can still be found within the result.

A comparison between both results proved that *Legislation, Interest/demand* and *Market* are the three central barriers that impede the implementation of design for deconstruction. These challenges must investigates further. The barriers are connected to each and another, meaning overcoming one challenge could facilitate or solve other barriers. The barriers that identified from this study can give a better understanding and awareness for the public and the actors within the construction industry. The result from interview study illustrate that circularity is still a new concept within the construction sector, circularity can be found in smaller scales but no major changes have been taken place. Consequently DFD is still a new and undeveloped method in Sweden.

Begrepp och förkortningar

Förkortningar

FN: FN är förkortningen för Förenta Nationerna. FN är en organisation bestående av självständiga stater. FN fungerar som ett globalt forum för samarbete. Beslut och överenskommelser i viktiga frågor som berör världen (FN, n.d.).

DFD: Design för demontering/dekonstruktion, design for deconstruction eller design for disassembly

Begrepp

Ekologisk faktor: Ekologisk faktor är faktorer som har en direkt och indirekt påverkan på delar eller hela ekosystemet. Människan till exempel är en ekologisk faktor, vi påverkar naturen genom jakt, giftspridning, uppodling, skogsavverkning, och föroreningar (Nationalencyklopedin, n.d.).

Kretsloppsprincip: begreppet kretsloppsprincip handlar om att de resurser som utvinns från naturen måste kunna användas, återanvändas, återvinnas och slutligen tas hand om med minsta möjliga resursförbrukning och skador på miljön (Naturvårdsverket, 2020a).

Biokapacitet: Biokapacitet är en mått på jordens produktionsförmåga. Det är ekosystemet kapacitet att producera naturliga resurser och ta hand om avfallet som uppkommer (footprintnetwork, n.d.).

Ekologiskt fotavtryck: begreppet Beskriver hur stor area en människa behöver för att möjliggöra konsumtion och assimilation av avfallet. Ekologiskt fotavtryck anges i enheten globala hektar (gha) (Nationalencyklopedin, 2011).

Demontering/dekonstruktion: Demontering innebär att byggnaden plockas isär till dess ingående byggnadselement, delkomponenter och material.

Projektera för demontering/dekonstruktion: Projektera för demontering är det svenska begreppet för design för deconstruction.

Komposit: komposit är material sammansatta av två eller flera olika material. Ingående materialen har olika egenskaper.

Innehållsförteckning

1 Inledning 1
1.1 Bakgrund 1
1.2 Syfte 4
1.3 Frågeställning 4
1.4 Avgränsning 4
2 Metod 5
2.1 Genomförande 5
2.2 Kvalitativ och kvantitativ metod 6
2.3 Litteraturstudie 6
2.4 Intervjuer 7
2.5 Kategorisering av resultat 8
2.6 Giltighet 9
3 Teori 10
3.1 Historiken bakom design för demontering 10
3.2 Demonterbara hus i Sverige 11
3.3 Design for dekonstruktion 11
3.3.1 Riktlinjer för Design för dekonstruktion 12
3.3.2 Fördelar med DFD 13
4 Resultat 15
4.1 Litteraturstudie 15
4.1.1 Utmaningar vid designskede 16
4.1.2 Utmaningar vid byggnadens slutskede 17
4.1.3 Utmaningar relaterad till både designskede och slutskede 18
4.2 Intervjuer 19
4.2.1 Utmaningar vid designskede 21
4.2.2 Utmaningar vid byggnadens slutskede 22
4.2.3 Utmaningar relaterade till både designskede och byggnadens slutskede 22
4.3 Likheter mellan de olika resultaten 23
5 Diskussion 25
5.1 Metoddiskussion 25
5.2 Resultat diskussion 25
6 Slutsats 27
Referenser 28
Appendix A 30

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Fram till år 2050 uppskattas världsbefolkning att nå 9,8 miljarder och ungefär 11,2 miljarder fram till år 2100. Enligt FN:s rapport från år 2017 projiceras det att världsbefolkningen nu ökar med cirka 83 miljoner människor varje år. FN menar att det finns en växande trend i befolkningsökningen, och att trenden kommer att fortsätta att växa trots att fertilitetsnivåer blir lägre (DESA, 2015). Den ökande befolkningen tillsammans med den ökande materiella levnadsstandarden utgör en belastning på naturresurserna (Gulliksson & Holmgren, 2018).

Jordens totala befolkning anses vara en ekologisk faktor som har en stor inverkan på materialförbrukningen. Förbrukningen av jordens resurser ökar stadig i samband med den växande befolkningen. Ett överutnyttjande av resurser resulterar till miljöförstöringar och försämrade framtidsmöjligheter. Resurserna måste hanteras bättre för att uppnå kretsloppssamhället som är grund till hållbar utveckling. Hållbar utveckling måste främjas för att skapa bättre förutsättningar och möjligheter för framtida generationer (Persson & Persson, 2011).

Brundtlandskommissionen som ägde rum år 1987 var första gången som begreppet hållbar utveckling etablerades och fastställdes. Hållbar utveckling definieras enligt Brundtlandskommissionen som ’’*En hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov’’*. Det finns stora klyftor i världen när det gäller fördelning av både resurser och konsumtion. Levnadssättet i vissa delar av världen präglas av ett överflöd av resurser samtidigt som konsumtionen överskrider behoven med stora marginaler. I andra delar av världen råder det brist på resurser på en sådan utsträckning att det inte täcker befolkningens grundläggande behov. Grunden för hållbar utveckling är att resurserna i hela världen anpassas och förvaltas samtidigt som konsumtionen anpassas utifrån behoven. För att uppnå en hållbar utveckling krävs det olika steg, där en lämplig start är att kontrollera flödet av resurser genom att använda sig utav kretsloppsprincipen i samhället. Därefter gäller det att vara återhållsamt och värna om de kvarvarande resurserna (Persson & Persson, 2011).

Året 1992 uppstod Riokonferensen till följd av Brundtlandskommissionen. Riokonferensen var en av de viktigaste konferenserna för miljöarbete, där ledamöter från diverse organisationer medverkade. Med hjälp av de skilda kompetenser som de deltagande besatt kunde många viktiga frågor belysas. Detta ledde fram till en djupare förståelse för miljöproblemen och hur de var kopplade till en hållbar utveckling (Persson & Persson, 2011).

Rapporten *’’Ecological Footprint’’ Atlas* som publicerades år 2010 av organisationen Global Footprint Network redovisar att människan redan på 1970-talet överskridit jordens biokapacitet (Ewing et al., 2010). De sektorer som överskred gränsen mest var bebyggelse, skogsmark och havsfiske där bebyggelse var den sektorn med allra högst ekologiskt fotavtryck. Rapporten påvisade att världens totala ekologiska fotavtryck år 2007 motsvarade 18 miljarder globalhektar. Världsbefolkningen vid samma år uppgick till cirka 6,7 miljarder människor och det ekologiska fotavtrycket var omkring 2,7 globalhektar per person. Jordens biokapacitet var

vid år 2007 11,9 miljarder globalhektar, vilket motsvarar 1,8 globalhektar per person. Betydelsen av detta är att förbrukningen av de befintliga resurserna överskreds med cirka 50 %. Det skulle krävas cirka 1,5 år för jorden att återbilda de resurser som förbrukades det året (Ewing et al., 2010).

När det gäller avfall står byggsektorn i nuläget för en tredjedel av det totala avfallet som produceras i Sverige. Utöver detta står byggsektorn även för en fjärdedel av det farliga avfallet (Naturvårdsverket, 2020b). Byggsektorn tillsammans med fastighetssektorn i Sverige ansvarade för ca 11,8 miljoner ton koldioxid-ekvivalenter år 2018 . Detta motsvara cirka en femtedel av de totala växthusgasutsläppen i landet. Cirka 70% av branschens utsläpp uppkom vid nyproduktion (Boverket, 2017). Enligt Boverket har utsläppen av växthusgaser ökat med åren, vilket sker i samband med att branschen växer. Sverige har som klimatmål att fram till år 2045 eliminera netto-utsläppen av växthusgaser. Byggbranschen som ansvarar för en femtedel av de totala växthusgasutsläppen måste arbeta hårdare för att nå målet. Boverket påpekar att aktörerna på marknaden måste samverka med varandra och dela information för att uppnå klimatmålet (Boverket, 2018b)

Klimatutsläppen som uppkommer vid byggnation är uppdelade i två faser, användningsfasen och produktionsfasen. Traditionellt har användningsfasen bidragit till en mycket högre andel utsläpp än produktionsfasen. Mätningar från år 1993 visade att utsläppen från användningsskedet stod för cirka 70 procent av de totala utsläppen, medan produktionsfasen var endast ansvarig för 30 procent. Utsläppen från användningsfasen har därefter sjunkit med tiden. Minskningen av dessa utsläpp beror på en energieffektivisering. Detta tillsammans med ökad användning av förnybara energi och ett minskat bruk av fossila bränsle, medförde en allt mindre klimatpåverkan för användningsskedet. Detta medför ett skifte av fokuset från användningsfasen till produktionsfasen där valet av byggnadsprodukter samt byggnadsprinciper avgör miljöpåverkan (Boverket, 2018a).

Samhället har sedan industrialiseringen präglats av ett linjärt system vilket för alla produkter innebär att, råvara extraheras, en produkt produceras och slutligen hamnar produkten på deponi. Trots en positiv utveckling i resurseffektivitet, måste en omställning från ett konsumtionsbaserat system ske. Ett mer hållbart system är cirkulär system vars fokus ligger på återvinning och återanvändning (Foundation, 2013).

Cirkulär ekonomi är en rekonstruktivt samt regenerativt koncept. Systemet främjar användningen av förnybar energi och minskar samtidigt användningen av giftiga ämnen som i sin följd skapar möjligheter för återanvändning. Fokuset för cirkulär ekonomi ligger på design, det vill säga att produkten ska utformas för återanvändning, demontering, renovering, samt återvinning. Den tydligaste skillnaden mellan cirkulär och linjär ekonomi är att det cirkulära systemet tar vara på resurser från en produkts slutskede för att nå ett slutet kretslopp. Det linjära systemet handlar däremot om att utvinna nya resurser för nya produkter utan planer på återanvändning eller återvinning (Foundation, 2013).

En övergång till cirkulär system är nödvändigt för att uppnå en hållbarutveckling. Byggbranschen måste arbeta mot cirkularitet för att uppnå en högre grad av hållbarhet. Det krävs bättre planering vid tidigt skede av ett projekt för att uppnå en högre grad av cirkularitet. Tidigt skede av design och planeringsprocessen har en stor inverkan på byggnadens utformning, funktion, underhåll och eventuella miljöpåverkan. Det saknas planering vid design skede för att minska byggnadsavfallet som uppkommer i slutet av byggnadens liv (Kanters, 2018). En

cirkulär princip som underlättar återvinning och återanvändningen av byggnadskomponenter samt byggnadsmaterial är design för demontering (DFD). Design för demontering är en metod som innebär att aktörerna redan vid projekteringsstadiet utformar en byggnad som är lämpad för demontering. Detta betyder att byggnadsmaterialen samt byggnadskomponenterna i framtiden ska kunna demonteras och återanvändas. Kärnan för design för demontering är att förbygga avfall genom en ökad återanvändning av materialen (Kanters, 2018). DFD skapar miljömässiga, sociala och ekonomiska fördelar. Trots mångfaldiga fördelar som DFD tillbringar så är konceptet fortfarande inte aktuell i marknaden. Denna rapport inriktar sig följaktligen till att utreda och jämföra utmaningar i teori och i praktiken för att uppnå en djupare förståelse bakom det som hindrar framgången av DFD.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att öka förståelsen och kunskapen kring design för dekonstruktion genom att sammanställa de utmaningar som beskrivs både i litteraturen och inom byggsektorns företag. Genom att kombinera och se likheten mellan litteraturstudiens utmaningar och utmaningar som olika företrädare för byggbranschen (respondenterna) ser, kan det förtydliga de utmaningar som är mer centrala och kräver ett större fokus för att föra branschen in i framtiden. Med detta arbete är vårt fokus att sammanställa utmaningar som den svenska byggsektorn och allmänheten bör arbeta med för att DFD ska bli en integrerad del av byggsektorns arbetssätt i framtiden.

1.3 Frågeställning

Vilka utmaningar för design för dekonstruktion beskrivs i litteraturen?

Vilka utmaningar för design för dekonstruktion anser de olika aktörerna att det finns i Sveriges byggsektor?

Vilka likheter finns mellan litteraturens och aktörernas ståndpunkter?

1.4 Avgränsning

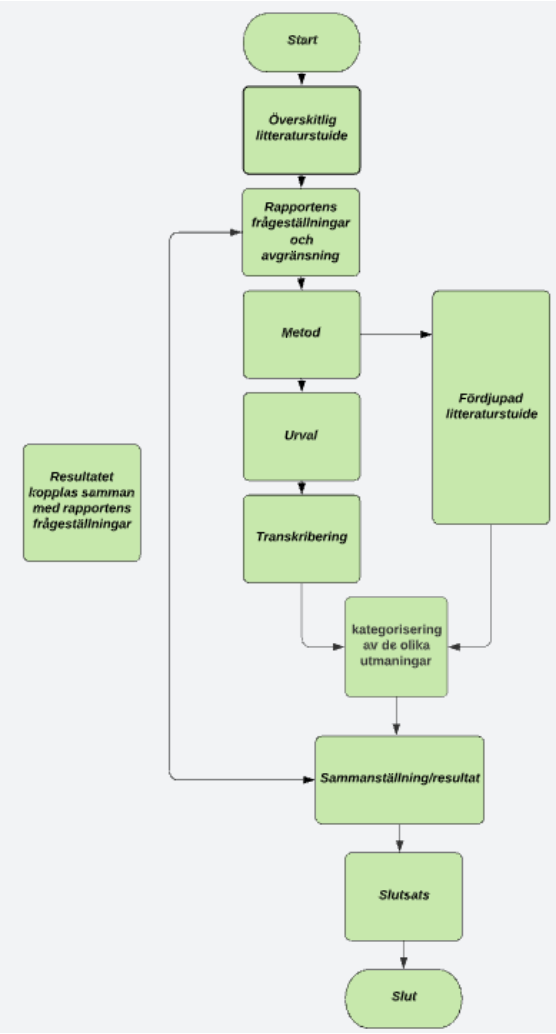
Vi har valt att avgränsa arbetet till att endast undersöka varför design för dekonstruktion inte är ett utvecklat koncept inom byggsektorn. Detta genom att studera och undersöka de utmaningarna som finns kring design för dekonstruktion med fokus på nybyggnation. Utmaningar som kommer att studeras är relaterade till design-skedet och byggnadens slutskede för en byggnad som är designad för demontering.
Rapporten kommer endast behandla utmaningar som hittats i litteraturstudien och tagits upp av respondenterna. Arbetet kommer inte att behandla utvecklingspotential för DFD eller specifika tekniska lösningar.

2 Metod

I nedanstående kapitel kommer genomförandet av arbetet att presenteras. Det vill säga vilka metoder som tillämpades för datainsamlingen och tillvägagångsättet.

2.1 Genomförande

Arbetet med rapporten inleddes med en litteraturstudie för att få ett bredare perspektiv och en ökad förståelse kring huvudämnet. Denna inledande litteraturstudie var översiktlig och lade grunden för val av frågeställningar och rapportens avgränsning. För att besvara arbetets frågeställningar valdes det att göra en datainsamling som bestod i att göra en fördjupad litteraturstudie men att även genomföra intervjuer med aktörer som arbetar i byggbranschen. För att utföra intervjuarna skede ett urval av olika respondenter i den svenska byggsektorn. Den fördjupade litteraturstudien skedde parallellt med intervjuerna och lade initialt grunden till de frågor som ställdes till de olika respondenterna och bidrog samtidigt till rapportens resultatdel. Därefter kunde datainsamlingen från de utförda intervjuerna och litteraturstudien sammanställas och bidra till rapportens resultat. Slutligen formulerade rapportens slutsatser. Figur 1 har tagits fram för att visualisera arbetsgången under rapportens arbete. Avsnitt 2.2-2.4 beskriver utförligt de olika stegen.



Figur 1 Visualisering av arbetsgången med rapporten under tiden för examensarbetet

2.2 Kvalitativ och kvantitativ metod

Datainsamlingen i rapporten kan vara kvantitativ eller kvalitativ. Det som symboliserar kvantitativa data är att de kan beräknas eller klassificeras. Detta innebär att observationer och objektiva mätningar har en betydande roll inom kvantitativ datainsamling. Metoder som då kan komma att användas är strukturerade enkäter, intervjuer, standardiserade tester och kontrollerade experiment. Resultaten från en kvantitativ metod blir visserligen generella och breda med en brist på fördjupning (Stukát, 2011).

Kvalitativa data har istället en beskrivande karaktär. Metoder som kan användas är intervjuer och fallstudier. Huvuduppgiften med en kvalitativ metod är att förstå och tolka resultaten under arbetets gång. Vid en kvalitativ metod så utnyttjar författaren intervjuerna för att få respondenten att beskriva sin uppfattning av fenomenet. Detta kan sedan analyseras med hjälp av information från litteraturstudien för att finna likheter och skillnader. Det som kan vara nackdelen med en kvalitativ metod är att den är väldigt tidskrävande och resultaten kan tolkas på olika sätt. Enligt Stukát så är en kvalitativ metod att föredra för otillräckligt utforskade områden för att kunna framhäva nya perspektiv (Stukát, 2011). Vid val av en metod så behöver inte endast en metod väljas utan en kombination av kvalitativa och kvantitativa metod är att föredra (Höst et al., 2006).

En kvalitativ metod valdes för arbetet, valet är baserad utifrån arbetets natur då ämnet är relativt outvecklat och okänt. Kvalitativ metod i form av intervju användes som tillvägagångssätt för datainsamling, där respondenterna är olika individer med olika arbetsroller inom byggbranschen. Aktörerna har relevanta roller inom branschen (mer om rollerna återfinns i avsnitt 2.4 Intervjuer). Detta är för att få in olika perspektiv och aktörernas egna unika uppfattningar samt åsikter kring ämnet. Metoden anses lämplig då rapporten handlar om att identifiera utmaningarna som byggbranschen i Sverige har när det gäller design för demontering för nybyggnation.

2.3 Litteraturstudie

En fördjupad litteraturstudie gjordes även parallellt med intervjuerna för ytterligare datainsamling för att tillsammans med intervjuerna kunna besvara rapportens frågeställning ”Vilka utmaningar för design för dekonstruktion beskrivs i litteraturen?” och ”Vilka likheter finns mellan litteraturens och aktörernas ståndpunkt?”. Litteraturstudier är grundläggande för vetenskaplig metodik. En genomarbetad litteraturstudie skapar ramarna för att bygga vidare på befintlig kunskap och minskar risken för att utelämna gjorda lärdomar inom området (Höst et al., 2006). Litteraturstudien under rapportens gång har utförts genom informationssökning kring arbetets huvudämne design för dekonstruktion. Litteraturen som har använts består av vetenskapliga artiklar, rapporter och böcker som är relaterade till ämnet. Litteraturen utgör grunden för teorin i rapporten och bidrar till arbetets resultat.

Olika sökmotorer har använts för att hitta relevanta vetenskapliga artiklar som berör ämnet. De olika sökmotorerna bestod av Google scholar, Scopus, ScienceDirect och ResearchGate. Sökord används för att minimera antalet artiklar och endast hitta artiklar som berör syftet med rapporten. Sökorden bestod bland annat av ”Design for deconstruction”, ”design for disassembly”, ”projektera för demontering”, ”challenges with DFD”.

Ett fokus var att hitta nyare litteraturöversikter i vetenskapliga tidskrifter. Utifrån sådana hittades sedan ytterligare intressanta artiklar. För att hitta nya artiklar valdes artiklar som hade publicerats från 2015–2021. Dessa artiklar kunde sedan sorteras utifrån deras relevans till arbetets syfte. För att granska ett färre antal artiklar som berör syftet så utnyttjades först nyckelorden i artiklarna och deras abstract. Detta gav en inblick i vilka artiklar som verkligen diskuterade de utmaningar som finns med DFD. De artiklar som granskade utmaningar bestod av 9 utvalda artiklar. Utifrån dessa artiklar kunde ytterligare sortering ske då vissa av dessa artiklar endast behandlade utmaningar kopplade till existerande byggnader. Då rapporten endast skall behandla utmaningar kopplade till nybyggnation så används inte dessa artiklar för arbetet. De resterande artiklarnas referenslista kunde används då det tyder på att dessa artiklar fortfarande är relevanta än idag. Dessa artiklar och rapporter som används uppgick till 8 för att bidra till rapportens resultat.

För vidare inspiration och ökad förståelse för ämnet användes även tidigare publicerade examenarbeten av studenter. Det olika tidigare publicerade rapporter hittades på olika högskolors uppsatsdatabaser. Böcker som har använts har lånats från Chalmers bibliotek eller närliggande kommunala bibliotek.

2.4 Intervjuer

Det finns i huvudsakligen 3 metoder för att utföra intervjuer och de olika metoderna kategoriseras efter hur intervjun är strukturerad och hur fritt respondenten kan associera sig. De olika metoderna kan således delas in i öppen riktad, halv-strukturerad och strukturerad intervju (Höst et al., 2006)

Vid en öppen riktad intervju är det intervjupersonen som till största del styr innehållet av intervjun (Höst et al., 2006). Detta kan innebära att intervjuaren endast ställer en fråga och därefter har respondenten möjligheten att utveckla sina tankar och styra intervjun i den riktning den själv vill (Bryman, 2018).

Strukturerad intervju skiljer sig helt från en öppen riktad intervju. Vid en strukturerad intervju så är det en fördefinierad intervju med frågor som efterföljs exakt. Den kan efterliknas som en muntlig enkät (Höst et al., 2006)

Halvstrukturerad intervju sker genom en uppsättning av frågor som båda berör öppna och fasta frågor (Höst et al., 2006). Frågorna behöver inte ställas i en kronologisk ordning och andra frågor som dyker upp under intervju kan ställas (Bryman, 2018).

Metoden som kommer att användas i detta arbete är halv-strukturerad intervju som då utgörs av fasta och öppna frågor som respondenten kommer att besvara. En strukturerad intervju används inte då syftet är att kunna få ett helhetsperspektiv av vad olika aktörer tycker och tänker kring ämnet och om det skulle ställas fasta frågor så skulle det hindra respondenterna från att tala fritt. En öppen riktad intervju valdes inte heller då de kan leda till att intervjun styrs åt ett håll som inte berör huvudsyftet med rapporten. Intervjuer med olika respondenter valdes för att kunna besvara frågeställningarna ”Vilka utmaningar för design för dekonstruktion anser de olika aktörerna att det finns i Sveriges byggsektor?” och även ” Vilka likheter finns mellan litteraturens och aktörernas ståndpunkter?”.

Några av de frågor som ställs till respektive respondent är allmänna och utgör inte grunden för rapportens resultat. Dessa frågor ställs för att öka förståelsen kring hur byggsektorn arbetar och hur olika respondenter resonerar kring huvudämnet. Alla frågor som finns bifogat i frågeformuläret frågades inte och detta berodde på tidsbegränsningar för intervjun men även gällande kunskapen och erfarenheten som respektive respondent uppvisade kring ämnet. Endast de frågor som berör frågeställningen av rapporten kommer att presenteras i resultatet. Övriga frågor och respektive respondents samtliga svar finns bifogat i Appendix A.

Intervjuerna med det olika aktörerna spelades in, efter att respondenterna givit sitt samtycke. Innan en intervju ägde rum så skickades intervjufrågorna till respondenterna så att de kunde förbereda sig. Vid färdig transkribering av intervjun skickades den till respektive respondenten för godkännande av innehållet.

Vid urval av respondenter valdes en variation av olika aktörer i branschen för att kunna skapa en bättre överblick och därmed få ett vidare spektrum av olika perspektiv. Dessa aktörer ska ha direkt påverkan på design och planeringsprocessen. Det olika rollerna gav utrymme för att kunna sammanställa de ståndpunkter som de olika aktörerna är eniga om. Detta kan då skapa ett mönster, en gradering, över de olika ståndpunkter som är mer respektive mindre viktiga. De olika rollerna som tillfrågades för en intervju var, byggingenjör, arkitekt, konstruktör, hållbarhetschef, miljöspecialist. De skickades iväg en öppen efterfrågan till 10 aktörer med de olika rollerna, endast 7 svarade och utav dessa så var de endast 4 som visade intresse och var tillgängliga för en intervju. De olika rollerna kommer att presenteras mer utförligt i kap 4.

2.5 Kategorisering av resultat

Det sammanställda artiklarna och rapporterna som undersöktes för att bidra till rapportens resultat hade ingen linkande struktur gällande uppdelningen av utmaningar. Då rapporten skall behandla utmaningar som är kopplade till design och slutskedet av byggnaden så kommer utmaningarna att indelas i 3 kategorier:

1. Utmaningar vid designskedet
2. Utmaningar vid byggnadens slutskede
3. Utmaningar relaterade till båda designskedet och byggnadens slutskede

Under varje kategori finns underkategorier som förtydligar utmaningarna som behandlas. De rapporter och artiklar som undersöktes beskriver barriärerna i sin helhet och har därmed inte specificerat om utmaningen gäller för tidigt designskede eller vid byggnadens slutskede. Därmed måste ett antagande för placeringen av utmaningarna i kategorierna göras utifrån de kunskaper och information som finns.

Frågeformuläret för intervjuerna frågade inte specifikt om de utmaningen som kan uppstå vid design skedet eller byggnaders slutskede utan de frågade allmänt om de utmaningar som kan uppstå. Detta medförde till antagande av placeringen av utmaningar igen som vid litteraturresultatet.

2.6 Giltighet

Det finns olika avseenden som tyder på att en studie är giltig och detta kan innebära att slutsatserna är väl strukturerade, de olika fenomen som arbetet är avsett för studeras och adresseras, resultaten är generella. Därmed kan dessa delas in i olika kategorier, reliabilitet, validitet och representativitet.

Validitet syftar på de kopplingar som finns mellan det objekt som skall undersökas och vad som man faktiskt mäter. För att validiteten i ett arbete skall öka så kan man implementera båda kvalitativa och kvantitativa metoder (Höst et al., 2006).

Reliabilitet syftar till tillförlitligheten i arbetes analys och datainsamling. För att framhäva en god reliabilitet i ett arbete skall författaren vara noggrann med datainsamling och analys. Att beskriva hur arbetsgången i arbetet kan de ge läsaren en bedömning av hur arbetet har gått tillväga. Att presentera de transkriberade data från intervjun till respondenterna är ett sätt som bidrar till att man har uppfattat dem rätt och sträcker där med reliabiliteten (Höst et al., 2006).

Representativiteten handlar om hur generella rapportens slutsatser är och beror till stor del på urvalet. För att öka representativiteten i rapporten skall bortfallet inte vara för stort (Höst et al., 2006)

3 Teori

I nedanstående kapitel kommer historiken för design för dekonstruktion att presenteras. Allmän teori kring DFD kommer också att presenteras så som definition, riktlinjer och fördelar.

3.1 Historiken bakom design för demontering

Produkter är normalt utformade utan hänsyn till återanvändning och återvinning. Dessa produkter utgör en belastning på samhället och miljön (Persson & Persson, 2011). Produkter av denna typ skapar svårigheter vid slutlig separation och sortering av materialfraktioner. Detta var motiveringen till införandet av design-metoden ''design for disassembly'' under 1980-talet. Produkterna utformades då för demonterbarhet, vilket möjliggjorde sortering samt separering av de olika materiafraktioner (Thormark, 2008).

När det gäller byggnader så är konceptet med demonterbarhet ingenting nytt. Nomadfolkens tält och jurtor är bland de äldsta och tillika tydligaste exemplen på demonterbara byggnader. Anledningen till tillkomsten av demonterbara byggnader var att nomadfolken ständigt förflyttade sig. Folken utformade bostäder efter enkelhet samt monterbarhet. Bostäderna var enkla att montera och demontera. Vid flyttning kunde bostaden lätt demonteras för att sedan monteras upp igen vid den nya boplatsen (Thormark, 2008). Utöver ständig förflyttning finns det många andra anledningar till att människor bygger demonterbara byggnader runt om i världen. Det kan vara lokal materialbrist som medförde att folk köper in byggnader från andra långväga områden, eller militärens behov av flyttbara logement och andra typer av anläggningar (Thormark, 2008). Ett annat tydligt exempel på design för demontering kan hittas i den traditionella japanska kulturen. Där baseras tekniken på träkonstruktioner med komplexa träkopplingar, vilka möjliggjorde demontering på väldigt avancerade nivåer (Brad Guy & Ciarimboli, 2008)

Demonterbara byggnader är ett byggsystem som utvecklas och härstammar från en rad olika byggnadstyper med respektive karaktärsdrag (Thormark, 2008). De olika typerna består av:

1. <u>Transporterbara hus</u>: Transporterbara hus är byggnader som utformas för transporterbarhet, huset transporteras som en enda enhet utan demontering. Detta resulterar i en storlekbegränsning av praktiskt skäl.
2. <u>Demonterbara hus</u>: Demonterbara hus är byggnader som kan demonteras i olika delar och delarna kan sedan monteras upp igen vid förflyttning. Komponenterna för huset är tillverkade i förväg och transporteras sedan till platsen för att montering. Sådan byggnad har ingen begränsning när det gäller storleken på slutprodukten. Den enda begränsningen som demonterbara hus har är de enskilda komponenternas storlek.
3. <u>Elementhus</u>: Elementhus är uppbyggd av prefabricerade byggnadselement. Komponenterna transporteras till byggarbetsplatsen där delarna byggs ihop. Elementhus har liksom demonterbara hus endast begränsade av de enskilda elementens storlek. Denna typ av hus är inte utformade för demontering.
4. <u>Flexibla hus</u>: flexibla hus är konstruerade efter flexibilitet, det vill säga för enklare ombyggnad. Flexibiliteten kan vara allt från möjligheten att omplacera

mellanväggar till en omställning av husets huvudfunktion. Denna typ av byggnad används främst för kontorshus och bostäder.

5. Miljöanpassade hus: Miljöanpassade hus innebär att byggnaden utformas efter materialvalet. Materialet bestäms utifrån miljöpåverkan. Desto mindre belastning på miljön som materialet har desto bättre, vilket gäller hela vägen från produktion till underhåll och slutligen återvinning.

3.2 Demonterbara hus i Sverige

Under 1800-talet var det flertalet områden i Sverige som saknade god tillgång på virke, exempelvis Bohuslän och Öland. Detta resulterade i att invånarna beställde timrade husstommar från andra områden som Västergötland och Småland. Tillverkaren monterade husen och dokumenterade delarna, varefter husen demonteras för vidare transport till beställaren (Thormark, 2008).

Det var först under 1810-talet som Fredrik Blom introducerade de flyttbara huset i Sverige. Blom utvecklade en konstruktionsmetod som gav byggnaden flyttbarhet och byggnadsdelarna kunde transporteras separat för montering på plats. Konceptet väckte stort intresse både inom Sverige liksom utomlands. Flytthusen ansågs vid den tiden ha en enkel men stark konstruktion som var lätt att hantera även för de mest oerfaren arbetare. Ett flertal fabriker i Sverige under 1800-talet producerade färdiga flyttbara- och demonterbara hus (Thormark, 2008).

3.3 Design for dekonstruktion

Design för demontering härstammar från två kunskapsområden, nämligen från ”design for disassembly” inom produktdesign och från selektiv rivning och återvinning av byggnadsmaterial (Thormark, 2008). Att projektera för demontering är det svenska begreppet som motsvarar engelskans design for deconstruction (Thormark). Design för demontering är en metod som förenklar framtida demonteringsprocessen (Rios et al., 2015). Metoden går ut på att vid tidigt skede av design och planeringsfasen utforma en byggnad som är anpassad till framtida ändringar och demonteringar (Brad Guy & Ciarimboli, 2008). Konstruktionen ska främja renovering, anpassning och återanvändning av materialet samt byggnadskomponenterna (Kanters, 2018). Genom att utnyttja återanvänt material kan produktens maximala ekonomiska värde uppnås samtidigt som den totala miljöpålastningen minskar (Brad Guy & Ciarimboli, 2008). Implementationen av DFD tillåter byggnader som är utformade efter DFD-principer att fungera som en materialbank för framtida användning. Design för demontering främjar kretsloppsprincipen och bidrar till övergången från linjärt- till ett cirkulärt system (Bradley Guy et al., 2006).

Det är viktig att särskilja mellan design för demontering och begreppet demontering/dekonstruktion. Demontering/dekonstruktion är processen där byggnadskomponenterna demonteras för återanvändning (Rios et al., 2015). Dekonstruktionsprocessen minimerar avfallsflödet, skapar möjligheter för återanvändning av byggnadskomponenter och samtidig underlättar för återvinning av materialen (Kibert et al., 2001). Design för demontering är som tidigare nämnt att utforma en byggnad som är anpassad för demontering i framtiden. Dekonstruktion är processen som sker vid slutskede av sådan byggnad, där ingående byggnadskomponenter och material plockas isär.

3.3.1 Riktlinjer för Design för dekonstruktion

Nedan kommer det att presenteras riktlinjer för DFD. Dessa riktlinjer bidrar till en ökad förståelse för begreppet design för dekonstruktion. Huvudsyftet för DFD är att konstruera en byggnad som är demonterbar men frågan är hur man bör gå till väga för att åstadkomma detta.

Catarina Thormark har i sin bok ”*Projektera för demontering”* sammanställt 27 riktlinjer för projektering för demontering och hållbarhet. Eftersom de riktlinjer som Thormark har tagit fram i sin bok är en kombination av riktlinjer för hållbarhet och projektera för demontering så har ett urval gjorts. De riktlinjer som presenteras nedan är de som är relevanta för att projektera för demontering (Thormark, 2008).

1. **Om toxiska material inte kan undvikas bör dessa vara demonterbara –** för att det toxiska materialet ej skall förorena återvinningsmaterialet skall de enkelt kunna demonteras och sorteras därefter.
2. **Undvik komposita material** – sammansatta material ökar komplexiteten vid återvinning.
3. **Undvik ytbehandling som försvårar återvinning.**
4. **Minimera antalet materialslag –** bidrar till ett förenklat sorteringsarbete.
5. **Gör materialen identifierbara –** underlättar återvinningen i framtiden då man har kännedom om kvaliteten i en komponent.
6. **Minimera antalet komponenter –** återbruk underlättas.
7. **Öppna byggsystem –** Syftar till att delar i en byggnad kan demonteras och användas i andra byggnader, exempelvis tegelstenar.
8. **Använd modulsystem, prefabricerade och massfabricerade komponenter** – underlättar återbruk och arbetet på byggplatsen.
9. **Separera stommen från övriga byggnadsdelar** – detta då de övriga delarna har en kortare livslängd.
10. **Hanterbar storlek på komponenter för transport etc.** – detta då de underlättar både hanteringen och transporten.
11. **Använd mekanisk sammanfogning** – underlättar demonteringen och minskar risken för skador under demonteringsprocessen.
12. **Minimera antalet fästpunkter** – leder till att tiden för en demontering minskar.
13. **Minimera antalet system för sammanfogning** – demonteringsarbetet underlättas.
14. **Robusta sammanfogningskomponenter–** för att de skall vara möjligt för en upprepad montering/demontering.
15. **Undvik sammanfogning som kräver avancerad teknik eller avancerade verktyg–** bidrar till en effektiv demontering.
16. **Planera för åtkomlighet, reparation och demontering** – en planering ska genomföras för att en demontering är ej en omvänd montering.
17. **Planera för lyft etc.** – underlättar demonteringen.
18. **Planera för realistiska toleranser för montering/demontering –** då olika delar som skall sammanfogas kommer från olika tillverkare

19. **Parallell demontering bättre än sekventiell demontering –** detta för att komponenter som är oberoende av varandra skall kunna demonteras, då det har olika livslängd, värdeordning etc.
20. **Gör komponenter identifierbara –** Komponenter bör identifieras då det underlättar återbruk och återvinning.
21. **Utformning med permanenta och tydliga demonteringspunkter –** gör de tydlig för framtida demontering.
22. **Möjliggör lagring av underhålls- eller kompletteringsmaterial –** syftar på att det är viktigt då man använder sig av specialkomponenter.
23. **Utarbeta demonteringsplan –** För att få en effektiv demontering utan att material och komponenter förstörs i onödan bör därför en tydlig beskrivning demonteringsplan tillhandahållas.

Det riktlinjer som inte presenterades var dessa fyra olika riktlinjer:
1) Använd återvunnet material - bidrar till att behovet av jungfruliga råvaror minskar och därmed även användningen. Skapar en ökad efterfrågan av återvunnet material vilket leder till en ökad mängd återvunnet material.
2) Använd energi- och förnyelsebara material – leder till att miljöeffekter kopplade till materialproduktion avtar samt besparing på icke-förnyelsebara resurser.
3) Bidra till att komponentens livslängd förlängs – viktiga resurser sparas.
4) Använd återvinningsbara material – en självklar förutsättning för återvinning.

Dessa riktlinjer togs inte med i listan ovan eftersom de är allmänna och utgör en bra grund för hållbart byggande. Definitionen för att projektera för demontering är som tidigare nämnt en metod som underlättar demonteringsprocessen i framtiden. Dessa fyra riktlinjer bidrar inte till en förenklad demonteringsprocess och därmed är de inte viktiga riktlinjer för att projektera för demontering.

3.3.2 Fördelar med DFD

Fördelarna med DFD presenteras nedan för att bidra till en ökad förståelse och inblick i DFD. Detta resulterar till att ge grundvärderingen om varför man bör övervinna de utmaningarna som är kopplade till DFD.

Världen står inför stora utmaningar gällande överkonsumtion och miljömissbruk. Dessa utmaningar kräver en förändring som innebär en övergång från en miljöskadlig affärsmetod till en affärsmetod som minimerar miljöpåverkan. En sådan förändring kan ske med hjälp av DFD som bidrar till att byggnader genomgår en dekonstruktion vid slutskedet. (Chini & Bruening, 2003)

Den viktigaste fördelen med en förändring av affärsmodellen till DFD är utan tvekan dess mindre påverkan på miljön. Den bidrar till byggnader genomgår en dekonstruktion som då ökar återanvändning av materialen vilket då resulterar till att en mindre mängd av dessa material hamnar i deponi (Chini & Bruening, 2003). I dagens samhälle är rivning den vanligaste processen för att avskaffa byggnader då den erbjuder en snabb och effektiv process men dess påverkan på miljön är överväldigande. För att minska denna miljöpåverkan finns då som

tidigare nämnt ett mer hållbart tillvägagångssätt vid slutskedet av byggnaden, genom att byggnaden genomgår en dekonstruktion (O. Akinade et al., 2020)

Genom att maximera återanvändningen med hjälp av dekonstruktion så utvidgar man nyttjandet av materialet och därmed minskar användningen av jungfruliga material samt energin som krävs för att producera (Kanters, 2018). Detta kommer att minska efterfrågan på nyproducerade material. En minskad efterfrågan innebär en mindre materialkonsumtion och därmed en mindre tillverkning vilket bidrar till ett minskat utsläpp av koldioxid och andra skadliga föroreningar. Återanvändning av material bidrar även till att andra faktorer såsom transport, tillverkning och behandling skulle avta. Den tillhörande energiförbrukningen av dessa faktorer skulle således minska. Dekonstruktion kommer även att minimera farliga avfallsamaterial som genererar luftburet asbest, damm och blypartiklar i atmosfären som skulle skapas vid en traditionell rivningsprocess (Chini & Bruening, 2003). Kestner och Webster anser att design för dekonstruktion är den gröna designstrategin som är den viktigaste för att uppnå material hållbarhet (Kestner & Webster, 2010).

Om man bortser från de miljömässiga fördelarna med design för dekonstruktion, frambringar DFD även ekonomiska fördelar. Dock kan dessa fördelar vara svåra att förutse då den ekonomiska vinsten inte kan ses förrän vid byggnadens slutskede (Kanters, 2018). Många studier visar dock på att återförsäljningen av de återanvända materialen vid dekonstruktionsprocessen bidrar till ett mer miljövänligt och billigare alternativ än rivning. Genom dekonstruktion och återanvändning så stimuleras ekonomin genom att det skapas en ny marknad för återförsäljningen. Denna nya marknad ger möjligheten till att nya aktörer kan uppstå. Återförsäljningen av det återanvända byggmaterialet är en kostnadsbesparing i jämförelse med de nytillverkade. Då dekonstruktion resulterar i att inköpsmaterialen blir billigare gynnar detta även låginkomstområdena (Chini & Bruening, 2003). Det är även en ekonomisk fördel för företagen då det gör en besparing då avgifter för transport och avfall minimeras (Bradley, 2001).

Genom att integrera design för dekonstruktion skapas även sociala fördelar, detta då dekonstruktionsprocessen i slutskedet av byggnaden skapar mer arbetsmöjligheter för lågutbildade arbetare än vad rivning gör. Detta leder till att de skapas mer jobb och karriärmöjligheter i samhället, vilket återigen kopplar till de ekonomiska fördelarna då detta stimulerar den lokala ekonomin. Kunskapen som arbetarna lär sig under dekonstruktion är väldigt viktig för byggbranschen, då man lär sig hur en byggnad tas isär men även hur en byggnad är sammansatt (Chini & Bruening, 2003).

Återanvändning av gamla byggkomponenter har historiska fördelar då det leder till att arkitektur och hantverk som idag inte längre är tillgänglig bevaras. Dessa bevaras genom tidigare nämnd återförsäljning av återanvända material genom dekonstruktion. Det material eller olika komponenter som är av en historisk betydelse har en hög efterfrågan av olika typer av samlare (Chini & Bruening, 2003).

4 Resultat

I nedanstående kapitel kommer resultatet från den utförda litteraturstudien att presenteras. Vidare presenteras resultatet från de utförda intervjuerna och slutligen visas likheterna mellan de olika resultaten.

4.1 Litteraturstudie

För att identifiera de mest relevanta utmaningarna för studien har en jämförelse mellan källorna skett. Urvalet baseras på kriteriet att två eller flera källor beaktar samma barriär för införandet av DFD. De åtta utmaningarna som presenteras i nedanstående tabell är de utmaningar som uppfyller detta kriterium. Tabellen kan även användas för att rangordna utmaningar, eftersom en utmaning som har ett högra antal referenser kan anses vara viktigare än en utmaning med färre referenser. Utmaningarna *regelverk, metoder/verktyg, intresse/efterfrågan, marknad, tidskrävande* har samtliga flera än 6 referenser och kan därför klassificeras som de utmaningar som är mest relevanta enligt litteraturen. En del av de behandlade källor är globala och vissa är nationella (från Storbritannien), men dessa har här inte åtskilts då de behandlar liknande utmaningar. De nationala källorna har även citerats av vissa av det globala källorna vilket tyder på att utmaningarna är relevanta för den globala aspekten. Tabell 1 visar de utmaningar som identifierats från litteraturstudien samt tillhörande källor som refererat utmaningen.

Tabell 1 Utmaningar från litteraturstudien

Litteraturstudie		UTMANINGAR							
Region	**Källa**	**Regelverk**	**Konservativ bransch**	**Metoder/verktyg**	**Osäkerhet**	**Intresse/efterfrågan**	**Marknad**	**Tidskrävande**	**Kunskap/information**
Global	*(O. Akinade et al., 2020)*	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Global	*(Rios et al., 2015)*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Global	*(Storey & Pedersen Zari, n.d.)*	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Global	*(Kibert et al., 2001)*	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗
UK	*(Hurley & Hobb, 2004)*	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓
Global	*(Guy & Ciarimboli, 2008)*	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗
UK	*(Densley Tingley et al., 2017)*	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Global	*(O. O. Akinade et al., 2015)*	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
		6	2	7	4	5	6	5	4

Det har tidigare nämnts i metodbeskrivning att artiklarna och rapporterna inte specificerat om utmaningarna berörde designskedet eller slutskedet för byggnaden. En kategorisering av utmaningarna görs därför efter skede enligt kategorierna:

1. Utmaningar vid designskede
2. Utmaningar vid byggnadens slutskede
3. Utmaningar relaterade till både designskedet och byggnadens slutskede

Den första kategorin *Utmaningar vid designskedet* behandlar utmaningar som är kopplade till idag existerande hinder som försvårar eller hindrar implementation av DFD i ett tidigt skede av

byggnationen. Utmaningar som *konservativ bransch* och *metoder/verktyg* anses hamna under denna kategori. Antagandet baseras på att dessa två utmaningar uppfattas vara hindret för införandet av DFD i ett tidigt skede. Detta eftersom utmaningen gällande konservativ bransch påpekar att det finns motstånd mot förändring i byggsektorn för att införa nya metoder så som DFD. Detta försvårar att införa metoden redan i designskedet. Vidare leder brist på metoder/verktyg till svårigheter till att införa DFD i design skedet.

Den andra kategorin *Utmaningar vid byggnadens slutskede* är barriärer som syftar på komplikationer och svårigheter som uppstår med en byggnad som är utformad för DFD i sitt slutskede. Det vill säga utmaningar relaterade till dekonstruktionsprocessen och de materialen som ska återanvändas. Utmaningar som är relaterade till denna kategori är *osäkerhet, intresse och efterfrågan* samt *marknad*. Grunden till antagandet baseras på att materialen som är återhämtade från dekonstruktionsprocessen ska kunna återinföras i materialens kretslopp för att kunna sluta kretsloppet. Osäkerhet kring kvalitet och kvantitet driver beställaren från sådana material. Lågt intresse och efterfrågan medför att de demonterade materialen kan utebli från marknaden. Brist på en marknad som kan hantera och kvalitetstesta materialen förhindrar framgången och användningen av återanvända material. Utifrån detta kan det konstateras att dessa tre utmaningar har en stor inverkan vid byggnadens slutskede.

Utmaningar som hamnar under den tredje kategorin *Utmaningar som kan båda påverka design och slutskedet* är *Tidskrävande, kunskap och information gällande DFD* och *regelverk*. Anledningen till att tidkrävande hamnar under denna kategori är att det tar längre tid att planera och designa för DFD, vilket kan relateras till designskedet. Den andra aspekten är att det krävs längre tid att demontera jämfört med vanlig mekanisk rivning, vilket kan kopplas samman med slutskedet av byggnaden. Brist på kunskap och information gällande DFD kan påverka designskedet då olika aktörer har svårt att planera för DFD. Okunskap kring hur en demontering utförs kan påverka slutskedet av byggnaden. Regelverk försvårar implementeringen av DFD då det inte finns drivkraft för företagen att redan från början av designskedet utforma byggnader som är demonterbara. Det finns inga regler för återanvända material vilket utgör en utmaning vid byggnaders slutskede.

Dessa utmaningar som ovan kategoriserats kommer nedan att förtydligas för att bidra till en bättre uppfattning om de olika utmaningar samt antagandena.

4.1.1 Utmaningar vid designskede

Konservativ/traditionell bransch
En av de största utmaningarna för icke-traditionella metoder/tekniker är kostnaden och branschens inställning till dessa (Kibert et al., 2001). Det finns ett allmänt motstånd mot förändringar i branschen (Rios et al., 2015). Det anses inte vara ekonomiskt gynnsamt att ändra på nuvarande traditionella system, det vill säga prövade och testade tekniker (Kibert et al., 2001). Arkitekter och konstruktörer uppfattar att byggnader som de har skapat är permanenta och har därmed inte tagit hänsyn till slutskedet av byggnaden (Rios et al., 2015). De vill inte lägga ner ytterligare energi och arbete för att utforma en byggnad som senare ska demonteras. Många husköpare föredrar även en produkt vars tillverkningsmetoder och material baseras på ett traditionellt system. Orsaken till detta är att byggnader som är utformade på traditionellt sätt är beprövade och har fungerat så länge som de funnits (Kibert et al., 2001). Detta är en stor utmaning för DFD då det är nytt koncept inom byggsektorn.

Metoder/verktyg för DFD

Litteraturstudien påpekar att det saknas metoder som mäter fördelarna med en byggnad som genomgår en dekonstruktion. Det är svårt att införa DFD om man inte kan se fördelen (Rios et al., 2015). De befintliga verktygen som används av arkitekter och ingenjörer är inte tillräckligt robusta för att tillämpas vid design för demontering. Detta då existerande analysverktyg för materielens kapacitet vid slutskedet är inte kompatibla med BIM-program (O. Akinade et al., 2020). BIM-programvaror är idag väldigt utvecklade och har många användbara funktioner. Trots det saknar BIM-programmen funktionen att analysera byggnadsmaterialens kapacitet vid slutet av materialens livskede. Denna funktion är viktig för att kunna jämföra olika designalternativ och därmed identifiera brister i konstruktionen. Detta skulle bidra till att ett mera miljövänligt och kostnadseffektivt designalternativ med avseende på DFD skulle kunna hittas (O. O. Akinade et al., 2015).

Det krävs även nya metoder för kopplingspunkter som underlättar DFD, då existerande kopplingspunkter oftast är utformade för att vara permanenta men även för att vara dolda och därmed oåtkomliga (Hurley & Hobbs, 2004). Detta påpekades även i artikeln *"Design for Disassembly and Deconstruction – Challenges and Opportunities"* då kopplingsmetoder som försvårar demonteringsprocessen är en av de utmaningar som måste överkommas för att uppnå en effektiv dekonstruktionsprocess vid slutskedet av byggnaden (Rios et al., 2015). En annan utmaning som måste beaktas redan vid tidigt skede för en smidigare demonteringsprocess är kompositmaterial (Rios et al., 2015). Det finns en växande trend med kompositbaserade material (Brad Guy & Ciarimboli, 2008). Kompositprodukter kan medföra till svårighet vid separation och dekonstruktion av materialen (Hurley & Hobbs, 2004).

4.1.2 Utmaningar vid byggnadens slutskede

Osäkerhet

En utmaning som kopplas samman med DFD är *osäkerhet*. Vid byggnadens slutskede skall de ingående materialen återanvändas. Dock undviker konsumenter återanvända material på grund av osäkerheter i kvalitet och kvantitet av de återanvända materialen (Rios et al., 2015). Det gäller att produkten som kunden eftertraktar ska finns på rätt plats, tid och i rätt dimension och kvalitet (Densley Tingley et al., 2017). Beställaren kan inte förlita sig på en instabil och inkonsistens tillförsel av material, vilket kunde vara följden av att använda återanvända material (Rios et al., 2015). Detta medför att konsumenter som är intresserade av sådana material blir osäkra och därmed tillbakadragna (Kibert et al., 2001). Det påpekades även att det finns en uppfattning om att nytt material är bättre än återbrukade material, vilket skapar en ökad osäkerhet kring användning av dessa material (Storey & Pedersen Zari, n.d.).

Intresse och efterfrågan

När det gäller återanvändning av material är efterfrågan en av det största utmaningar (Densley Tingley et al., 2017). Intresset är väldigt lågt och allmänt saknas efterfrågan på sådana material. Materialen bedöms vara av lägre kvalité i jämförelse med jungfruliga material. Det vill säga att materialen uppfattas ha både sämre hållfasthet och skick (Rios et al., 2015). Det finns även en negativ uppfattning kring återhämtade material, då de anses ha ett lägre estetiskt värde (O. Akinade et al., 2020). Vidare saknas drivkrafter som driver beställaren mot sådana material, vilket kan bero på att priset på nya material är lågt. För en utökad användning av återvunna materialet, måste priset på detta vara lägre än priset för nytt material eller ha en karakteristik som skapar ett estetiskt mervärde för köparen (Kibert et al., 2001). En annan utmaning relaterad till efterfrågan är att det helt saknas användningsområden för en del av de återhämtade materialen (Storey & Pedersen Zari, n.d.).

Marknad

Det saknas etablerade marknader för det återhämtade material från demonteringsprocessen (Hurley & Hobbs, 2004). Certifiering av det återhämtade materialen är en av de största utmaningarna när det gäller marknaden. De innebär att det saknas kvalitetskontroller och graderingssystem för återanvända material eller byggnadskomponenter (Storey & Pedersen Zari, n.d.). Detta är en utmaning då det finns osäkerhet och invändningar angående materialens återstående hållfasthetskapacitet samt garantier på materialen. Konsumenternas negativa bedömning av återanvända material är en av faktorerna som förhindrar framväxandet av en fungerande marknad.

En annan utmaning är att återvinningsanläggningar generellt inte finns tillgängliga nära byggarbetsplatsen. Transporten som krävs för att transportera materialen till återvinningsanläggningen blir därför kostsamt och är samtidigt icke-miljövänlig (Rios et al., 2015). Det är kostsamt med lagring av de återhämtade byggnadskomponenterna och materialen. Dessutom är priset på nytt material väldigt låg, vilket medför att det saknas drivkraft för konsumenter ska vända sig till marknader för återhämtade material (Kibert et al., 2001).

4.1.3 Utmaningar relaterad till både designskede och slutskede

Tidskrävande

Tiden det tar för att demontera en byggnad vara från tre till åtta gånger längre än tiden för vanlig mekanisk rivning (Rios et al., 2015). Tid är en viktig faktor som avgör ett projekts kostnader och förseningar innebär extra kostnader. Projektansvarig person har som sitt ansvar att driva projektet enligt befintlig tidsplan och är därmed under en tidsbegränsning. Den verkliga eller upplevda tidspressen under ett projekt utgör ett hinder som kan förhindra demonteringsprocessen. Då demonteringsprocessen kräver mer tid än rivning, är rivning oftast ett mer rimligt alternativ för att ta vara på den tillgängliga tiden (Kibert et al., 2001). Det har även nämnts att det kostar tid och pengar att designa och välja material och komponenter som är lämpad för demontering. Den totala projekttiden och kostnaden kommer därmed att öka vilket kan utgöra ett hinder då tiden för ett projekt överskrides (O. Akinade et al., 2020).

Kunskap och information gällande DFD

Brist på kunskap och information kan bli en stor utmaning vid införande av DFD för nybyggnation. Arkitekter och konstruktörer anser att det är svårt att tillhandahålla information om materialet redan från designskedet. Det krävs information om materialens hållfasthetskapacitet (end of life performance) vid byggnadens slutskede och även informationen om vilka material som är tillgängliga för återanvändning samt återvinning. Konsekvensen av att inte veta vilka komponenter som kan återanvändas eller återvinnas hindrar implementeringen av DFD och därmed resulterar det till en icke hållbar process. Otillräcklig informationsöverföring från designskedet till slutskedet bidrar till att dekonstruktionsprocessen försvåras (O. Akinade et al., 2020). Denna utmaning påpekas även i artikeln *”Overcoming the barriers to deconstruction and materials reuse in New Zealand”* där det nämns att brist på information gällande materialen som används kan leda till osäkerhet för dekonstruktion (Storey & Pedersen Zari, n.d.). Följaktligen är bristen på utbildning och information gällande materialåtervinning och materialåteranvändning en stor utmaning för DFD (Rios et al., 2015). Det påpekas även att utmaningen ligger inte endast vid designskedet utan att det även saknas kunskap och skicklighet för att kunna demontera byggnader (Hurley & Hobbs, 2004). Felaktiga

demonteringsprocesser och oskicklighet kan resultera i skador på byggnadskomponenterna (Rios et al., 2015).

Regelverk och standard
En betydande utmaning som förhindrar framgången av design för demontering är brist på strikta regelverk och policys som binder företagen vid att arbeta för införandet av DFD. Det finns för nuvarande inga lagstiftningar som kräver att arkitekter och konstruktörer skall utforma en byggnad för demonterbarhet vid slutet av byggnadens livscykel. Detta gäller även för beställare och entreprenörer och totalt sett saknas lagstiftningar och policys som skapar förpliktelser för de inblandade. För att uppnå en allmän acceptans i byggbranschen måste det finnas lämpliga policys som driver branschen (O. Akinade et al., 2020). Det saknas även regler och standarder för återanvända byggnadsmaterial (Kibert et al., 2001). Det krävs att standardspecifikationer ska utvecklas för att främja återanvändningen av byggnadsmaterialen (Storey & Pedersen Zari, n.d.).

4.2 Intervjuer

Resultat och analys av det utförda intervjuer presenteras nedan. För att läsa de enskilda respondenternas svar på frågeformuläret se Appendix A.

Tabell 2 beskriver respektive respondents arbetsroll och dess erfarenhet i byggbranschen.

Tabell 2 Respondenterna befattning och erfarenhet

Intervjusubjekt	**Befattning**	**Erfarenhet**
Respondent 1	Miljöspecialist	9 år
Respondent 2	Konstruktör	8 år
Respondent 3	Hållbarhetschef	12 år
Respondent 4	Konstruktionschef	30 år

Respondent 1 arbetar som miljöspecialist med fokus på resurseffektivitet och cirkularitet. Respondenten nämnde att de även jobbar med olika forskningsutvecklingsprojekt och inköp. Respondent 2 arbetar som konstruktör och hade som uppgift att säkerställa kvalitén i projekterade byggen, 3D-parts kontroller och granskningar. Respondent 3 arbetar som hållbarhetschef på en arkitektfirma och hade som huvuduppgift företagets strategiska utveckling inom hållbarhet. Respondent 4 arbetar som en konstruktionschef och har som huvuduppgift att konstruera byggnader, anläggningar, hus etc.

I Tabell 3 sammanställs de utmaningar som de olika respondenterna påpekade. Där *regelverk, intresse/efterfrågan* och *marknad* är utmaningar som respondenterna är mest eniga om, vilket ger även intrycket av dessa utmaningar är de som är viktigast.

Tabell 3 Utmaningar från intervjustudien

Intervjustudie	UTMANINGAR							
Respondent	**Regelverk**	**Metoder/verktyg**	**Osäkerhet**	**Intresse/efterfrågan**	**Marknad**	**Tidskrävande**	**Kunskap/information**	**Modulärt byggande**
1	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗
2	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓
3	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓
4	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓
	4	1	2	4	4	1	2	3

Utifrån tabellen kan vi konstatera att många av de utmaningar som visas även påpekades i litteraturstudie-delen. Dock så kan dessa utmaningars innebörd skilja sig åt baserat på respondenternas uppfattningar och kunskaper jämfört med litteraturens innebörder. Detta kan då leda till att kategoriseringen av dessa utmaningar är delvis annorlunda än för litteraturstudiens resultat.

Liksom tidigare nämnt, så frågades det inte specifikt om vilka utmaningar som kan uppstå vid respektive skede. Detta resulterar till att precis som i litteraturstudiens tillvägagångssätt, genomföra en kategorisering av utmaningarna enligt följande:

1. Utmaningar vid designskede
2. Utmaningar vid byggnadens slutskede
3. Utmaningar relaterade till både designskedet och byggnadens slutskede

Utmaningar vid designskedet antas vara *metoder/verktyg*, *kunskap och information gällande DFD* och *modulärt byggande*. Antagandet baseras på respondenternas svar där dessa anses vara utmaningar vid tidigt designskede. Med *metoder/verktyg* så påpekas det att det behövs kopplingspunkter som kan underlätta DFD och att man redan från designskedet måste utforma dessa för att underlätta framtida demontering. *Kunskap och information gällande DFD* utgör en utmaning redan från designskedet då det är brist på kunskap och information för att kunna implementera DFD. *Modulärt byggande* är även en utmaning som kan påverka designskedet, då det inte är eftertraktad av beställare.

Kategoriseringen vid designskedet skiljer sig åt från litteraturstudien. De utmaningar som avviker är *Kunskap och information gällande DFD* och *Modulärt byggande*. Avvikelsen gällande *Kunskap och information gällande DFD* beror förmodligen på att respondenterna inte har tillräcklig kunskap inom området och att deras fokus enbart ligger på designskedet. Litteraturresultatet täcker brister på kunskap både för tidigt designskede och för demonteringsprocessen som sker vid slutet av byggnadens liv. Modulärt byggande är en utmaning som inte påpekas av litteraturstudien vilket kan beror på respondenternas egna erfarenheter från den svenska byggbranschen.

Utmaningar som hamnar under slutskedet är *Intresse/efterfrågan*, *Osäkerhet* och *Marknader*. Anledningen till detta är att respondenterna påpekar att intresset och efterfrågan kring återanvända material är låg. Detta är en utmaning i slutskedet då konstruktioner som är designade för att demonteras har som fokus att materialen skall återanvändas. *Osäkerhet* påverkar slutskedet då beställare är osäkra kring användning av återanvända material och detta

påverkar slutskedet då de konstruerade materialen ska återinföras i kretsloppet. Brist på *Marknader* är en utmaning som påverkar slutskedet då det dekonstruerade materialet skall kunna kvalitetskontrolleras och förädlas för att kunna återanvändas.

Utmaningar som berör både design och slutskedet är *Tidskrävande* och *Modulärt byggande. Tidskrävande* enligt respondenten påverkar de båda skedarna då det kräver längre tid för planering samt längre tid för att demontera byggnaden. Regelverk kan påverka både design och slutskedet, då det enligt respondenterna inte finns något som förpliktigar företagen och därmed finns det ingen drivkraft att införa DFD i designskedet. Det finns inga regler för det återanvända materialet, detta utgör ett hinder i slutskedet. Materialet behöver hanteras och verifieras för att kunna säkerställa återanvändning.

Nedan kommer de olika utmaningarna att beskrivas för att förtydliga dem och samtidigt bidra till ökad förståelse för de antaganden som har gjorts.

4.2.1 Utmaningar vid designskede

Metoder/verktyg för DFD
Respondenterna påpekade en viktig utmaning i att varje hus är unikt och därför är kopplingarna/knutpunkter i ett hus detaljerade och utformade för just den byggnaden. Att varje huskoppling är unik medför att återanvändning av dessa är komplicerade. Med detta menar respondenterna att nuvarande utmaning är en brist på standardiserade kopplingar för att DFD ska kunna underlättas. Då olika leverantörer använder sig av olika knutpunkter behövs det ett gemensamt system för olika framtagna knutpunkter som är dimensionerade för DFD.

Samtliga respondenter förutom respondent 2 var eniga om att brist på digitaliserade verktyg är inte en utmaning för design för dekonstruktion. Respondent 2 syftade på att detta är en utmaning som kopplas ihop med problematiken kring de standardiserade kopplingarna. Utmaningen med standardiserade kopplingar skulle då underlättas om det fanns ett digitaliserat verktyg med framtagna kopplingar som är gemensamt för alla aktörer i byggbranschen.

Kunskap och information gällande DFD
Utmaningen som berör kunskap och information kring DFD påpekades endast av respondent 2 och 4. Respondent 2 menade på att förtillfället så talas det inte mycket om DFD i byggbranschen och därmed leder det till att kunskapen kring konceptet är låg. Respondent 4 nämnde att brist på kunskap gäller allt som är nytt vilket kräver att man talar tydligt om konceptet så är det blir integrerat i branschen.

Modulärt byggande
Utmaningen med modulärt byggande innebär att om DFD implementeras finns det risk för enformighet, alltså att det saknas variation i byggnaders utseende. Detta anser majoriteten av respondenter är en utmaning då denna typ av byggnader inte längre är eftertraktad av beställare. Respondent 4 styrkte detta genom att tala om det så-kallade Miljonprogrammet som genomfördes i Sverige under 1960-talet. Denna typ av byggnader är inte eftertraktade och det var detta som respondenten försökte förmedla med utmaningen kring modulärt byggande.

4.2.2 Utmaningar vid byggnadens slutskede

Intresse och efterfråga
Respondenterna påpekade att intresset och efterfrågan gällande återanvända material är väldigt lågt. Det finns ingen trend från beställare på en ökad efterfrågan gällande återanvända material, därför kan detta medföra en utmaning för att implementera DFD. Respondent 3 påpekade även att priset för jungfruliga material är lågt vilket bidrar även till en minskad efterfrågan för återanvända material.

Marknader
Den utmaningen som samtliga respondenter ansåg var den grundläggande för att kunna införa design för dekonstruktion är att marknader måste bildas. Nya marknader med nya eller nuvarande aktörer måste bildas syftar till att återanvända material/komponenter inte bara kan användas vid nybyggnation utan att de även behöver kvalitetskontrolleras samt förädlas vid behov. Respondent 3 påpekade även att dessa aktörer inte nödvändigtvis behöver vara nya utan de kan även vara dom som redan nu tar emot rivningsavfall och därefter säljer detta vidare. Respondent 1 framhävde även att återvinningsanläggningar är oftast placerade långt ifrån byggen vilket är inte ekonomiskt eller miljövänligt att transportera materialen ditt.

Osäkerhet
Utmaningen som berörde osäkerhet gällde att det kan finnas en viss osäkerhet bland beställare kring återanvända material då de kan ha en sämre kvalitet. Detta är en utmaning enligt Respondent 1 då det knyts ihop med garantitiden för olika material och komponenter. Alltså innebär det att de måste ske ett mellan-steg för de återanvända materialen eftersom det är inte bara att ta ett återbrukat material/komponent och placera den i ny byggnad (se ovannämnda utmaningen *Marknad*).

4.2.3 Utmaningar relaterade till både designskede och byggnadens slutskede

Tidskrävande
Tidskrävande som utmaning uppmärksamdes endast av Respondent 1 som påpekade att DFD kan leda till en tidsfördröjning. Respondenten menade att ett återbrukande projekt kräver en längre tidsperiod i jämförelse med ett traditionellt projekt. Eftersom tiden fortfarande är ett stort problem då allt ska ske så snabbt så möjligt, uppstår en utmaning för återbrukande projekt. Tidfördröjning kan ske båda i design-skedet men även vid demontering av byggnaden.

Regelverk och standard
En central utmaning för alla respondenter är brist på lagar och förordningar. Om det inte finns miljölagar eller något annat som binder företagen inom den svenska byggbranschen kommer det finnas en risk att beställaren kommer att välja det billigare alternativet som erbjuds. Det är oftast dyrare att projektera med miljömålen inräknade och det kräver en längre tidsperiod vilket knyts samman med varför beställaren väljer de billigare alternativet. Respondent 4 påpekade att det kommer behövas ett regelverk för att DFD ska kunna genomföras och med detta så menade respondenten att det måste finnas beräkningsmetoder, hantering och verifiering av återanvända material.

4.3 Likheter mellan de olika resultaten

Trots att resultaten från respondenterna inte var omfattande och att de olika respondenterna inte hade bekantat sig väl med DFD, kunde man se många likheter mellan litteraturstudiens och respondenternas uppfattning kring de utmaningar som kan uppstå. Likheterna presenteras nedan efter varje utmaning, tillsammans med en beskrivande text.

Regelverk

- Binda företagen
- Regler för återanvända material

Alla respondenter förutom Respondent 4 var eniga om att lagkrav behövs för att binda företagen och aktörerna. vilket även nämndes i litteraturstudien där Akinade et al. (2020) beskrev att för tillfället är det brist på regelverk som binder företagen. Likheten gällande regler för återanvända material syftade på det som Respondent 4 och Kibert et al. (2001) påtalade, nämligen att det behövs regler för att hantera de återanvända materialen.

Metoder/verktyg

- *Kopplingspunkter*

Respondent 2 och 3 påpekade att kopplingspunkterna i olika byggnader kan variera och är unikt formade för just den byggnaden, vilket kan medföra till svårighet vid demonteringen och återanvändningen. Detta knyts samman med litteraturstudien där Rios et al. (2015) påpekade att kopplingsmetoder som försvårar demonteringsprocessen måste undvikas.

Intresse/efterfrågan

- Lågt intresse
- Ingen drivkraft

Enligt alla respondenterna är intresset/efterfrågan väldigt låg gällande återanvända material. Detta påpekades även i litteraturstudien av Rios et al. (2015). En annan likhet som hittades mellan resultaten är att vad Respondent 3 och Kibert et al. (2015) nämnde, nämligen att priset på nytt material är lågt vilket skapar brist på drivkraft för beställare att vända sig till återanvända material.

Marknader

- Återanvända material
- Kvalitetskontroller

Med marknader syftade Hurley och Hobbs (2004) samt alla respondenterna att en utmaning för DFD är brist på fungerande marknader för återanvänt material. Med marknader menade respondenterna att återanvända material måste kunna kvalitetskontrolleras och förädlas för att kunna säkerställa erforderlig kvalitet, vilket även påpekades av Storey och Pedersen (n.d.) som nämnde att kvalitetskontroller för återanvänd material saknas.

Tidskrävande

- *Ökad designtid*
- *Ökad demonteringstid*

Respondent 1 påpekade att tiden för återbrukande projekt kan bidra till förlängda designskedet men även att tiden för demonteringsprocessen i slutet skedet kan öka. Akinade et al. (2020) nämnde detta i litteraturen där val av lämpliga byggnadsmaterial och komponenter som är lämpade för att demontering kräver längre designperiod. Rios et al. (2015) framhävde att demonteringsprocessen kräver en längre tidsperiod än den traditionella rivningsprocessen.

Osäkerhet

- *Återanvända materials kvalitet*

Likheten som berörde osäkerhet är att det finns en uppfattning och en viss osäkerhet i att återanvända material är av en sämre kvalitet. Detta påpekades av Storey och Pedersen (n.d.) och även av alla respondenter som ansåg att osäkerhet är en utmaning.

Kunskap och information gällande DFD

- *Brist på kunskap*

Som båda respondent 2 och 4 påpekade är det bristen på kunskap som förhindrar framgången av nya koncept, vilket även påpekades av Rios et al. (2015) som nämner att bristen på utbildning och information är en stor utmaning gällande DFD.

5 Diskussion

5.1 Metoddiskussion

Metoden under rapportens gång har fungerat bra. Litteraturstudien bidrog till att inte utlämna gjorda lärdomar inom området. Det innebär att med hjälp av de befintliga artiklar, rapporter och intervjuer kan rapporten fördjupas ytterligare inom det studerade området. Resultaten strukturerades med kategorisering, kategoriseringen medförde även till en djupare förståelse för utmaningar och vilka skeden som respektive utmaningar berör. För intervjustudien var det tänkta antal intervjusubjekt mellan 8–10 personer, fler intervjusubjekt möjliggör ett omfattande och representativt resultat. Ett högre antal intervjupersoner skapar ett bredare underlag för framtagandet av utmaningar kring ämnet. För intervjustudien så deltog endast fyra personer, vilket kan bero på bland annat rådande omständigheter med Corona-pandemin, okunskap om ämnet, tidsbrist och intresse hos intervjusubjekten. Intervjusubjektens tillhörande arbetsroller innefattar: miljöspecialist, hållbarhetschef, konstruktör och konstruktionschef. Hälften av intervjupersoner arbetar med miljö och hållbarhetsrelaterade frågor och kan därför ha mer progressiva perspektiv i jämförelse med andra aktörer som behandlar tekniska frågor. Detta kan även belysas i respondenternas svar på frågorna, vissa har ett mer utvecklat och utförligt svar medan andra svarade kortfattat. Frågeställningar för intervjun var väldigt omfattande, vilket underlättar för intervjun då majoriteten saknade kunskap om DFD. Intervjuerna skedde under tidigt skede av arbetet, vilket till oss var en fördel då det krävde tid att transkribera och analysera innehållet.

Trots att antalet intervjupersoner underskrider förväntade antal kunde en god trovärdighet påvisas. Det beror på att större likheter mellan respondenternas svar och litteraturstudien kunde identifieras. Följaktligen kan tillförlitligheten med arbetet förbättras med fler intervjuer och en större variation på respondenternas befattning.

5.2 Resultat diskussion

Baserad på observationer från intervjustudien kan det konstateras att byggsektorn fortfarande är i en tidig fas av cirkularitet. Det är inte förens nu som intresset för cirkularitet uppstår till följd av den ökade miljöbelastningen. Samtliga respondenter är eniga om att konceptet inte är genomarbetat i branschen utan det är endast i mindre skala som man arbetar gentemot cirkulärt byggande. Det kan vara olika checkpunkter som minimera mängden avfall och miljöpåverkan. Respondent 2 styrker att när det gäller miljö så arbetar de med miljöklassade produkter. Konceptet är alltså relativt nytt och inga större ändringar har tagits plats. Dock har respondenter nämnt att det kommer ske stora förändringar när det gäller planering för återvinning och återanvändning de kommande tre åren. Eftersom branschen fortfarande är i ett tidigt skede av cirkularitet så råder det fortfarande okunskap om cirkulära lösningar som design för demontering. Detta kan ses från intervjustudien där tre av respondenterna varken hört talas om begreppet eller planerat för det. Endast en respondent har planerat för DFD i ett forskningsutvecklings projekt. Eftersom majoriteten av respondenterna inte haft projekt som behandlar DFD så är kunskapen kring konceptet lågt. Trots det kan likheter hittas mellan resultatet från intervjustudien och litteraturstudien, vilket påvisar en god trovärdighet i respondenterna svar.

En jämförelse mellan resultaten har lett fram till intressanta synpunkter. Utmaningar som togs upp av litteraturstudien är mer omfattande och detaljerade än resultatet från intervjustudien. Dock är detta förväntat då det råder okunskap kring ämnet hos respondenterna. Det förekommer även intressanta avvikelser i utmaningarna som presenterades i resultaten. De utmaningar som

avviker mellan resultaten är *Konservativ bransch, Metoder/verktyg och Modulärtbyggande*. *Konservativ bransch* påvisades i litteraturresultatet men inte i intervjuresultatet, vilket kan innebära att samtliga respondenter är eniga om att *Konservativ bransch* inte längre utgör en utmaning. Det kan även beror på att branschen ständigt försöker utvecklas och därmed är mer öppen för nya idéer. För *Metoder/verktyg* hittades likhet mellan resultaten men även en skillnad. Litteraturresultaten anser att digitaliserade verktyg är ett problem, men tre av respondenterna ser inte det som en utmaning för DFD. Detta kan bero på att teknologiska utvecklingen har kommit långt och digitaliserade verktyg anses därmed inte som en utmaning. Samtidigt kan det vara att respondenterna saknar kunskap för DFD och överskattat de existerande BIM verktygen. En intressant utmaning som togs upp av respondenterna men inte av litteraturstudien är *Modulärt byggande*. Anledningen till detta kan vara att respondenterna har sina egna unika uppfattningar baserad på deras egen erfarenhet inom branschen.

Litteraturresultatet tyder på att *Regelverk, metoder/verktyg, intresse/efterfrågan, marknad* och *tidskrävande* är utmaningarna som refererat flest gånger. Intervjuresultatet visar däremot att *Regelverk, Intresse/efterfrågan, marknad* och *Modulärt byggande* är barriärer som majoriteten av respondenter är eniga om. Utifrån detta konstateras att *regelverk, intresse/efterfrågan* och *marknad* är de utmaningar som är mest centrala om båda resultaten skall beaktas. Det som menas med att utmaningarna är centrala är att dessa utmaningar bör undersökas och studeras först, eftersom både litteraturen och respondenterna styrker utmaningen vilket visar på hur viktig utmaningen är. Således kan de tänkas att dessa utmaningar bör överkommas först för att sedan titta närmare på resterande utmaningar. Det är viktigt att inte misstolka utmaningarna till DFD som separata utmaningar, då utmaningarna är på ett eller annat sammankopplade. Att utmaningarna är sammankopplade innebär att överkommande av en utmaning kan bidra till att resterande utmaningarna underlättas eller lösas. Detta kan illustreras med utmaningen *Regelverk*. Ifall det uppkommer *Regelverk* som binder företagen att arbeta för DFD kommer branschen att behöva expandera sin kunskap och information. Med mer kunskap och information kommer det skapas drivkraft för nya metoder och verktyg som underlättar DFD. Detta medför att processen för att planera för DFD och dekonstruktionsprocessen blir smidigare och mindre tid krävs. Obligationer som uppstår till följd av *Regelverk* resulterar även i att nya marknader kan bildas för att ta hand om de återhämtade materialen från dekonstruktion. Utifrån detta kan det konstateras att utmaningarna är kopplade till varandra och kan därmed inte ses som enskilda.

En granskning av resultatet kunde även påvisa att vissa utmaningar hänger samman med Thormarks riktlinjer som presenteras i kapitel 3.2.2. Båda resultaten är eniga om att kopplingspunkter utgör en utmaning, vilket sammanfaller med Thormarks riktlinje 11 att använda sig utav mekaniska sammanfogningar. Mekaniska sammanfogningar underlättar demonteringsprocessen och minskar risken för skador på komponenterna. En annan utmaning som kan kopplas med Thormarks riktlinjer är användning av kompositmaterial. Thormarks riktlinje 2 är att undvika kompositmaterial eftersom komposita material ökar komplexitet för återvinning samt försvårar dekonstruktionsprocessen.

Trots det utmaningar som kopplas samman med DFD så tror vi att DFD kommer att vara en av de lösningar som kommer att implementeras i byggsektorn. DFD har många fördelar och med ett samhälle som går mot mer miljömässiga val är DFD något att satsa på. Det sammanställda utmaningarna ska användas som en vägledning för att både företagen och allmänheten skall beakta och arbeta för att överkomma dessa utmaningar. Vi behöver agera för att driva branschen mot cirkulärt byggande och DFD är en lösning för det.

6 Slutsats

Design för dekonstruktion är en effektiv metod som kan frambringa många viktiga fördelar. Det olika fördelarna kan bestå bland annat av miljömässiga, ekonomiska och sociala. Dock kan det konstateras att DFD är inte så enkelt att implementera med avseende på litteraturstudien och de utförda intervjuerna. DFD är ett nytt koncept inom den svenska byggsektorn och det råder okunskap bland aktörerna gällande området. Trots detta kunde de sammanställda utmaningarna frambringa många likheter, vilket innebär att aktörerna har en god insikt av vad utmaningarna gällande DFD kan vara. Utmaningar som har identifierats utifrån intervjustudien och litteraturstudien är *regelverk, intresse/efterfrågan, metoder/verktyg, osäkerhet, Marknad, Kunskap och information, tidskrävande, konservativ bransch* och *Modulärtbyggande.* Utifrån de sammanställda utmaningarna kunde de påvisas att det finns tre centrala utmaningar, *regelverk, intresse/efterfrågan* och *marknad* som båda berör designskedet och slutskedet av en byggnad. Dessa anses centrala då antalet som styrker utmaningen ger intrycket till utmaningens relevans. Således kan det tänkas att dessa utmaningar skall prioriteras. Det olika utmaningarna är kopplade till varandra, genom att arbeta med det centrala utmaningarna kan resterande utmaningar underlättas och eventuellt överkommas.

Fortsatta studier

Fortsätta studier inom ämnet som kan vara intressant att forska vidare på är följande:

- Fördjupade studier om varje enskild utmaning
- Åtgärdsförslag för respektive utmaningar
- Intervjustudie med rivningsföretag
- Intervjustudie med olika materialleverantörer

Referenser

Akinade, O. O., Oyedele, L. O., Bilal, M., Ajayi, S. O., Owolabi, H. A., Alaka, H. A. & Bello, S. A. (2015). Waste minimisation through deconstruction: A BIM based Deconstructability Assessment Score (BIM-DAS). *Resources, Conservation and Recycling*, *105*, 167–176. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.10.018

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. *Production Planning and Control*, *31*(10), 829–840. https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1695006

Boverket. (2017). *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn - Boverket*. https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/

Boverket. (2018a). *Hållbart byggande med minskad klimatpåverkan*. https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2018/hallbart-byggande-med-minskad-klimatpaverkan.pdf

Boverket. (2018b). *Miljöindikatorer - aktuell status*. 2018. https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/

Bradley, G. (2001). Building Deconstruction: International Report. *International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB)*, 1–79.

Bryman, A. (2018). *Samhällsvetenskapliga metoder*.

Chini, A. & Bruening, S. (2003). Deconstruction and materials reuse in the United States. *The Future of Sustainable Construction*, *October*, 1–22. http://www.bcn.ufl.edu/iejc/pindex/109/chini.pdf

Densley Tingley, D., Cooper, S. & Cullen, J. (2017). Understanding and overcoming the barriers to structural steel reuse, a UK perspective. *Journal of Cleaner Production*, *148*(2017), 642–652. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.006

DESA, U. (2015). *World population projected to reach 9.7 billion by 2050 | UN DESA | United Nations Department of Economic and Social Affairs*. UN Department of Economic and Social Affairs. http://www.un.org/en/development/desa/news/population/2015-report.html%5Cnhttps://www.un.org/development/desa/en/news/population/2015-report.html

Ewing, B., Moore, D., Goldfinger, S. H., Oursler, A., Reed, A. & Wackernagel, M. (2010). Ecological Footprint Atlas 2010. *Global Footprint Network*, 1–111. http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf

FN. (n.d.). *FN som organisation*. https://fn.se/vi-gor/vi-utbildar-och-informerar/fn-info/fn-som-organisation/

footprintnetwork. (n.d.). *Glossary*. Footprintnetwork. https://www.footprintnetwork.org/resources/glossary/

Foundation, E. M. (2013). Towards the Circular Economy. In *Ellen MacArthur Foundation* (Vol. 1). http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1162/108819806775545321/abstract

Gulliksson, H. & Holmgren, U. (2018). *Hållbar utveckling: teknik, samhälle, och livskvalitet* (3rd ed.).

Guy, Brad & Ciarimboli, N. (2008). *Design for Disassembly in the built enviroment: a guide*

to closed-loop design and building.
Guy, Bradley, Shell, S. & H, E. (2006). *Design for deconstruction and material reuse*. 21.
Höst, M., Regnell, B. & Runeson, P. (2006). *Att genomföra examensarbete*.
Hurley, J. & Hobbs, G. (2004). Report 9: TG39—UK Country Report on Deconstruction. *CIB Publication: Rotterdam, The Netherlands*.
Kanters, J. (2018). Design for deconstruction in the design process: State of the art. *Buildings*, *8*(11). https://doi.org/10.3390/buildings8110150
Kestner, D. M. & Webster, M. D. (2010). Achieving Sustainability through Durability, Adaptability, and Deconstructability. In *Structure Magazine* (pp. 10–12). http://www.tegnos.org/files/Structure_Mar_2010.pdf
Kibert, C. J., Chini, A. R. & Jennifer, L. (2001). Deconstruction As an Essential Component of Sustainable Construction. *CIB World Building Congress*, *April*, 1–11.
Nationalencyklopedin. (n.d.). *ekologisk faktor*. Nationalencyklopedin. https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/ekologisk-faktor
Nationalencyklopedin. (2011). *Ekologiskt fotavtryck*. Nationalencyklopedin. https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/ekologiskt-fotavtryck
Naturvårdsverket. (2014). *Bygg- och rivningsavfall*. Naturvardsverket. https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Vem-gor-vad/Bygg--och-rivningsavfall/
Naturvårdsverket. (2020a). *Hushållningsprincipen och kretsloppsprincipen*. Naturvardsverket. https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Hansynsreglerna--kapitel-2-miljobalken/5--Hushallnings--kretsloppsprincipen-/
Naturvårdsverket. (2020b). *Yearly assessment of Sweden's national environmental goals for 2020 - With a focus on governmental initiatives*.
Persson, C. & Persson, T. (2011). *Hållbar utveckling: människa, miljö och samhälle* (2nd ed.).
Rios, F. C., Chong, W. K. & Grau, D. (2015). Design for Disassembly and Deconstruction - Challenges and Opportunities. *Procedia Engineering*, *118*(January 2016), 1296–1304. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.485
Storey, A. J. B. & Pedersen Zari, M. (n.d.). *Overcoming the Barriers To Deconstruction and Materials Reuse in New Zealand*.
Stukát, S. (2011). *Att skriva examensarbete inom utbildningsvetenskap*.
Thormark, C. (2008). *Projektera för demontering och återvinning*.

Appendix A

Respondent 1 – Miljöspecialist

Vilken roll har du inom jobbet och vad arbetar du med? Miljöspecialist med fokus på resurseffektivitet och cirkularitet. Respondenten jobbar med olika forskningsutvecklings projekt. Det kan vara olika projekt så som gipsåtervinningsprojekt eller plaståtervinningsprojekt. Respondenten jobbar även mycket med avfalls entreprenörer där möten sker kontinuerligt för att de ska öka materialåtervinningen och jobba för cirkulära lösningar. Respondenten jobbar också en hel del med inköp för att stöta medarbetarna med miljöfrågor.

Hur arbetar ni idag för att uppnå cirkulärt byggande? Planeras det in i projekten för en ökad återvinning och materialåteranvändning?
Generellt så är har byggbranschen inte kommit långt inom cirkulärt byggande. Det är fortfarande den traditionella byggprocessen som inte är väl genomarbetad inom detta område. Det är inte förens nu som man talar ganska mycket om cirkularitet och hur man skall dimensionera byggnader på ett bättre sätt som då är lämpat för ett slutet kretslopp. Detta kan innebära materialval som är lämpade för återbruk eller återanvändning samt hur man är mer resurseffektiv i framtiden. Respondenten nämner att under de kommande 3 åren så kommer det vara ett stort fokus på att redan i ett tidigare skede planera för återanvändning och återvinning. Just nu är det inte genomarbetat att vid projekteringen planera för återvinning eller materialanvändning utan det finns till exempel en checkpunkt där man skall minska mängden avfall. Respondenten påpekar att de redan har börjat med detta i ett projekt där fönsterlevrantören skall ta fram demontering instruktioner för att man ska lätt kunna ta isär fönsterprodukterna. Respondenten nämner även att det har börjat ställa frågor av hur leverantörerna jobbar med sina produkter och hur den produkten kan återanvändas, detta menar Respondenten att det kan bli en tankeställare för leverantören för att det kan innebära att deras produkt måste utformas på ett annat sätt eller med andra material som kan återvinnas.

Har ni planerat för eller hört talas om design för dekonstruktion? Finns det en ökad efterfrågan för återanvändning eller återvinning i byggsektorn?
Respondenten nämner att det inte har haft något projekt som omfattar hela byggnaden utan de har haft olika detaljexempel som inriktar sig på DFD. Ett detaljexempel som Respondenten nämnde var när beställaren skulle ha kvar sina tik fönster från 60-talet vid en renovering, detta gjorde att man demonterade fönster och förnyade dom istället för att ersätta dom med nya fönster. Respondenten nämner även intressanta och goda exempel från danska arkitekter (lenddagher), då dom använder sig helt av återbrukade material (fönster, betong, fasad material mm).
Enligt representanten så har inte efterfrågan av återbrukade eller återvinnande material av beställaren ökad men tror att det kommer att öka under kommande åren.

Vad krävs för att vi skall kunna implementera DFD i projekteringsskedet?
a) Miljökrav och regler
b) Nya affärsmodeller
c)Nytt tänkande (intresse och kunskap) (främst beställaren)
d)Digitaliserade verktyg
e) Ny marknad för återförsäljning av återbrukade material
f) Marknadsföring

Inom EU så håller man på att ta fram en plan för en cirkulär ekonomi och då är produktdirektivet en punkt som kan komma att diskuteras. Detta innebär att man måste dimensionera produkter för en längre tidslängd, renoveringsbar, lätt att laga mm. Även i Sverige så utförs en handlingsplan där Respondenten

hoppas att de kan komma en kvotplikt, de innebär att en viss del av en produkt måste bestå av återvunnit material. Respondenten nämner även också att de är krav på klimatkalkyler på byggnader från och med första januari 2021. Till en början är det endast att lära sig utföra kalkyler på rätt sätt, men i nästa steg så är det främst att få ner koldioxidhalten som produceras. Respondenten nämner då för detta så kommer man att diskuteras och kolla på olika metoder som inriktar sig på återvinning och återvunnet material som kan appliceras för att få ner mängden koldioxid. Det som Respondenten nämner om det inte finns miljölagar eller något annat som binder företagen så kommer det finnas en risk där beställaren väljer det billigare alternativet. Det som man styrs fortfarande av är ekonomin men Respondenten hoppas på att under de 3 kommande åren så ändras detta och man tar in miljömål osv. Det som även kan leda till att beställaren inte väljer det alternativet som läggs fram med miljöaspekter är på grund av det är oftast dyrare och kräver en längre tidsperiod. Osäkerhet kring kvaliteten på materialen är en utmaning enligt respondenten. Respondenten påpekade att de är utmanande då det går i hand med garantitiden och hur den påverkas. Respondenten menar då att det är inte bara att ta ett återbrukad fönster och placera den i en ny byggnad. Utan det kommer behövas en förädling av produkten och sedan testa den. Detta kommer leda till att nya aktörer behöver utvecklas för att kvalitetstesta dessa återbrukade material samt kunna förädla dom. Respondenten påpekade även att återvinningsanläggningar är oftast placerade långt ifrån byggen och därmed är det inte ekonomiskt att köra dessa långa sträckor, även en belastning på miljön. Respondenten nämner även ett exempel från Lenddagher där man jämförde återbrukade projekt med traditionella projekt. Det visade sig att kostnaderna för det båda projekten vad ungefär like mycket, men en utmaning med återbrukade projekten var tiden som behövde läggas ner. Detta påpekar respondenten då det anser att DFD kan frambringa den utmaningen.

Respondent 2 – Konstruktör

Vilken roll har du inom jobbet och vad arbetar du med? Respondenten jobbar som konstruktör och har som arbetsuppgifter att säkerställa kvalitén i projekterade byggen,3D parts kontroller och granskningar. Men respondenten påpekar även att de arbetar med projektering i system- och/eller bygghandlingsskeden samt tidiga förslagskonstruktioner. Oftast är det flera projekt iblandade som respondenten arbetar med men ibland kan det inträffa att de arbetar med ett större projekt och då arbetar man endast med det.

Hur arbetar ni idag för att uppnå cirkulärt byggande? Planeras det in i projekten för en ökad återvinning och materialåteranvändning?
Respondenten nämner att han har endast hört talas om cirkulärt byggande och återanvändning av material. Men det har inte använts utan saker som respondenten nämner som de arbetar med när det gäller miljön så är det att de miljöklassar produktval.

I dagsläget så planeras det inte in i projekten för ökad återvinning eller materialåteranvändning, då det inte finns en tydlig trend på en ökad efterfrågan från beställaren när det gäller detta. Dock kan det nämnas att återvinningskrav ställs på vissa produktinköp.

Har ni planerat för eller hört talas om design för dekonstruktion? Finns det en ökad efterfrågan för återanvändning eller återvinning i byggsektorn?
Respondenten har inte hört talas om eller planerat för design för dekonstruktion. Tänket har man stött på men inte själva begreppet nämner respondenten. Som tidigare nämnt så är ingen tydlig trend på en ökad efterfrågan bland beställare.

Vilka är de viktigaste fördelarna med DFD enligt dig?
Dom främsta fördelarna som respondenten anser är ekonomiska och miljömässiga om DFD hade varit implementerat i svensk byggsektor. Med ekonomiska fördelar så kommer det gynna företaget på det sättet att det borde kunna bli billigare att köpa återanvända produkter än nytillverkade produkter. Detta knyts ihop med miljömässiga fördelar då återanvända produkter leder till att nytillverkade produkter minskar och med detta minskar miljöpåverkan.

Vad krävs för att vi skall kunna implementera DFD i projekteringsskedet?

a) Miljökrav och regler
b) Nya affärsmodeller
c)Nytt tänkande (intresse och kunskap) (främst beställaren)
d)Digitaliserade verktyg
e) Ny marknad för återförsäljning av återbrukade material
f) Marknadsföring
Respondenten nämner att om nya miljökrav kommer så kommer det sätta nya spelregler. Detta innebär att något incitament som byggaktörera tillsammans skall prioritera, Kan vara en kvotregel för hut mycket återvunnet material som skall användas vid ett projekt. Detta eftersom i dagsläget så finns det inga incitament som begränsar respondenten i en stor utsträckning. Nya affärsmodeller behöver implementeras för att det i slutändan skall vara lönsamt påpekar respondenten. Affärsmodeller som fokuserar på återvinning och återanvändning av material från äldre hus. En viktig utmaning att tänka på är att varje hus är unikt och därmed är knutpunkterna i ett hus detaljerade och utformade för just den byggnaden. Detta kan då leda till att dessa knutpunkter är svåra att återanvända. Brist på kunskap är även en utmaning, desto fler som talar ut om det så leder det till att kunskapen om DFD ökar. Att skapa en trend bland det stora byggaktörer för att ta samhällsansvar eftersom de står för en stor del av det avfall som bildas. Dessa trender underlättar utmaningen som kan bildas på grund av beställaren då det är osäkra om DFD om det inte har talats eller diskuterats om i byggbranschen. Nya digitaliserade verktyg hade underlättat arbetet med Design för dekonstruktion. Detta menar respondenten genom att de används som en katalog med olika framtagna standardiserade byggnadsdelar, alltså ett verktyg som används som en databas för konstruktörer. En utmaning med att använda återanvända material är att man ska kunna säkerställa kvaliteten. Detta innebär att nya aktörer måste bildas anser respondenten. För att säkerställa kvaliteten så kommer man kunna även kunna överkomma utmaningen med garantitiden.

Tror du DFD kan vara lösningen för cirkulärt byggande i framtiden?
Respondenten tror att det kan vara en av flera lösningar i framtiden, men som tidigare nämnt så kommer de behövas aktörer eller nya maskiner som kvalitets testar och säkerställer kvaliteten.

Respondent 3 – Hållbarhetschef

Vilken roll har du inom företaget? Respondenten jobbar som hållbarhetschef på ett arkitektföretag. Detta innebär dels att man arbetar med företagets strategiska utveckling inom hållbarhet. Respondenten driver även forskning och utvecklingsprojekt inom cirkulärt byggande.

Hur arbetar ni idag för att uppnå cirkulärt byggande? Planeras det in i projekten för en ökad återvinning och materialåteranvändning?
Respondenten nämner att det har startat FOU projekt för att de skall lära sig mer och därmed jobba med kompetenshöjning inom företaget med koppling till cirkulärt byggande. Projektet inriktar sig på riksbyggens typhus för att sedan kunna se vad man kan göra för att de typhuset skall vara mer cirkulärt. Med cirkularitet så menar respondenten hur man kan skapa en längre livslängd, bättre möjlighet för renovering, anpassa efter förändrade behov. Det designas även in för material med hög andel av återbrukat material. Detta projekt används till att summera ihop erfarenheterna i ett verktyg kallat för SIX. Respondenten menar då att detta verktyg kommer kunna användas i framtida projekt som en checklista för cirkulärt byggande. Men som en helhet så jobbar man fortfarande inte mycket med cirkularitet i många projekt, utan det är endast få projekt som arbetar med det.

Har ni planerat för eller hört talas om design för dekonstruktion? Finns det en ökad efterfrågan för återanvändning eller återvinning i byggsektorn?
Respondenten har planerat för DFD i FOU projekten som tidigare nämndes. Det finns en ökad efterfrågan men den är fortfarande väldigt låg bland det projekt som finns.

Vilka är de viktigaste fördelarna med DFD enligt dig?
respondenten nämner att en fördel kommer att vara att skjuta ekonomin från material till arbetskraft utifrån det sociala värdeskapandet. Respondenten menar då att den hellre lägger pengar på att få folk i arbete istället för att betala för billiga jungfruliga material. Det miljömässiga fördelarna är användningen

av återanvända eller återbrukade material istället för nytillverkade. En annan fördel kan vara att materialet som används är av ett historiskt värde och därmed anses väldigt attraktiv för befolkningen. Med ekonomiska fördelar kan de innebära att väldigt många nya företag kommer att bildas inom cirkulärt byggande, och de som anpassar sin affärsmodell bäst kommer att gynnas väldigt bra ekonomiskt anser respondenten.

Vad krävs för att vi skall kunna implementera DFD i projekteringsskedet?
a) Miljökrav och regler
b) Nya affärsmodeller
c)Nytt tänkande (intresse och kunskap) (främst beställaren)
d)Digitaliserade verktyg
e) Ny marknad för återförsäljning av återbrukade material
f) Marknadsföring
respondenten anser att vi behöver bli bättre på att krav ställa kring nyttjande av återbrukad material och design för dekonstruktion i design skedet. Detta kommer då leda till att båda entreprenörer och konsulter ställer om sig till de nya lagkraven.
Det kommer krävas att nya aktörer bildas för att kvalitets testa det återanvända eller återbrukade materialet. Det kan även leda till att de aktörer som tar emot avfallet även kvalitetstestar dom och säljer vidare de återanvända eller återvunna materialet. Dessa material måste vara billigare än jungfruliga material eftersom dagens jungfruliga material är billiga.
En utmaning som respondenten även nämner är kopplingspunkter, då olika leverantörer har olika kopplingspunkter (knutpunkter). Detta leder då till att man behöver någon slags av standardiserad modul som är gemensam för de olika leverantörerna.
En möjlig utmaning ur ett arkitektperspektiv är att man designar byggnader för att det skall stå under en längre tidsperiod samtidigt som det håller en god kvalitet och vacker estetik. Detta kan då leda till att om man även tar hänsyn till cirkulärt byggande så kommer det bli en modulärt byggande med enformighet.

Respondent 4 – Konstruktionschef

Vilken roll har du inom företaget? Respondenten arbetar som en konstruktionschef och har som huvuduppgift att konstruera byggnader, anläggningar etc.

Hur arbetar ni idag för att uppnå cirkulärt byggande? Planeras det in i projekten för en ökad återvinning och materialåteranvändning?
Respondenten nämner att de arbetar med återvinning, de håller på att ta fram en ny typ av betong som genererar mindre koldioxidutsläpp. Respondenten är även inblandad i forskningsutvecklings projekt där man ska kunna återanvända stålpelare utan att valsa om dom. Alltså är grundtanken att ta en återanvänd pelare och placera in den i en nybyggnad.
Då det inte finns en ökad efterfrågan från beställare så planeras det inte in för en ökad materialåteranvändning eller återvinning i dagsläget.

Har ni planerat för eller hört talas om design för dekonstruktion? Finns det en ökad efterfrågan för återanvändning eller återvinning i byggsektorn?
Respondenten har inte hört talas om design för dekonstruktion, utan själva grundidén med DFD har respondenten arbetat med i FOU projektet. Som tidigare nämnt så är de ingen efterfrågan gällande återanvändning eller återvinning från beställare.

Vilka är de viktigaste fördelarna med DFD enligt dig?
Fördelen med att implementera DFD leder till att minskar materialåtgången av råmaterial. Det kan även bidra till en minskning av koldioxidutsläppen då tillverkningen av nya material minskar. Respondenten påpekar att de kan uppstå ekonomiska fördelar i framtiden då återbrukade material bör ha ett lägre pris än nytillverkade.

Vad krävs för att vi skall kunna implementera DFD i projekteringsskedet?

a) Miljökrav och regler
b) Nya affärsmodeller
c)Nytt tänkande (intresse och kunskap) (främst beställaren)
d)Digitaliserade verktyg
e) Ny marknad för återförsäljning av återbrukade material
f) Marknadsföring

Respondenten nämnde att en av utmaningarna med DFD är förtillfället att det finns ingen efterfrågan från beställare. Alltså krävs det ett intresse från beställaren för att man ska kunna använda sig av DFD. Respondenten påpekade även ett nytt regelverk måste implementeras för att man skall kunna använda sig av återbrukat material. Detta innebär att i regelverket så specificeras hur man hanterar återbrukade material, hur man ska räkna på de och hur man ska verifiera att materialet klara det krav. Nya aktörer behöver bildas för att kvalitets testa dessa återbrukade materialen utifrån ett regelverk som tidigare nämnt. Respondenten påpekade även en utmaning som kan bildas vid design för dekonstruktion är enformighet av byggnader så som tex miljonprogrammet, detta är inte längre eftertraktad av beställare. Som allt annat så brist på kunskap en utmaning, då design för dekonstruktion är relativt nytt på marknaden så krävs de att man talar ut så de blir allt vanligare.

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se

CHALMERS