

# Cirkulär ekonomi och dekonstruktion för återanvändning och återvinning inom byggindustrin

**JOEL PERSSON 2015**  
**MVEM30 EXAMENSARBETE FÖR MASTEREXAMEN 30 HP**  
**MILJÖVETENSKAP - TILLÄMPAD KLIMATSTRATEGI | LUNDS UNIVERSITET**  
**HANDLEDARE: BERNADETT KISS (IIIEE)**



## Sammanfattning

Byggindustri står för omfattande utmaningar när det gäller att minska miljöpåverkan. Cirkulär ekonomi är ett begrepp som öppnar upp för ett mer cirkulärt helhetstänk som implementerat inom byggindustrin kan få byggindustrin att frångå den traditionellt linjära modellen. Detta konstaterande öppnar upp för en frågeställning kring hur cirkulär ekonomi kan implementeras inom byggindustrin genom dekonstruktion för återanvändning och återvinning. En fallstudie har genomförts uppdelad i tre fallstudieobjekt, samt intervjuer med tre av Sveriges största byggföretag. Resultatet redovisas utifrån ett analytiskt ramverk baserat på begreppet cirkulär ekonomi, hållbar design och dekonstruktion. En implementering av cirkulär ekonomi inom byggindustrin ses som en bra åtgärd för att minska byggindustrins miljöpåverkan. En fulländad tillämpning är emellertid inte möjlig på det befintliga beståndet av byggnader då det finns en del aspekter som försvårar implementeringen. De material som kunde återanvändas var betong, ytterväggselement, prefabricerade element och sandwichelement, stål, portar, pelare, stomme, avvaxlingar, lättbetongtak (Siporex), yttertak, fönster och dörrar, yttre väderskyddet eller regnkappan, golv, lastpallar, mineralull, radiatorer för värmesystemet, värmeväxlare för fjärrvärmesystemet, elstegar och viss del av ventilationssystemet. Slutsatsen är att byggindustrin är i ett tidigt skede i utvecklingen att byta ut den linjära processen mot den cirkulära processen enligt cirkulär ekonomi.

*Nyckelord:* Cirkulär ekonomi, dekonstruktion, hållbart byggande, hållbar design, återanvändning, återvinning, demontering, byggindustrin.

## Abstract

Construction accounts for major challenges when it comes to reducing the environmental impact. Circular economy is a concept that opens up for a more circular holistic approach and when the concept is implemented in the construction industry the concept can get the construction industry to move away from the traditional linear model. This fact opens up for a question about how circular economy can be implemented in the construction industry through deconstruction for reuse and recycling. A case study has been conducted divided into three cases within the case study, as well as interviews with three of Sweden's largest construction companies. The result of the thesis is based on an analytical framework including the concept of circular economy, sustainable design and deconstruction. An implementation of circular economy in the construction industry can be seen as a good measure to reduce the construction industry's environmental impact. A complete application is however not possible on the existing stock of buildings where there are some aspects that complicates the implementation. The materials that could be reused was concrete outer wall elements, prefabricated elements and sandwich panels, steel components, doors, pillars, frames, lintels, lightweight concrete (Siporex), roofs, windows and doors, exterior weather protection, flooring, pallets, mineral wool, radiators for heating system, heat exchangers for district heating, cable ladders and certain parts of the ventilation system. The conclusion is that the construction industry is at an early stage of the development of replacing the linear process with the circular process according to the concept of circular economy.

*Keywords:* Circular economy, deconstruction, sustainable construction, sustainable design, reuse, recycling, disassembling, building industry

## Förord

Denna uppsats är skriven på uppdrag av fastighetsbolaget Wihlborgs Fastigheter AB. Jag vill tacka min handledare Bernadett Kiss från Internationella institutet för industriell miljöekonomi (IIIEE) för värdefullt stöd och vägledning under processen med att framställa detta examensarbete. Jag vill även tacka Malin Planander från Miljöbron som introducerade mig i ämnet cirkulär ekonomi och gav värdefullt stöd genom hela skrivprocessen. Slutligen vill jag även tacka alla informanter som tog sig tid och ställde upp på intervjuer, vilket gjorde denna studie möjlig.

|   |            |
|---|------------|
| <b>Sammanfattning</b> .....   | <b>I</b>   |
| <b>Abstract</b> .....   | <b>II</b>  |
| <b>Förord</b> .....   | <b>III</b> |
| <b>KAPITEL 1 - Introduktion</b> .....   | <b>1</b>   |
| 1.1 Problemformulering .....  | 1          |
| 1.2 Syfte och frågeställning .....  | 3          |
| 1.3 Vad bidrar studien med till forskningen? .....  | 4          |
| 1.4 Avgränsningar .....   | 4          |
| 1.5 Disposition .....   | 4          |
| <b>KAPITEL 2 – Metodologi &amp; Analytiskt ramverk</b> .....  | <b>5</b>   |
| 2.1 Fallstudie som metod och genomförande .....   | 5          |
| 2.1.1 Datainsamling .....   | 7          |
| 2.1.2 Urval .....   | 8          |
| 2.1.3 Etik .....  | 8          |
| 2.1.4 Dataanalys .....  | 8          |
| 2.2 Analytiskt ramverk .....  | 9          |
| 2.2.1 Cirkulär ekonomi .....  | 10         |
| 2.2.2 Hållbar design .....  | 11         |
| 2.2.3 Dekonstruktion .....  | 13         |
| <b>KAPITEL 3 - Resultat &amp; Analys</b> .....  | <b>16</b>  |
| 3.1 Presentation av fallstudieobjekten .....  | 16         |
| 3.1.1 Fallstudieobjekt 1 - Kv Snårskogen .....  | 16         |
| 3.1.2 Fallstudieobjekt 2 - 740 Rue Bel-Air (Montreal) .....   | 17         |
| 3.1.3 Fallstudieobjekt 3 - MEC Ottawa .....   | 18         |
| 3.2 Presentation av byggföretagen .....   | 18         |
| 3.3 Sammanfattning av fallstudieobjekten .....  | 19         |
| 3.4 Hur kan dekonstruktionsprocessen optimeras när det gäller återanvändning av byggmaterial i enlighet med cirkulär ekonomi? ..... | 19         |
| 3.4.1 Förändringar i konstruktion som lämpar sig för återanvändning och återvinning .....   | 19         |
| 3.4.2 Förändringar i energikrav som lämpar sig för återanvändning och återvinning .....   | 20         |
| 3.4.3 Strategiskt smarta val av material .....  | 21         |
| 3.4.4 Kunskap och samarbete för att optimera konstruktionen .....   | 22         |
| 3.4.5 Logistik .....  | 24         |
| 3.4.6 Generell förändring av inställningen gentemot återanvändning .....  | 26         |
| 3.5 Vilka material återanvändes inom fallstudieobjekten? .....  | 29         |
| 3.6 Hur väl etablerat är begreppet cirkulär ekonomi inom Sveriges byggindustri? .....   | 31         |
| <b>KAPITEL 4 - Diskussion</b> .....   | <b>35</b>  |
| 4.1 Diskussion kring metod och analytiskt ramverk .....   | 35         |
| 4.2 Diskussion kring studiens resultat .....  | 35         |
| <b>KAPITEL 5 - Slutsats</b> .....   | <b>39</b>  |
| 5.1 Generell slutsats .....   | 39         |
| 5.2 Hur kan dekonstruktionsprocessen optimeras när det gäller återanvändning av byggmaterial i enlighet med cirkulär ekonomi? ..... | 39         |
| 5.2.1 Förändringar i konstruktion som lämpar sig för återanvändning och återvinning .....   | 39         |
| 5.2.2 Förändringar i energikrav som lämpar sig för återanvändning och återvinning .....   | 39         |
| 5.2.3 Strategiskt smarta val av material .....  | 40         |
| 5.2.4 Kunskap och samarbete för att optimera dekonstruktionen .....   | 40         |
| 5.2.5 Logistik .....  | 40         |
| 5.2.6 Generell förändring av inställningen gentemot återanvändning .....  | 41         |
| 5.3 Vilka material återanvändes inom fallstudieobjekten? .....  | 41         |
| 5.4 Hur väl etablerat är begreppet cirkulär ekonomi inom Sveriges byggindustri? .....   | 41         |
| <b>Referenser</b> .....   | <b>42</b>  |
| <b>Bilaga</b> .....   | <b>45</b>  |
| Intervjuguide .....   | 45         |
| Intervjuguide; anpassad för aktörer inom Kv Snårskogen .....  | 46         |



# KAPITEL 1 - Introduktion

## 1.1 Problemformulering

Byggindustrin står för en ansenligt stor del av den antropogena miljöpåverkan med dess höga energianvändning, ineffektiva resursanvändning, genererande av utsläpp av växthusgaser, samt avfall (Sev 2009, s. 172; Papadopoulos & Giama 2009, s. 42-43). Detta borde följaktligen innebära att åtgärder måste till för att minska byggindustrins miljöpåverkan, särskilt eftersom världens befolkning bara ökar. Detta styrks bland annat av Sev (2009) som menar att möjligheten att bygga i lika stor eller större skala i framtiden kräver en effektivisering av resursanvändningen (Sev 2009, s. 172). Byggindustrin har därmed en viktig roll och ett stort ansvar när det gäller att uppnå en hållbar utveckling (Papadopoulos & Giama 2009, s. 42-43) Den ökade fokuseringen på klimatförändringarna och hållbar utveckling har medfört att många byggföretag har vidtagit åtgärder som leder till ett mer miljövänligt byggande (Berardi 2012, s. 411; Malmqvist et al. 2011, s. 1893; Papadopoulos & Giama 2009, s. 29-30). Framsteg har exempelvis gjorts när det gäller att öka resurseffektiviteten (Graedel & Allenby 1995, s. 93; Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 14-15; Ryd 2014, s. 135). Detta kan härledas till att priset på naturens resurser har stigit från millennieskiftet och framåt (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 17). Priserna på naturresurser har minskat under hela 1900-talet, vilket har lett till att en etablerad slit- och slängmentalitet präglar delar av världen idag (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 17, 22). I framtiden kommer det emellertid att vara en utmaning för byggindustrin att hantera knapphet och prisökningar när det gäller naturresurser. Detta kommer att kräva en anpassning till miljövänligt byggande (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 78).

Endast 20 till 30 procent av avfallet från konstruktion och rivning inom byggindustrin återanvänds eller återvinns vilket innebär ett stort slöseri av värdefulla resurser (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 16). Detta anses bero på att byggnader i allt för hög grad är designade och byggda med material som inte kan återanvändas eller återvinnas och därför är det inte möjligt att undvika det dyrbara resursslöseriet (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 16). Åtgärder som till exempel miljöcertifieringar har potential att energieffektivisera själva användarfasen av en byggnads livstid (Malmqvist et al 2011b, s. 1895). Användarfasen är dock bara en del av den totala miljöpåverkan under en byggnads livstid (Zimmerman et al. 2005, s. 1147).

För att utveckla resurseffektiviteten mer generellt inom byggindustrin och frångå den traditionellt linjära modellen kan återanvändning och återvinning av material och produkter enligt cirkulär

ekonomi vara en lösning (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 17, 22; Su et al. 2013, s. 223; Kibert et al 2001, s. 10; Li & Ma 2015, s. 65). Det finns forskning som visar på att en implementering av cirkulär ekonomi inom industrin har positiv påverkan på både miljön och ekonomin (Li & Ma 2015, s. 73; Su et al. 2013, s. 223; Ma et al. 2015, s. 840; Schetters et al. 2015, s. 485). Exempelvis drar Su et al. (2013) slutsatsen att cirkulär ekonomi erbjuder möjlighet för Kinas företag och industrier att förena ekonomisk utveckling med minskning av utsläpp och luftföroreningar, samt att minska användandet av icke-förnybara resurser (Su et al. 2013, s. 223). Med ovanstående i åtanke är cirkulär ekonomi intressant att diskutera inom byggindustrin och det finns även, baserat på vad som tidigare nämnts, en klar miljövetenskaplig relevans och en klar samhällsrelevans kring att undersöka hur byggindustrin kan minska sin miljöpåverkan med cirkulär ekonomi. Under 2014 antog EU ett program för ett avfallsfritt Europa som syftar till att etablera ett politiskt ramverk för cirkulär ekonomi i EU (Europeiska Unionen 2014). Ramverket väntas öka återanvändningen och återvinningen och minska användningen av värdefulla material, vilket i sin tur väntas leda till ekonomisk tillväxt, fler jobb tillfällen och en minskning av utsläpp av luftföroreningar (Europeiska Unionen 2014).

Eftersom mycket av avfallet från konstruktion och rivning inom byggindustrin går till deponi blir återanvändning och återvinning viktigt för att styra byggindustrin mot ett mer cirkulärt tankesätt (Teo & Loosemore 2001, s. 741). Att riva och demolera en byggnad betyder att en upprättad struktur förstörs eller rivs och blir en blandning material av komponenter och delar (Liu et al. 2005, s. 201). Komponenter och delar som i många fall går till deponi (Teo & Loosemore 2001, s. 741). Istället för att riva och demolera en byggnad kan dekonstruktion vara en bra åtgärd för att anpassa slutanvändningsfasen utifrån ett cirkulärt perspektiv (Kibert et al 2001, s. 10).

Dekonstruktion av en byggnad syftar till att bibehålla det högsta möjliga värdet av materialet som finns i byggnaden (Kibert et al 2001, s. 10). Dekonstruktion är egentligen inget nytt eller revolutionerande koncept utan handlar om att återanvända befintliga strukturer från byggnader. Utifrån ett praktiskt perspektiv är dock konceptet svårare att angripa (Kibert et al 2001, s. 5). Inom byggindustrin och i byggnader finns mycket byggnadsmaterial från metal, mineraler och olja, så kallat tekniskt avfall som inte kan återinföras i det naturliga kretsloppet (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 37) Dessa byggnadsmaterial har dock ofta en väldigt lång livstid vilket är bra ur ett miljöperspektiv, men materialen används sällan på ett tillräckligt effektivt sätt. Detta beror på att arkitekter och byggare inte har konstruerat byggnaderna på ett sätt som gör det möjligt att återanvända materialen efter att byggnaden har tjänat sitt syfte (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 37; Kibert et al 2001, s. 10). Förutom tekniskt avfall ingår även biologiska naturresurser som byggnadsmaterial i byggnader (till exempel trä). Sammantaget visar detta att det finns mycket

energi och material att spara inom byggindustrin genom att anpassa dessa material för en cirkulär process eller i ett kretslopp (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 37; Kibert et al 2001, s. 10). I första hand borde en minskning av överblivet avfall prioriteras, men genom dekonstruktion kan material bevaras och återanvändas istället för att gå till deponi, vilket resulterar i minskade deponeringskostnader samt bevarande av byggmaterial och komponenter som kan återanvändas eller återvinnas (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 37).

Det som gör det intressant att diskutera cirkulär ekonomi inom byggindustrin samt dekonstruktion för återanvändning och återvinning är dess potentiella miljömässiga fördelar förenat med möjligheter till ekonomiska vinster. Det finns emellertid ett antal barriärer eller utmaningar med att införa dekonstruktion istället för rivning inom byggindustrin. Dessa är viktiga att undersöka för att bidra till en förståelse för hur dekonstruktion för återanvändning och återvinning kan vara en del en tillämpning av cirkulär ekonomi inom byggindustrin (Kibert et al 2001, s. 10). Enligt Kibert et al. (2001) går dock barriärerna att överbygga genom utformning av nya strategier och policies som underlättar för återanvändning och återvinning av byggmaterial (Kibert et al 2001, s. 10; Liu et al. 2003, s. 37). I dagsläget är byggnader och byggkomponenter sällan konstruerade för dekonstruktion (Kibert et al 2001, s. 10). Tid och utrymme saknas ofta för att kunna genomföra dekonstruktion och att slänga avfall från rivning är fortfarande billigare än att återanvända. Dekonstruktion ställer höga krav på samarbete genom hela processen och kvalitet och garanti på återanvända produkter kan vara ett problem. Byggnadsföreskrifter är sällan anpassade för återanvända byggkomponenter och motsvarar ofta inte de krav och byggnadsföreskrifter som finns idag. Dessutom har inte de ekonomiska och miljömässiga fördelarna inte har blivit tillräckligt fast förankrade inom industrin (Kibert et al 2001, s. 10).

## 1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med denna studie är att bidra med kunskap och underlag för vidare forskning kring de praktiska möjligheterna till implementering av cirkulär ekonomi inom byggindustrin, samt ge en övergripande förståelse för hur Sveriges byggindustri tillämpar cirkulär ekonomi idag. Vidare ämnar även denna studie bidra till en ökad förståelse för vilka byggmaterial som går att återanvända från byggnader genom dekonstruktion. Fokus kommer att riktas mot följande frågeställningar där den första är studiens huvudfrågeställning och de andra två används som underfrågeställningar:

- Hur kan dekonstruktionsprocessen optimeras när det gäller återanvändning av byggmaterial i enlighet med cirkulär ekonomi?
  - Vilka material återanvändes inom fallstudieobjekten?
  - Hur väl etablerat är begreppet cirkulär ekonomi inom Sveriges byggindustri?



### 1.3 Vad bidrar studien med till forskningen?

Studien ämnar bidra till en ökad förståelse för hur dekonstruktion för återanvändning och återvinning kan vara en del i en tillämpning av cirkulär ekonomi inom byggindustrin. Som en utveckling på andra åtgärder för miljövänligt byggande bidrar studien till att bringa klarhet kring vilka utmaningar och möjligheter som cirkulär ekonomi står inför inom byggindustrin. Jag har fokuserat på byggnader som har tjänat sitt syfte, men vill dock poängtera att resultatet kan användas för vidare forskning kring vilka material, som enligt studiens resultat, kan återanvändas eller återvinnas. På så sätt kan den här studien bidra till en ökad förståelse för cirkulär ekonomis potential, samt återge hur pass etablerat begreppet cirkulär ekonomi är inom byggindustrin. Därmed bidrar studien till underlag för vidare forskning kring vilka åtgärder som krävs för att möjliggöra en etablering av cirkulär ekonomi i byggindustrin.

### 1.4 Avgränsningar

Jag har fokuserat på kommersiella fastigheter eftersom min ”uppdragsgivare” är inriktad på den delen av fastighetsbranschen. Cirkulär ekonomi är ett omfattande begrepp som riktar sig mot den antropogena miljöpåverkan och samhället i stort. Jag har dock valt att fokusera mer specifikt på vad cirkulär ekonomi skulle kunna betyda för byggindustrin.

Jag har fokuserat på befintliga byggnader som har tjänat sitt syfte. Detta betyder att de byggmaterial som enligt studien går att återanvända ingår i byggnader som inte är anpassade för dekonstruktion. Detta betyder också att fokus har riktats mot att undersöka vilka material som är mest lämpliga att återanvända genom dekonstruktion, inte vilka material som inte är lämpliga att återanvända.

### 1.5 Disposition

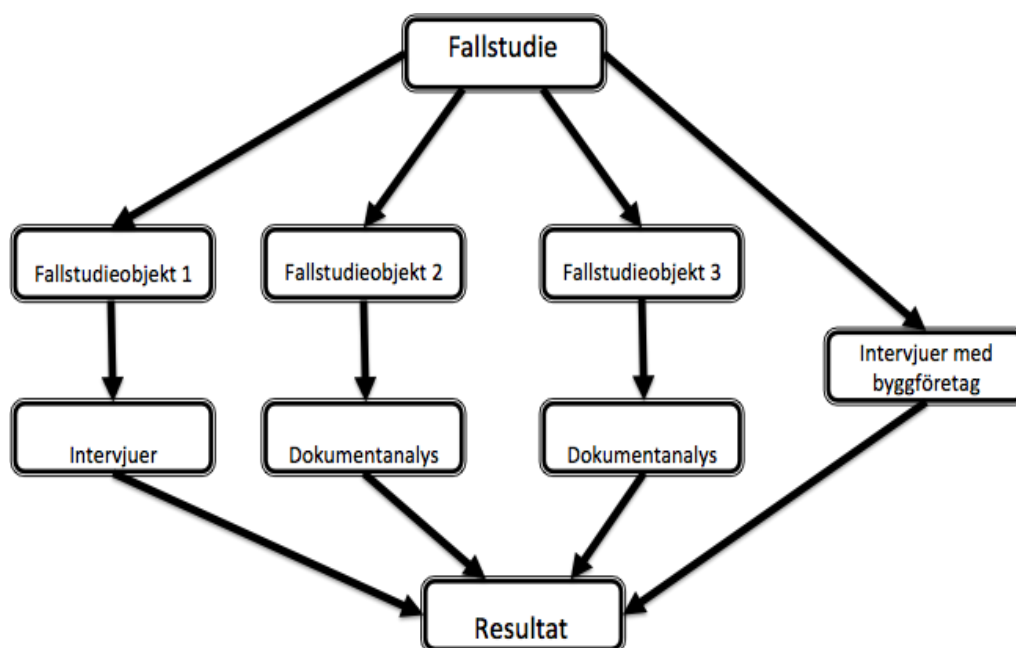
Studien har delats in i fem kapitel för att skapa en tydlig struktur. Studiens första kapitel är en introduktion som består av problemformulering, syfte och frågeställningar, avgränsningar och disposition. Kapitel två omfattar metodologi och analytiskt ramverk. I uppsatsens tredje kapitel presenteras det kombinerade resultatet och analysen från datainsamlingen. Studiens fjärde kapitel omfattar diskussion för att sätta resultatet och analysen i ett sammanhang. En sammanfattad slutsats avslutar studien som ett femte kapitel.

## KAPITEL 2 – Metodologi & Analytiskt ramverk

Den undersökningsmetod som har använts kan kategoriseras enligt vad Hartman (2004) kallar för analytisk induktion (Hartman 2004, s. 277-280). Analytisk induktion passar in på typen av undersökning som genomförts eftersom analytisk induktion kännetecknas av att material och data som är relevant för problemställningen och frågeställningen först samlas in. Därefter genomförs analysen utefter de data och material som samlats in (Hartman 2004, s. 275-276).

### 2.1 Fallstudie som metod och genomförande

Fallstudie har använts som metod för att genomföra samla in data för denna studie. Fallstudien omfattar tre fallstudieobjekt och tre intervjuer. Varje fallstudieobjekt inkluderar en byggnad som har demonterats, dekonstruerats och byggts upp igen baserat på återanvänt byggmaterial till en ny byggnad. Syftet med denna studie är att besvara frågor kring *hur* dekonstruktionsprocessen kan optimeras och *hur* byggmaterial kan återanvändas. Enligt Yins (2009) beskrivning av en fallstudies användningsområde så är denna metod lämplig för min studie. Detta beror på att jag är ute efter att studera en process (dekonstruktionsprocessen) som jag inte kan påverka. Dessutom går det att med hjälp av den här metoden söka svar på frågeställningar som ämnar beskriva *hur* exempelvis en process kan optimeras (Yin 2009, s. 24-25). Eftersom min studie är av en kvalitativ karaktär kan fallstudie som metod enligt George & Bennett (2005) bidra med möjligheten att identifiera samband och icke-samband (George & Bennett 2005, s. 19-22).



Figur 1. Översiktlig modell över hur denna studie har genomförts. Fallstudien består av tre fallstudieobjekt, där datainsamling inom fallstudieobjekt 1 genomfördes med intervjuer och fallstudieobjekt 2 och 3 genomfördes med hjälp av dokumentanalys. Parallellt med detta genomfördes intervjuer med byggföretag. Alla genomföranden har sedan sammanställts och analyserats i resultatet.

Tillvägagångssättet för min fallstudie baseras på Yins (2014) modell över hur en fallstudie bör genomföras (Yin 2014, s. 60). I den inledande fasen av studien utvecklades det analytiska ramverket, intervjuguider utvecklades och fallstudieobjekten valdes. Nästa fas omfattades av insamling av data. Vid det ena fallstudieobjektet genomfördes en analys genom intervjuer med aktörer inom projektet. Två av fallstudieobjekt genomfördes med hjälp av innehållsanalys enligt May (2011) (May 2011, s. 246-245). Anledningen till att intervjuer genomfördes i det ena fallstudieobjektet var att dokument och skriftlig information inte fanns tillgänglig. För att säkerställa trovärdigheten i resultatet och dess generaliserbarhet genomfördes flera intervjuer inom det fallstudieobjektet. Parallellt med fallstudieobjekten genomfördes även intervjuer med utvalda personer från byggföretag. Genom att jag använde mig av intervjumetoden inom min fallstudie medförde detta att jag kunde samla in kvalitativ data (Esaiasson et al. 2012, s.13, 251, Åsberg 2001, s. 272).

Jag är medveten om att fallstudier som metod ofta kan ifrågasättas för att den saknar objektivitet, men precis som Yin (2009) påpekar kan detta härledas till slarvigt genomfört arbetet som inte har följt det systematiska tillvägagångssätt som krävs (Yin 2009, s. 27). En annan kritik mot fallstudier som metod är frågetecken kring hur urvalet genomförs, det vill säga det finns en risk för subjektivitet (George & Bennett 2005, s. 22). Alla metoder har dock sina brister och fördelar och valet att genomföra en fallstudie grundar sig först och främst på min personliga uppfattning, tillsammans med metodologiska läroböcker om fallstudier, om att fallstudier lämpar sig bäst för min typ av studie.

Intervjuerna är en stor del av fallstudien och ger de bästa möjligheterna att få svar på mina frågeställningar (Esaiasson et al. 2012, s.13, 251, Åsberg 2001, s. 272). En del av mitt syfte var som tidigare nämnts att undersöka hur dekonstruktionsprocessen kan optimeras. Hartman (2004) styrker min uppfattning om att intervjuer syftar till att söka svar på frågor där svarsalternativen inte är givna vilket de är vid exempelvis ja- och nejfrågor eller vid frågor där man ska svara genom att ange ett värde på en skala (Hartman 2004, s. 280-281). Genom intervjuer finns det en större chans att komma åt och förstå innebörden av den information och fakta som framkommer jämfört med andra metodval. Vidare ger intervjumetoden möjlighet att på ett smidigt sätt kunna relatera till problemställningen (Hartman 2004, s. 281).

Genom att använda intervjuguider (se bilaga) som hjälpmedel vid intervjuerna underlättas förberedelserna inför intervjuerna på ett bra sätt (Hartman 2004, s. 281; Esaiasson et al. 2012, s. 264-267). Det kan vara viktigt att ha en intervjuguide med en särskild strategisk ordningsföljd för att

få ut så mycket som möjligt av intervjun. Guiden bör innehålla de teman som skall diskuteras med intervjupersonen (Hartman 2004, s. 281). Intervjuerna genomfördes på ett semi-strukturerat tillvägagångssätt där huvuddelen av frågorna var samma i alla intervjuer medan en eller två frågor var anpassade speciellt efter varje intervjuperson (Lantz 2007, s. 33). Gemensamt för samtliga intervjuer var dock att jag ställde korta frågor som var enkla att förstå och därefter ställde jag uppföljningsfrågor. På så sätt fick jag också väl utvecklade svar och ibland även svar av lite mer spontan karaktär, vilket kan ses som ett tecken på en bra genomförd intervju (Esaiasson et al. 2012, s. 264). Tidsåtgången för intervjuerna varierade mellan 15 minuter och 45 minuter.

I den avslutande fasen jämfördes och analyserades resultaten från de olika fallstudieobjekten med varandra, samt med insamlad data från intervjuer med byggföretag för att generera en sammanfattad slutsats (Yin 2014, s. 60).

### 2.1.1 Datainsamling

Ett krav från min uppdragsgivare var att fallstudieobjekten skulle vara baserade på kommersiella fastigheter. De kommersiella fastigheterna som valdes ut har alla genomgått dekonstruktion för återanvändning och återvinning. Eftersom denna studie är skriven som ett uppdrag kunde Wihlborgs Fastigheter bistå med ett fallstudieobjekt. Tre intervjuer genomfördes för att undersöka det tredje fallstudieobjektet. Den första intervjun genomfördes med den ansvarige projektledaren från Wihlborgs som var delaktig i ett projekt vid namn Kv Snårskogen. För att säkerställa trovärdigheten i resultatet och dess generaliserbarhet genomfördes flera intervjuer inom fallstudieobjektet med andra aktörer som var verksamma vid projektet. Två fallstudieobjekt är hämtade från en artikel skriven av Gorgolewski (2008) som har undersökt två byggnader i Kanada där återanvändning och återvinning av byggmaterial och komponenter har präglat dekonstruktionen (Gorgolewski 2008). För att identifiera artikelns utmärkande drag har en innehållsanalys genomförts enligt May (2011) (May 2011, s. 246-247). Artikeln i fråga kommer rekommenderad från en forskare vid namn Satu Huuhka som är verksam inom området och som har arbetat med ett projekt vid namn ReUSE<sup>1</sup>. Syftet med de tre fallstudieobjekten var bland annat att i den avslutande fasen jämföra och analysera resultaten från de olika fallstudieobjekten med varandra för att generera en sammanfattad slutsats (Yin 2014, s. 60).

För att komplettera de tre fallstudieobjekten har även data samlats in från intervjuer med tre byggföretag. Intervjuerna dokumenterades med diktafon för senare transkribering och analys. Varje enskild intervjuperson blev tillfrågad innan intervjuens start om det var okej att en inspelning

---

<sup>1</sup> ReUSE är ett projekt startat och utvecklat av Tampere University of Technology vars syfte är att minska avfallet från byggindustrin genom återanvändning. För vidare läsning se [http://www.vtt.fi/files/projects/reuse/S1\\_6\\_Project\\_plan.pdf](http://www.vtt.fi/files/projects/reuse/S1_6_Project_plan.pdf)

genomfördes i samband med intervjun. Utan ljudinspelningar hade det varit svårt och väldigt krävande att få med hela intervjun i mina anteckningar, och det hade möjligtvis kunnat påverka intervjuerna negativt om intervjupersonerna vid upprepade tillfällen skulle behöva göra avbrott i sina utläggningar för att jag skulle behöva tid för att dokumentera svaren. Genom att använda inspelningar kan anteckningar istället göras för att dokumentera detaljer som inte uppfattas av ljudupptagningen, som till exempel ansiktsuttryck och reaktioner från intervjupersonen (Hartman 2004, s. 282).

### 2.1.2 Urval

Snöbollsurval enligt Esaiasson et al. (2012) har tillämpats för att identifiera informanterna för denna studie (Esaiasson et al. 2012, s. 189-190). En nackdel med snöbollsurval är att det är möjligt att aktörer rekommenderar andra aktörer som är väldigt lika, vilket kan vara negativt eftersom det är bra om det finns en spridning mellan aktörerna (Hartman 2012, s. 285, Esaiasson et al. 2012, s. 189-190). En fördel med snöbollsurval är dock möjligheten att enkelt identifiera relevanta informanter för studien då de alla kommer rekommenderade (Hartman 2004, s. 285). Endast en person från varje företag har intervjuats, vilket inte kan garantera att en fullständig bild av företagets arbete med cirkulär ekonomi. Resultatet kan dock användas som underlag för vidare forskning. Eftersom den här studien är kvalitativ har inte så många objekt inkluderats vilket beror på att kvalitativa undersökningar är mer djupgående jämfört med kvantitativa undersökningar (Hartman 2004, s. 284).

Urvalet av fallstudieobjekt baseras på tillgängligt material, vilket kan härledas till Esaiasson et al. (2012) första-bästa-urval där de fallstudier som var enklast att få tag på har använts (Esaiasson et al. 2012, s. 188-189). Det är dock viktigt att påpeka att de fallstudier som ingår i studien kommer rekommenderade av verksamma forskare inom området. Med denna urvalsstrategi är jag medveten om att det kan finnas frågetecken kring huruvida studien är representativ och generaliserbar. Jag anser dock att studien kan vara ett bidrag till vidare forskning, vilket styrks av Esaiasson et al. (2012) (Esaiasson et al. 2012, s. 192).

### 2.1.3 Etik

När det gäller intervjuerna har intervjupersonerna givit sitt samtycke till att vara med i studien, ingen anonymitet har utlovats och intervjuerna har inte förvrängts på något vis. Jag anser att frågorna och svaren som kommit fram under intervjutillfällena inte innehåller någon känslig information som kan skada intervjupersonen och företaget som de representerar.

### 2.1.4 Dataanalys

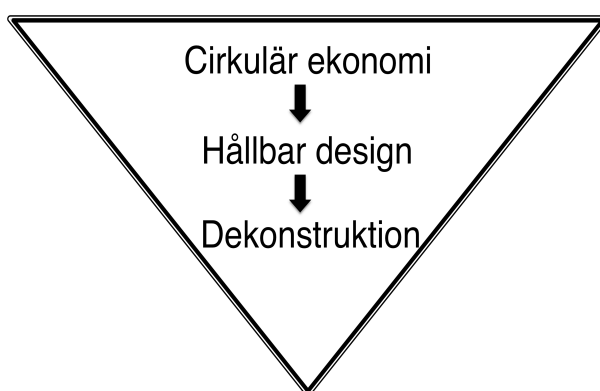
Kvalitativ jämförande analys (Qualitative Comparative Analysis), enligt Ragin (1987), beskriven av George & Bennett (2004) har tillämpats för att analysera den insamlade datan (George & Bennett

2004, s. 163). Det analytiska ramverket har använts som utgångspunkt vid insamling av data och materialet har sedan organiserats och kategoriserats utifrån det analytiska ramverket. I organiseringen och kategorisering har de viktigaste aspekterna lyfts fram från fallstudien och identifierade mönster har jämförts med det analytiska ramverket. Analysmetoden som har tillämpats inom denna studie kan härledas till mönsteröverrensstämning enligt Yin's (2009) och May (2011) (Yin 2009, s. 143; May 2011, s. 275).

Organiseringen och kategoriseringen är baserad på syfte och frågeställning för studien, det analytiska ramverket och en identifiering av mönster av det sammanställda resultatet som studien har genererat. Utöver syfte och frågeställning för studien och identifieringen av mönster av det sammanställda resultatet som studien har genererat har en form av triangulering tillämpats enligt Yin (2014) och May (2011) (Yin 2014, s. 120-121; May 2011, s. 275-276).

## 2.2 Analytiskt ramverk

Tre begrepp och koncept har varit med och format organiseringen och kategoriseringen: cirkulär ekonomi, hållbar design och dekonstruktion. Det är utifrån dessa begrepp och koncept som jag har analyserat resultat och svaren på mina frågeställningar. Begreppet cirkulär ekonomis roll inom det analytiska ramverket är att vara ett paraplybegrepp och ge en övergripande och mer generell bild. Hållbar design bidrar med en modell som illustrerar ett exempel på hur byggprocessen kan se ut för att uppnå en fulländad tillämpning av cirkulär ekonomi. Dekonstruktion är i sin tur ett alternativ till en åtgärd för att återanvända och återvinna byggmaterial som är en viktig del inom hållbar design, vilket i sin tur är ett exempel på hur cirkulär ekonomi kan implementeras inom byggindustrin.



Figur 2. Översiktlig bild över det analytiska ramverket. För att konkretisera begreppet Cirkulär ekonomi används modellen för hållbar design (se figur 3) för att ge ett exempel på hur cirkulär ekonomi kan se ut inom byggindustrin, medan dekonstruktion används som en konkret åtgärd för att tillämpa cirkulär ekonomi.

Resultatet har organiserats och kategoriserats utifrån kriterier som krävs för att genomföra en dekonstruktion. Dekonstruktion är baserat på hållbar design och cirkulär ekonomi och har genererat kriterier för vad som måste förändras eller förbättras för att optimera



dekonstruktionsprocessen enligt följande: förändringar i konstruktion som lämpar sig för återanvändning och återvinning, förändringar i energikrav som lämpar sig för återanvändning och återvinning, strategiskt smarta val av material, kunskap och samarbete för att optimera dekonstruktionen, logistik och generell förändring av inställningen gentemot återanvändning. Nedan förklaras de olika begreppen, koncepten och kriterierna mer i detalj.

### 2.2.1 Cirkulär ekonomi

Cirkulär ekonomi är en vision om ett system som bygger på återuppbyggande och återanvändning av resurser i cirkulära kretslopp (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 7). Cirkulär ekonomi är ämnat att tillämpas och spegla naturliga system och därmed ersätta den linjära modellen som har blivit en standard. Denna bygger på att en produkt produceras och säljs till brukaren som sedan så småningom kastar den på soptippen (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 14-15). Detta tankesätt är djupt grundat i hur utvecklingen har skett sedan den industriella revolutionens början (Braungart & McDonough 2008, s. 25-26). Eftersom jorden har begränsade resurser är den linjära modellen dömd att misslyckas trots att framsteg har gjorts när det gäller att öka resurseffektiviteten (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 14-15). Ett kriterie för att uppnå cirkulär ekonomi är emellertid att eliminera avfall i slutanvändningsfasen genom att sträva efter att sluta det materiella kretsloppet (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 7).

Cirkulär ekonomi är ett relativt nytt koncept som ännu inte är etablerat, även om cirkulär ekonomi kan härledas till andra koncept eller begrepp (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 64, 78). Ellen MacArthur Foundation (2012) definierar cirkulär ekonomi enligt följande:

A circular economy is an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design. It replaces the 'end-of-life' concept with restoration, shifts towards the use of renewable energy, eliminates the use of toxic chemicals, which impair reuse, and aims the elimination of waste through the superior design of materials, products, systems, and, within this, business models (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 7).

Inom definitionen används ordet regenerative, det vill säga pånyttfödande, vilket kan härledas till designteorin "Cradle to cradle" och åtgärder för att sluta det materiella kretsloppet. Cirkulär ekonomi härstammar från konceptet industriell ekologi och en av likheterna som träder fram allra tydligast är att avfall skall minimeras och helst elimineras (Graedel & Allenby 1995, s. 10; Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 22-24; Yuan et al. 2006, s. 4-5). Cirkulär ekonomi förknippas ofta med "Cradle to cradle" där elimination av avfall inom kretsloppet är den viktigaste principen (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 7). Inställningen gentemot avfall som material utan värde när dess funktion har fyllts går emot termodynamikens lagar, eftersom dessa material inte försvinner (Tillman Lyle 1994, s. 165-166). Cirkulär ekonomi blir således, med dess kopplingar till kretsloppstänk och "Cradle to cradle", ett begrepp som bygger på cirkulära processer eller system,

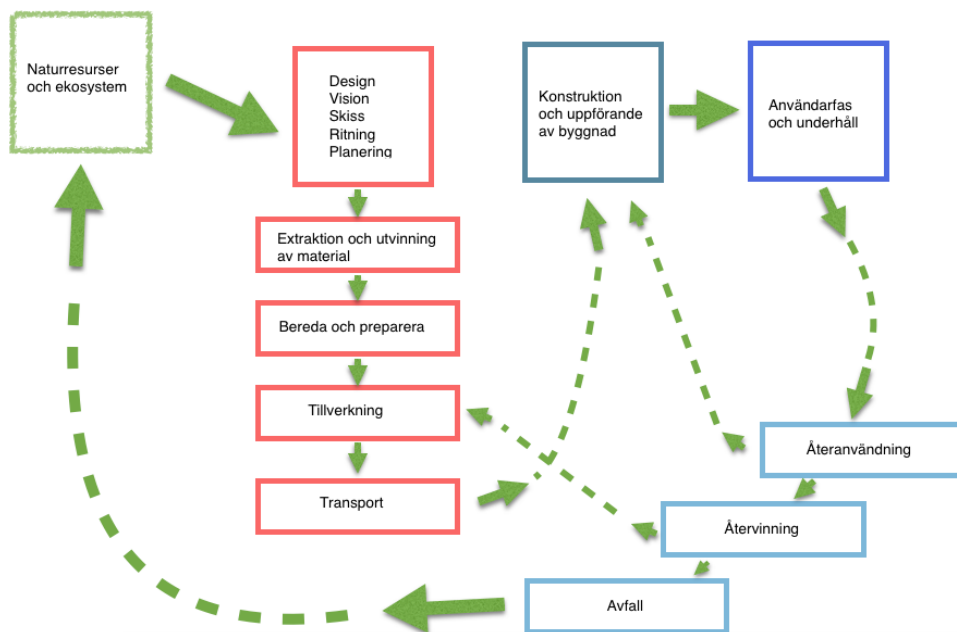
vilket blir mer och mer nödvändigt ur ett resursperspektiv (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 17).

Ett annat sätt att beskriva cirkulär ekonomi är att kärnan i begreppet omfattar ett cirkulärt och slutet flöde av material, råmaterial och energihushållning (Yuan et al. 2006, s. 4-5). Som en åtgärd för att förhindra utarmningen av förnyelsebara resurser och allt liv på jorden kan således cirkulär ekonomi vara ett viktigt begrepp för att hantera framtidens klimatrelaterade utmaningar. Cirkulär ekonomi kräver en omfattande förändring av människans förhållande till miljön, både ur ett produktionsperspektiv och ett konsumtionsperspektiv (Yuan et al. 2006, s. 4-5) Den linjära modellen är inte hållbar, särskilt inte när både jordens befolkning och konsumtionsnivåerna ökar (Tillman Lyle 1994, s. 165-166). Definitionen av cirkulär ekonomi tar detta i beaktande då slutanvändningsfasen ersätts av en cirkulär modell som kännetecknas av en strävan mot att sluta det materiella kretsloppet för att hushålla med resurser genom att:

- Minimera och helst eliminera avfall
- Främja förnyelsebar energi
- Forsla bort giftiga ämnen för att öka möjligheter till återanvändning och återvinning
- Bidra med ett cirkulärt helhetstänk förenligt med ekonomisk, miljömässig och social hållbarhet inom system, företag, processer eller produkter (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 7).

### 2.2.2 Hållbar design

I syfte att illustrera hur en implementering av cirkulär ekonomi inom byggindustrin skulle kunna se ut har jag modifierat en modell baserad på en artikel skriven av Kim & Rigdon (1998) där byggprocessen illustreras som en cirkulär process (Kim & Rigdon 1998, s. 11). Figur 3 visar hur en cirkulär byggprocess för en byggnad skulle kunna se ut. Det centrala i modellen eller processen är att det inte ska finnas något avfall som inte kan ingå i det naturliga kretsloppet. Eftersom denna studie framförallt är inriktad på dekonstruktionsprocessen väljer jag att fokusera på slutanvändningsfasen när byggnadens funktion har fullfyllt sitt syfte inom denna modell, det vill säga efter användarfas och underhåll då dekonstruktionsprocessen genererar material till återanvändning, återvinning och avfall. Materialet som används i byggnaden ska enligt denna modell kunna återanvändas inom konstruktionsfasen och om det inte finns någon möjlighet att återanvända materialet ska det återvinnas och komponenter kan användas för att skapa nytt material som gör att materialet behålls inom den cirkulära processen (Kim & Rigdon 1998, s. 11).



Figur 3. Modell över ett cirkulärt tankesätt när det gäller en byggnads livstid utformad som en cirkulär process eller cirkulärt system. Modellen är en utveckling av Kim & Rigdons (1998) *The Sustainable building life cycle* som syftar till att beskriva hur miljömässigt hållbar byggprocess kan se ut (Kim & Rigdon 1998, s. 11). Enligt denna modell baserat på ett "Cradle to cradle" - tänk framhävs viktiga miljömässiga aspekter som krävs för att ge en rättvis bild av en byggnads miljöpåverkan under dess livstid.

Enligt denna modell är det tydligt att för att uppnå cirkulär ekonomi måste byggnaden vara materialanpassad utefter material som antingen kan ingå i det tekniska materialflödet igen eller som kan cirkulera i det biologiska kretsloppet. Biologiska näringsämnen kan återgå i biosfären och stärka det naturliga kapitalet och det tekniska materialflödet måste bestå av material som har egenskapen att kunna cirkulera inom systemet många gånger med hög kvalitet utan att hamna i biosfären (McDonough & Braungart 2013, s.14-15). Exempel på tekniska näringsämnen är metaller och plaster som inte har skapats naturligt inom biosfären, men som har kapaciteten att antingen återanvändas eller återvinnas och användas vid tillverkning av andra produkter och på så sätt stanna kvar inom den cirkulära processen (McDonough & Braungart 2013, s. 14).

Enligt modellen börjar byggprocessen med att en vision fastställs för hur byggnaden ska se ut, vilket syfte den ska fylla och vilka material som ska användas. Denna inledande fas är väldigt viktig för att underlätta att inkludera och planera för bra miljöprestanda i en byggnad redan i ett tidigt skede av processen (Jørgensen et al. 2011, s. 238). Nästa fas handlar om att införskaffa det material som behövs, varpå extraktion och utvinning av material är en kritisk del som medför omfattande effekter på jordens resurser. Tillverkningen och transporten bidrar också till att byggindustrin står för stor miljöpåverkan (Sev 2009, s. 172). Sedan konstrueras byggnaden, vilket är en process som i sig själv, utifrån ett miljöperspektiv, är beroende av hur den inledande fasen har genomförts. Det är emellertid i den inledande fasen som en stor del av byggnadens totala

miljöpåverkan potentiellt kan reduceras genom att implementera cirkulär ekonomi inom byggindustrin. Användarfasen är också starkt bidragande till att byggindustrin är väldigt energikrävande (Sev 2009, s. 172). Fokus inom denna studie är som sagt att undersöka hur dekonstruktionsprocessen kan optimeras. Eftersom studien är baserad på byggnader från det befintliga beståndet riktas mest fokus på den avslutande fasen i modellen som omfattar dekonstruktionen, det vill säga återanvändning, återvinning och minimering av avfall. Enligt modellen finns det potential att minska resursanvändningen i den inledande fasen genom att återanvända material som kan inkluderas i nyproduktion och konstruktion och återvinna material som kan användas för tillverkning av nya produkter.

### 2.2.3 Dekonstruktion

I syfte att undersöka möjligheten till att implementera cirkulär ekonomi inom byggindustrin nämns dekonstruktion som en bra och viktig åtgärd för att anpassa byggindustrin till att sluta det materiella kretsloppet och underlätta för återanvändning och återvinning (Kibert et al. 2001, s. 10). Som tidigare nämnts står byggindustrin för en ansevärt stor del av miljöpåverkan (Sev 2009, s. 172) och dekonstruktion bidrar framförallt med möjligheten att bevara och återanvända samt återvinna så mycket material som möjligt från det befintliga beståndet av byggnader där det cirkulära kretsloppstänkandet inte har funnits med från början (Kibert et al. 2001, s. 10). Konstruktion av byggnader genererar väldigt mycket avfall (Teo & Loosemore 2001, s. 741), vilket medför att det blir desto viktigare att inte riva och demolera byggnader och dekonstruktion av en byggnad syftar till att bibehålla det högsta möjliga värdet av materialet som finns i byggnaden (Kibert et al 2001, s. 10).

Att riva och demolera en byggnad betyder att en upprättad struktur/enhet förstörs eller rivs och blir en blandning av material och komponenter (Liu et al. 2005, s. 201). Dekonstruktion är egentligen inget nytt eller revolutionerande koncept utan handlar om att återanvända befintliga strukturer från byggnader (Kibert et al 2001, s. 5). Det befintliga beståndet av byggnader kan oftast inte dekonstrueras och återanvändas fullt ut eftersom byggnader idag innehåller mycket byggnadsmaterial från metal, mineraler och olja, så kallat tekniskt avfall som inte kan återinföras in i det naturliga kretsloppet (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 37). Förutom tekniskt avfall finns det även biologiska naturresurser som byggnadsmaterial i byggnader, som till exempel trä, vilket tillsammans visar på att det finns mycket energi och material att spara inom byggindustrin genom att anpassa dessa material för en cirkulär process eller för att ingå i det materiella kretsloppet (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 37; Kibert et al 2001, s. 10). Dekonstruktion kan vara en viktig åtgärd när det gäller att återanvända byggmaterial från byggnader fullt ut när byggnaderna är anpassade efter cirkulär ekonomi, men inom denna studie används dekonstruktion även som ett bra alternativ att genomföra återanvända byggmaterial i den grad det är möjligt på det befintliga

beståndet (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 37; Kibert et al 2001, s. 10). Det har visat sig att genom dekonstruktion kan material bevaras och återanvändas istället för att gå till deponi, vilket resulterar i sparade deponeringskostnader samt bevarande av byggmaterial och komponenter som kan återanvändas eller återvinnas (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 37).

Det finns ett antal barriärer eller utmaningar med att införa dekonstruktion istället för rivning (Kibert et al 2001, s. 10). Resultatet av denna studie har jämförts och analyserats utifrån potentiella problem och möjligheter som kännetecknar alternativet att tillämpa dekonstruktion istället för rivning inom byggindustrin (Kibert et al 2001, s. 10). Enligt Kibert et al (2001) kan dekonstruktion bidra till minskad mängd avfall från rivning som går till deponi, återanvändning av byggmaterial, underlättad materialåtervinning och energieffektivare materialanvändning (Kibert et al 2001, s. 10).

Enligt Kibert et al. (2001) finns det även några potentiella problem med dekonstruktion som enligt författarna dock är hanterbara genom utformning av nya strategier och policies som underlättar (Kibert et al 2001, s. 10). Befintliga byggnader och byggkomponenter är inte konstruerade för dekonstruktion. Verktyg saknas ofta för att kunna genomföra dekonstruktion och att slänga avfall från rivning är relativt billigt (Liu et al. 2003, s. 37), dekonstruktion kräver mer tid, det saknas ofta garanti på återanvända produkter, byggnadsföreskrifter är sällan anpassade för återanvända byggkomponenter, samt att de ekonomiska och miljömässiga fördelarna inte har blivit tillräckligt fast förankrade inom branschen (Kibert et al 2001, s. 10).

Enligt Kibert et al. (2001) står dekonstruktion som åtgärd för att återanvända och återvinna mer byggmaterial inför utmaningar som denna studie ämnar beskriva (Kibert et al. 2001, s. 10). För att minska mängden avfall från rivning som går till deponi, underlätta för återanvändning av byggmaterial och materialåtervinning, samt skapa energieffektivare materialanvändning måste följande kriterier förändras eller utvecklas för att optimera dekonstruktionsprocessen enligt cirkulär ekonomi:

#### *Förändringar i konstruktion som lämpar sig för återanvändning och återvinning*

Det sker kontinuerliga förändringar i konstruktions- och byggregler (Boverket 2014).

Konstruktionskrav som ställs på byggnader kan till exempel omfatta allmänna råd gällande stadga, bärförmåga och beständighet hos bärande konstruktioner där återanvänt och återvunnet material eventuellt kan vara bristfälligt. Ny teknik och nya processer kan även ha introducerats där återanvänt och återvunnet material inte lämpar sig.

### *Förändringar i energikrav som lämpar sig för återanvändning och återvinning*

Det sker även kontinuerliga förändringar i energikrav (Boverket 2014). Det finns krav som nybyggda hus måste klara som till exempel mäts genom byggnaders totala U-värde. Dessa energikrav måste även byggnader med återanvänt eller återvunnet material ta hänsyn till.

### *Strategiskt smarta val av material*

Olika byggmaterial har olika egenskaper och förutsättningar för att vara lämpliga för återanvändning eller återvinning (Kibert et al. 2001, s. 10). Tillverkare av material och produkter fokuserar oftast på att framställa en produkt utifrån en kortare livslängd där den ekonomiska vinsten prioriteras och möjligheten att återanvända och återvinna produkten eller materialet är ofta liten.

### *Kunskap och samarbete för att optimera dekonstruktionen*

Dekonstruktion skiljer sig mycket från demolering och rivning, vilket ställer högre krav på kunskap om materials egenskaper och byggnaders struktur för att på ett strategiskt vis genomföra rekonstruktionen med bästa möjliga resultat (Kibert et al. 2001, s. 10). Flera olika aktörer är ofta inblandade i en byggprocess. Vid dekonstruktion behövs emellertid ett utökat samarbete mellan aktörerna (Kibert et al. 2001, s. 10). Resultatet av en nybyggnation baserad på återanvänt eller återvunnet material är exempelvis beroende av hur dekonstruktionen har genomförts.

### *Logistik*

Dekonstruktion omfattas av transport och ibland förvaring av stora komponenter när materialen inte kan användas direkt vid ett nytt projekt (Kibert et al. 2001, s. 10; Agapiou et al. 1997, s. 131). Detta är ett kritiskt moment utifrån ett logistiskt perspektiv som kräver stor försiktighet och planering då exempelvis materialet riskerar att gå sönder vid flera antal transporttillfällen.

### *Generell förändring av inställningen gentemot återanvändning*

De ekonomiska och miljömässiga fördelarna har inte blivit tillräckligt fast förankrade inom industrin, vilket kan vara en bidragande orsak till att dekonstruktion och återanvändning av byggmaterial inte sker i större skala idag (Kibert et al. 2001, s. 10). I regel är inte byggföretagen villiga att riskera att minska vinstmarginalen om det inte är tydligt att åtgärder som dekonstruktion för återanvändning och återvinning kan generera en snabb och tydlig ekonomisk vinst.



## KAPITEL 3 - Resultat & Analys

Här nedan presenteras resultatet som omfattas av tre fallstudieobjekt och tre intervjuer med byggföretag i Sverige. Varje fallstudieobjekt inkluderar en byggnad som har demonterats, dekonstruerats och byggts upp igen baserat på återanvänt byggmaterial till en ny byggnad. Fallstudieobjekt 1 är ett fall där tre aktörer som är verksamma inom ett projekt vid namn Kv Snårskogen har intervjuats. Fallstudieobjekt 2 och 3 är hämtat från litteraturen och tidigare forskning av Gorgolewski (2008). Dessa tre fallstudieobjekt har tillsammans med resultat från intervjuer gjorda med tre av Sveriges största byggföretag analyserats och jämförts med varandra och det analytiska ramverket.

### 3.1 Presentation av fallstudieobjekten

#### 3.1.1 Fallstudieobjekt 1 - Kv Snårskogen

En undersökning av fallstudieobjektet Kv Snårskogen har genomförts genom intervju med Bob Runesson (Projektledare Wihlborgs fastigheter AB), Börje Åbinger (VD Areco rivningsentreprenad) och Bengt Månsson (Byggnadsingenjör Arkitektlaget).

Kv Snårskogen var från första början en hjälpmedelscentral i kommunens regi med fokus på skolor och funktionsnedsatta. Byggnaden flyttades sedan och blev en ren produktions- och lagerlokal för ett företag som sysslar med rullband. Anledningen till att byggnaden skulle rivras var för att ge plats för en ny väganslutning genom Ringstorp och Maria park i Helsingborg och Helsingborgs Stad ville helt enkelt bara bli av med byggnaden. Helsingborgs Stad anlät rivningsentreprenaden Areco (Runesson 2015, personlig kommunikation). Rivningsentreprenaden i sin tur tyckte att byggnaden var i ett så pass bra och flyttbart skick att de frågade Wihlborgs om de var intresserade av att köpa en prefabricerad byggnad med betongpelare och betongbalk och fasadelement av betong samt lättbetongtak som kunde sättas upp på en ny tomt (Åbinger 2015, personlig kommunikation). Wihlborgs hade en tom tomt i åtanke där byggnaden kunde byggas upp igen efter att den demonterats och flyttats från sin ursprungliga plats (Månsson 2015, personlig kommunikation). Aktörer inom projektet och processen:

- Wihlborgs - Fastighetsbolag som köpte den demonterade byggnaden. Anlät byggföretaget PEAB för ställa upp byggnaden.
- Helsingborgs Stad - Kommunen ville bli av med byggnaden för att anlägga en ny väg och anlät rivningsentreprenaden Areco för att genomföra detta.

- Areco - Demonterade byggnaden, transporterade den och satte upp den på den nya tomten tillsammans med byggföretaget PEAB.

- PEAB - Byggföretaget anlätades av Wihlborgs för att sätta upp de demonterade byggmaterialen på den nya tomten.

- Arkitektlaget - Arkitektfirma som ansökte om bygglov för att ställa upp den nya byggnaden på den nya tomten, genomförde en inventering och inredde byggnaden efter hyresgästens behov.

Byggföretaget PEAB deltog under hela processen och överblickade för att underlätta processen från demontering till att ställa upp byggnaden, bland annat genom att märka upp element. Själva demonteringen stod dock rivningsentreprenaden Areco för. De hade kunskap och erfarenhet av att demontera byggnader, samt var den aktör som drev initiativet om att kunna återanvända materialet. Den befintliga byggnaden bestod av prefabricerad betong i stomme och väggelement. Byggnaden demonterades, transporterades med kran och trailers sattes upp på den nya tomten.

Arkitektlagets roll i projektet var att de ansökte om bygglov för att ställa upp byggnaden på den nya tomten. I samband med det så genomförde de en inventering och undersökning i arkivet för att få information om hur det befintliga huset var byggt och för att ta reda på vilka komponenter som byggnaden bestod av. Tidsåtgången för projektet var cirka 5-6 månader.

### **3.1.2 Fallstudieobjekt 2 - 740 Rue Bel-Air (Montreal)**

Fallstudieobjekt 2 är hämtat från en artikel skriven av Gorgolewski (2008).

Byggnaden var en gammal statligt ägd byggnad där byggmaterialet som stål, järn och tegel kan spåras så långt tillbaka som till år 1851 (Gorgolewski 2008). Byggnaden har använts för tunga industrier, bland annat gjuteri och som förvaringslokal. PWGSC (Public Works and Government Services Canada) var och är ägare till tomten och bestämde sig för att demonstrera olika gröna strategier som affärsidé, där just denna byggnad skulle vara ett exempel på hur det är möjligt att genomföra återanvändning och återvinning av byggmaterial från byggnader i ett nytt projekt. Den nya byggnaden skulle rymma statliga avdelningar, kontor, lager, förvaringsutrymmen, samt uppvärmning och belysning på dess 15 700 m<sup>2</sup> stora yta. Förutom att den nya byggnadens grund skulle bestå av betong och stål, klätt med tegel och metal, så skulle den de också ha egenskaper som till exempel solkraft, naturlig ventilation och dagvattenuppsamling. En arkitekturbyrå med erfarenhet av miljövänligt byggande anlätades för att övervaka dekonstruktionsprocessen och identifiera vilka material och komponenter som kunde återanvändas. Detta genomfördes tillsammans med en byggentreprenör som specialiserar sig på dekonstruktion.

### 3.1.3 Fallstudieobjekt 3 - MEC Ottawa

Fallstudieobjekt 3 är hämtat från en artikel skriven av Gorgolewski (2008).

En detaljhandel (2600 m<sup>2</sup>) på två våningar i Ottawa stod klar i juni år 2000. Byggnadens struktur består till stor del av en trästomme på första våningen och en stålstruktur på andra våningen med stålbjälklag som stöttar upp ett ståltak med mineralull som isolering. 240 mm tjockt trä klär väggarna med plywood. Byggnaden var från början en enplansfastighet som innehöll en 1000 m<sup>2</sup> stor matbutik, men dekonstruerades till en tvåplansfastighet. Målet med dekonstruktionen var på förhand uttalat att använda så mycket återanvänt material som möjligt och minimera mängden nytt material.

### 3.2 Presentation av byggföretagen

Representanter från Skanska Sverige AB, NCC och Swerock (PEAB) har intervjuats. Nedan följer en beskrivning av intervjupersonerna:

- Carl Enqvist - Utvecklingsledare Miljö på Skanska Sverige AB. Jobbar med utvecklingsfrågor som framförallt rör materialanvändning.
- Lin Tennung - Affärsutvecklare på NCC Recycling, en organisation inom NCC som bl.a. riktar in sig på bygg- och rivningsavfall.
- Leif Nilsson - Biträdande arbetschef på Swerock som är en av Sveriges största leverantörer av fabriksbetong, grus och bergkross till bygg- och anläggningsindustrin. Swerock är ett dotterbolag till PEAB industri, som i sin tur är en del av PEAB AB.

SKANSKA jobbar med utvecklingsfrågor som framförallt rör materialen som de använder när de bygger och vad som händer med det materialet när det blir avfall och där kommer det cirkulära kretsloppstänket in (Enqvist 2015, personlig kommunikation). Dels när det gäller att ta bort farliga ämnen, men också att försöka minimera avfall överhuvudtaget, till att främja ren återanvändning och återvinning, antingen direkt inom verksamheten eller via en avfallsentreprenör som omhändertar deras avfall, eller ett direkt tillbakatagningsprogram till leverantören som de köpte materialet av i första skedet. Både Skanska och NCC har varit verksamma inom projekt där återanvändning av byggmaterial har varit en del av projektet, men dock på olika sätt. Skanska har genomfört rena återanvändningsprojekt (exempel Kv Snårskogen), medan NCC inte har kommit lika långt och har hittills fokuserat mest på återvinning av schaktmassor istället för rent byggmaterial (Tennung 2015, personlig kommunikation). Även om NCC inte har varit delaktiga i projekt där en byggnad har demonterats och satts upp igen så framhäver Tennung att de inom NCC återanvänder exempelvis betong i Malmö (både armerat och inte armerat) som tas ner till en

ny fraktion som de sedan säljer till kunder som återvunnet material som ofta används till industriplaner, gång- och cykelvägar.

### 3.3 Sammanfattning av fallstudieobjekten

Byggnaderna inom fallstudieobjekten varierade något. Fallstudieobjekt 1 bestod av mestadels betong, medan de andra två fallstudieobjekten huvudsakligen bestod av stål. Inom fallstudieobjekt 2 identifierades även betong, järn och tegel och mycket trämaterial fanns inom fallstudieobjekt 3. Fallstudieobjekt 1 skiljer sig även från de andra fallstudieobjekten då fallstudieobjekt 1 var ett projekt där en byggnad demonterades och flyttades från en plats till en annan, medan fallstudieobjekt 2 och 3 genomfördes på samma geografiska plats. Alla tre fallstudieobjekt grundar sig på en vilja och målmedvetenhet att genomföra projekten trots att denna typ av projekt skiljer sig från traditionella projekt, både när det gäller tidsåtgång och ur ett ekonomiskt perspektiv.

### 3.4 Hur kan dekonstruktionsprocessen optimeras när det gäller återanvändning av byggmaterial i enlighet med cirkulär ekonomi?

Nedan presenteras resultatet från undersökningen av de olika fallstudieobjekten och de genomförda intervjuerna. Presentationen av resultat och analys är strukturerad och uppdelad baserat på de tre frågeställningarna. Resultatet av huvudfrågeställningen presenteras och analyseras enligt de kriterier som utvecklats utifrån det analytiska ramverket (se s. 14-15) för att optimera dekonstruktionsprocessen i enlighet med cirkulär ekonomi.

#### 3.4.1 Förändringar i konstruktion som lämpar sig för återanvändning och återvinning

När det gäller optimeringen av hur dekonstruktionsprocessen kan optimeras riktar Åbinger (2015) fokus mot att det sker kontinuerliga förändringar i konstruktionsregler som kan försvåra genomförandet (Åbinger 2015, personlig kommunikation), vilket överensstämmer med Kibert et al (2001) och utmaningarna förknippade med dekonstruktion. Om en byggnad motsvarade kraven när det gäller exempelvis en viss taklutning anpassade för att klara snöbelastningen på 70-talet behöver det inte betyda att de kraven är desamma idag och konstruktionen kan anses som inte stark nog. Byggnader är dessutom inte konstruerade på samma sätt som förr då det idag exempelvis är vanligare att el används för att kyla ner byggnader istället för att bygga in komfortkylningsdelen i konstruktionen. Vidare konstruerades byggnader förr genom att bygga in kanaliseringar i stommen och ytterväggar som sedan kunde användas som värmelagring på vintern.

Vid uppsättningen av byggnaden inom fallstudieobjekt 1 hade det blivit lite ändring av regler, bland annat när det gäller energikraven som gjorde att en komplettering med ett nytt tak var nödvändig eftersom tjockleken på Siporex inte räckte till för de U-värden som krävdes, vilket gjorde att det

tillkom tilläggskostnader. Alla aktörer inom fallstudieobjekten belyser att återanvändning av byggmaterial från byggnader ur det befintliga beståndet medför en rad olika komplikationer när normer och byggregler förändras kontinuerligt, vilket medför att det ofta är mer bekvämt att köpa nytt material som är anpassat efter nya konstruktionsregler. Inom fallstudieobjekt 2 och 3 beskrivs anpassningen till nya krav som en kostnadsgenererande åtgärd, vilket de båda fallstudieobjekten ställdes inför. Lösningen på detta problem i fallstudieobjekt 2 och 3 var omstrukturera/designa om vissa material för att anpassa dem för nya ändamål.

Tennung (2015) betonar att det behövs ett långsiktigt tankesätt som underlättas av regelverk som gynnar dekonstruktionsmöjligheter, samt att kvalitetssäkringen lyfts fram, vilket kommer ta lång tid att förändra (Tennung 2015, personlig kommunikation). Konstruktionsregler ses uppenbarligen som en utmaning för att möjliggöra för att återanvändning av byggmaterial ska kunna genomföras. För att optimera dekonstruktionsprocessen är det tydligt att förändringar i konstruktionsnormer försvårar dekonstruktionen (Kibert et al. 2001, s.10).

### **3.4.2 Förändringar i energikrav som lämpar sig för återanvändning och återvinning**

Riktlinjer när det gäller energivärden har skärpts. Isoleringen som fick komplettera konstruktionen inom fallstudieobjekt 1 genomfördes för att motsvara de krav som ställs på energivärde och Åbinger (2015) konstaterar att allting ska energiberäknas idag. Riktlinjer för energivärden i byggnader från 70- och 80-talet motsvarar i regel inte de kraven som finns idag (Åbinger 2015, personlig kommunikation). Energiträskräven inom byggindustrin skärps i takt med andra åtgärder för att dra ner på energianvändningen, vilket ställer krav på att hela tiden se till att få bättre prestanda i varje enskilt material och kan ses som ett hinder eller en barriär eftersom byggnader bedöms efter hur lågt U-värde de kan generera. Runesson (2015) exemplifierar genom att påpeka att U-värdena måste sänkas på ytterväggar, fönster och dörrar för att uppfylla kraven (Runesson 2015, personlig kommunikation).

Ett bra exempel är fönster, som trots att de ofta är lätta demontera ner, inte har de egenskaper som krävs för att uppfylla de energivärden som krävs. En intressant aspekt med detta är själva åtgärden med att återanvända byggmaterial, som kan ses som bra och viktig åtgärd för miljön, försvåras av en annan åtgärd som finns till för att främja miljön. Krav på högre energieffektivitet ses uppenbarligen som en utmaning för att möjliggöra att återanvändning av byggmaterial ska kunna genomföras. Fallstudieobjekt 1 är ett bra exempel på hur återanvändning av fönster kunde genomföras. Runesson (2015) framhävde dock problematiken med att de kontinuerliga förändringarna av energikrav försvårar dekonstruktionen, vilket överrensstämmer med det analytiska ramverket (Kibert et al. 2001, s. 10; Runesson 2015).

### 3.4.3 Strategiskt smarta val av material

Hur pass väl som dekonstruktionsprocessen kan genomföras beror på vilka material som byggnaderna består av. Resultatet från fallstudieobjekten visar att det finns material som är mer lämpliga för återanvändning än andra. Även detta kriterie för genomförande av dekonstruktion kan härledas till det analytiska ramverket som framhäver hur viktigt det är att kretsloppstänket initierats redan i designstadiet och får genomsyra hela processen för att minska slöseriet av resurser och eliminera avfallet (Kim & Rigdon 1998; Ellen MacArthur Foundation 2012). Månsson (2015) menar att någon form av element, exempelvis betongelement underlättar för att kunna demontera en byggnad (Månsson 2015, personlig kommunikation). Runesson (2015) betonar vikten av att välja ut konstruktioner som är lätta att flytta:

Det gäller att välja ut rätt delar som man ska flytta. Det måste vara delar som är relativt oömma och kan klara av en hantering. Man kan ta exempelvis undertak; undertaksplattor/ljudabsorbenter är kanske inte så lämpliga eftersom det är svårt att hantera dem på ett sätt som gör att man kan återanvända de igen. Dels för att de är stötkänsliga och om man inte demonterar dem på rätt sätt är det lätt att de blir smutsiga och det är ju ett krav som alla har; att det åtminstone ska vara rent när man flyttar in (Runesson 2015, personlig kommunikation).

Vidare anser Månsson (2015) att ju större komponenter en byggnad har desto större är möjligheterna till att kunna återanvända dem och att mindre komponenter medför en längre tidsåtgång som kan riskera att göra processen mindre lönsam (Månsson 2015, personlig kommunikation). Runesson (2015) är inne på samma spår och gör en jämförelse mellan betong och stål:

Betong föredrar vi eftersom det skapar en flexibilitet för framtiden. Det är så lätt att dela av en lokal om man har betong, både betongpelare och betongbalk. För att då kan man sätta upp brandskyddande väggar på ett flexibelt sätt. Ska du använda exempelvis stål så är ju det svårare ur den synpunkten. Stålbyggnader är också absolut möjligt, vi föredrar betongbyggnader men det är fullt möjligt att återvända stålmaterial också (Runesson 2015, personlig kommunikation).

Det är tydligt att det behövs en strategi som syftar till att välja ut de mest lämpliga materialen och komponenterna där Braungart & McDonoughs (2008) designparadigm där produkter antingen är nedbrytbara eller möjliga att återanvända är ett bra exempel (Braungart & McDonough 2008, s. 27-28). Inom byggindustrin ser Enqvist (2015) att ett stort fokus läggs på minimering av farliga ämnen i byggprodukter, vilket i mångt och mycket beror på att detta är ett område där kravställningen har ökat från kunder som nu allt mer vill ha mindre farliga ämnen i byggmaterialen, samt efterfrågar en transparens och öppenhet kring vad som byggmaterialen innehåller (Enqvist 2015, personlig kommunikation). Detta menar Enqvist (2015) är bra även ur ett längre perspektiv som kan gynna etableringen av cirkulär ekonomi:

På så sätt så underlättar man framöver, att identifiera vilken material som är farliga så att man vet var dessa material finns någonstans, men även att denna transparens kommer gynna vid rivning så att man vet vad som finns i byggnaden, vilka möjligheter det finns att återanvända materialet efter demonteringen, bättre möjlighet upptäcka detta i ett tidigt skede. Det skulle jag tro att vi kommer se öka mer och mer de närmaste åren. Jag tror det kommer att bli ganska mycket standard om en 4-5 år om vi jobbar så i alla projekt (Enqvist 2015, personlig kommunikation).



Transparensen och minimeringen av giftiga ämnen är under utveckling och något som gynnar byggindustrin i strävan mot en cirkulär ekonomi eftersom det underlättar för dekonstruktion. Om materialen inte innehåller giftiga ämnen finns det bättre möjligheter att återanvända dem, alternativt att de är biologiskt nedbrytbara i enlighet med designparadigmet "Cradle to cradle" (McDonough & Braungart 2013, s.14-15). Möjligheten till att följa modellen för hållbar design genom hela byggprocessen kräver enligt Kim & Rigdons (1998) att materialen är nedbrytbara eller kan återgå in i det tekniska kretsloppet (Kim & Rigdon 1998, s. 11; McDonough & Braungart 2013, s. 14). Nilsson (2015) är inne på att material som är biologiskt nedbrytbara eller som kan smältas ner och bli nya produkter är de material som är att föredra (Nilsson 2015, personlig kommunikation). Vidare nämner Nilsson (2015) trämaterial som ett material som borde ha stor potential, eftersom det är en förnyelsebar resurs, och riktar mer fokus på problemet att utvinningen av trämaterial idag är alldeles för tungt belastat och att naturen inte hinner med i den takt som det byggs idag (Nilsson 2015, personlig kommunikation).

#### **3.4.4 Kunskap och samarbete för att optimera konstruktionen**

Det är viktigt att inkludera det cirkulära tänket i ett tidigt skede av processen med att dekonstruera och bygga en ny byggnad. Detta kan härledas till Kibert et al. (2001) från det analytiska ramverket där kunskap och samarbete för att optimera dekonstruktionen är viktig (Kibert et al. 2001, s. 10). I de fallstudieobjekt som undersökts har återanvändning av byggmaterial emellertid genomförts på befintliga byggnader, vilket gör att den inledande fasen av en byggprocess enligt (Kim & Rigdons (1998) modell inte kan följas fullt ut. Detta konstaterande tydliggör svårigheten med att implementera cirkulär ekonomi på byggnader ur det befintliga beståndet. Det är svårt att implementera cirkulär ekonomi enligt Ellen MacArthur Foundation (2012) fullt ut om byggnaderna inte är konstruerade på ett sätt som möjliggör återanvändning fullt ut. Kunskap och samarbete krävs för att optimera dekonstruktionsprocessen enligt cirkulär ekonomi på bästa möjliga sätt eftersom det absolut finns miljömässiga fördelar förknippat med dekonstruktion av byggnader från det befintliga beståndet.

Inom fallstudieobjekt 2 utgick arkitekterna ifrån vad de hade identifierat för material som lämpliga och den nya byggnadens design anpassades efter vilka material som fanns i den existerande byggnaden. Det fanns alltså en tydlig länk mellan de olika projekten, det var med andra ord det som fanns tillgängligt som formade den nya byggnaden. Ett utvecklat samarbete mellan de olika aktörerna som ska demontera ned, dekonstruera, flytta och sätta upp den nya byggnaden är viktig för att kunna återanvända så mycket material som är möjligt, vilket också är tydligt inom fallstudieobjekt 1 och 3. Trots att arkitekter och byggentreprenören verkade ha ett nära samarbete i

fallstudieobjekt 2 uppstod det ändå problem mellan dessa olika faser när det gäller ansvarsfördelning och lämplig användning av materialen som skulle återanvändas.

Anledningen bakom att inte allt material kan återanvändas beror inte på okunskap enligt fallstudieobjekten då samtliga projekt har genomförts av professionella byggföretag och rivningsentreprenader som har gjort förarbete med arkitektföretag. Kunskap hos byggföretag är emellertid viktigt för att kunna genomföra projekt som dessa. Runesson (2015) menar att mycket handlar om kunskap och tar Kv Snårskogen (fallstudieobjekt 1) som exempel där rivningsentreprenaden Areco och PEAB hade kunskap om hur de skulle gå till väga vid projektet (Runesson 2015, personlig kommunikation). Runesson (2015) framhåller även att många av de duktiga rivningsföretagen är skickliga på selektering av material och att om processen genomförs på rätt sätt är det möjligt att återanvända väldigt mycket (Runesson 2015, personlig kommunikation).

Det råder delade meningar om svårigheten och utmaningarna med att genomföra projekt med dekonstruktion. Månsson (2015) från arkitektfirman menade att genomförandet av dekonstruktion och att sätta upp byggnaden igen inte behöver vara särskilt svårt:

Inget var speciellt svårt. Det som är viktigt är att man tar reda på vad man har att förhålla sig till, vilka komponenter man har att göra med. Men ska man bara plocka ner det och sätta upp det igen så är det viktigast att undersöka de nya grundförutsättningarna, genomföra en grundundersökning av grundläggning. Resten är bara att montera. Betongplattan kan man ju inte ta mig sig av grundläggningen, utan där får man börja om på nytt. Det gör ju dock inte vi utan där hade konsultat till det som plockade fram uppgifter om svensk grundläggning. För det kan ju vara grundlagt på ett sätt på den gamla tomten och på ett nytt sätt på den nya tomten (Månsson 2015, personlig kommunikation).

Rivningsentreprenaden Åbinger (2015) menar emellertid att det är viktigt att idka stor försiktighet vid genomförande av projekt som dessa, vilket är tydligt i resultatet för samtliga fallstudieobjekt:

Svårigheten är framförallt att man måste vara väldigt försiktig när man jobbar med betongstommar. Det är viktigt hur man transporterar det så att det inte blir några sprickor. Men ska exempelvis aldrig lägga en takstol ner utan den måste alltid stå. Ligger den ner finns risken att den spricker också försvagas hela konstruktionen. Det är allmän försiktighet (Åbinger 2015, personlig kommunikation).

Det är tydligt från fallstudieobjekten att projekt som präglats av dekonstruktion är en bra åtgärd för att minimera miljöpåverkan från byggindustrin. Resultatet visar att en vanlig rivningsprocess eller demontering skiljer sig väldigt mycket från en där demontering sker. De åtgärder och verktyg som krävs för att genomföra projekt som bygger på återanvändning skapar barriärer och osäkerheter som aktörer måste vara medvetna om och flexibla inför (Gorgolewski 2008).

Ett problem som benämns som en kritisk del av att möjliggöra demontering är tillgängligheten på material som redovisar vad byggnaden består av. Tillgång till originalritningar och beskrivningar av byggnaden är vitalt för att ta reda på de strukturella egenskaperna i en byggnad, vilket också ökar

återanvändningsmöjligheterna eftersom det sparar tid och underlättar designprocessen.

Exempelvis var detta ett problem som gick att utläsa från fallstudieobjekt 2 där en del information gick att få från originalritningarna över byggnaden, men det visade sig dock vara tvunget att genomföra och ta fram röntgenritningar och göra kemiska analyser och provtagningar för att fastställa kvalitén på stålbalkarna. Denna typ av analys och provtagning var väldigt kostnadsgenererande. I fallstudieobjekt 1 fanns originalritningar och beskrivning av byggnadens egenskaper tillgängliga, vilket underlättade hela processen. Enligt fallstudieobjekten är det viktigt att vara förberedd på extrautgifter för undersökning och inventering av material för att på så sätt ta reda på dess egenskaper och kvalitet.

Transparensen och tillgängligheten på information om byggnadens egenskaper är uppenbarligen viktigt för att säkerställa vilka möjligheter en byggnads olika material och komponenter har för att återanvändas. Av fallstudieobjekten är det tydligt att samtliga har genomförts av komponents aktörer med kunskap om demontering och selektering av material. Att genomföra processen med ett öppet samarbete mellan aktörerna ter sig också viktigt, men det är värt att påpeka att trots att samarbetet mellan aktörerna inom fallstudieobjekt 2 beskrivs som bra, komplicerades ändå processen p.g.a. att tillgängligheten på information (exempelvis ritningar) om byggnadens egenskaper saknades. Detta medför i sin tur att osäkerhet råder kring genomförandet och hanteringen av material i en byggnads slutanvändningsfas enligt Kim & Rigdon (1998) som försvårar implementeringen av att sluta det materiella kretsloppet och anpassningen till en mer cirkulär ekonomi.

### 3.4.5 Logistik

Förvaring av material under tiden rekommenderas inte baserat på fallstudieobjekten eftersom detta medför ytterligare ett moment där materialen riskerar att skadas, samtidigt som det ofta har en negativ ekonomisk påverkan på själva processen. Inom fallstudieobjekt 2 uppstod problem med att det inte fanns tillräcklig med förvaringsutrymmen för materialen under byggprocessen, vilket gjorde att material flyttades runt och en del blev skadat i denna process. Eftersom projektet delades upp i olika faser efter varandra under en lång period och det faktum att en övergripande ansvarig för projektet saknades gjorde att dessa problem uppkom. Den ekonomiska lönsamheten som gör dessa projekt genomförbara blir större ju bättre och smidigare materialen förflyttas från demonteringsplats till den nya byggarbetsplatsen. I fallstudieobjektet 3 blev det extra tydligt eftersom där fanns tillfällen då material inte var tillgängligt vid de tidpunkter som materialet behövdes.

Alla lättbetongplankorna från fallstudieobjekt 1 kunde inte återanvändas eftersom element blev skadade i samband med demoleringen samt vid transporten. Uppskattningsvis återanvändes 60-70 %

av de elementen och resten fick bytas ut mot nya. Lättbetongen från Siporex beskrivs som väldigt ömtålig och ibland svåra att demontera. 30-40 % av lättbetongplankorna kasserades om de gick sönder eller ansågs vara i alldeles för dåligt skick. Skadorna som skedde kom till i dekonstruktionen eller transporten. Förvaringen beskrivs som ett stort dilemma enligt Runesson (2015) där en bra lösning är nödvändig (Runesson 2015, personlig kommunikation):

Sen är det ju problem med att om det inte finns en direkt användare till materialet så lager hantering är komplicerat, ha någonstans att ställa det. Ska du sen flytta det ett par gånger så är ju risken att det blir inkurant och du kan inte använda det igen (Runesson 2015, personlig kommunikation).

Enqvist (2015) nämner att förvaringsmöjligheter och timing som aspekter som kan medföra problem, då till exempel material kanske inte alltid finns tillgängligt vid de tillfällena som de behövs i byggprocessen, samt att mängden material inte är tillräcklig (Enqvist 2015, personlig kommunikation). Skanskas verksamhet i England driver projekt där mindre centrala lager finns på olika platser i landet där det är möjligt att skicka överblivet material som andra projekt kan handla, vilket Skanskas verksamhet i Sverige inte har idag. Eftersom rivningsentreprenaden inom fallstudieobjekt 1 hade möjlighet att transportera det dekonstruerade materialet direkt till byggarbetsplatsen behövdes ingen mellanlagringsstation enligt Åbinger (2015) som förklarar förloppet och hur de som rivningsentreprenad resonerade:

Vi körde det direkt till byggarbetsplatsen och la materialet i anslutning till byggarbetsplatsen. Det är inte att rekommendera att förvara eftersom dels försvinner själva vitsen. Betonghus är tunga med transporter och sånt som kostar en del. Ska man då mellanlagra så tappas själva vitsen. Vissa delar gick sönder. Men fönster och sånt sattes i och klarade flytten (Åbinger 2015, personlig kommunikation).

Det är tydligt att samtliga intervjupersoner nämner svårigheter och komplikationer kring förvaring av demonterat material, vilket tyder på att detta är ett stort problem. Vissa material är väldigt ömtåliga och riskerar att gå i sönder om de inte behandlas med försiktighet. Som tidigare nämnts har stora och robusta byggkomponenter störst möjlighet att återanvändas. Om dessa material inte kan användas direkt utan måste lagras under byggprocessen blir det ett problem att hitta en plats för förvaring av dessa stora komponenter. Det framgår även från fallstudieobjekten att förvaringen är en kostsam del av återanvända en byggnad då det ofta medför att projektet tar längre tid att genomföra samt att transporterna måste göras fler gånger. Behovet av förvaringsutrymme såg lite olika ut mellan fallstudieobjekten där fallstudieobjekt 1 hade möjligheten att transportera det demonterade materialet direkt till den nya tomten, medan fallstudieobjekt 2 och 3 behövde förvaringsutrymme, vilket också medförde extrakostnader och skador på byggmaterial.

Enqvist (2015) konstaterar att det absolut tar mer tid att genomföra en dekonstruktion och materialåteranvändning, men kan inte återge hur en siffra på hur mycket extra tid det tar jämfört med en traditionell rivningsprocess där mycket material går till materialåtervinning, energiåtervinning eller deponi (Enqvist 2015, personlig kommunikation). Svårigheterna ligger ofta i

att det krävs försiktighet i dekonstruktionsprocessen, men att det i nästa skede uppstår utmaningar som nämnts tidigare. I nästa fas är det ofta nödvändigt att transportera materialet, det vill säga att det optimala skulle vara att ha ett givet klart projekt som möjliggör transport från A till B. Ibland behövs emellertid en lagrings eller förvaringsplats för materialen i väntan på att de ska byggas in i de nya projekten.

Inom modellen för en byggnad med ett livcykelperspektiv utifrån cirkulär ekonomi och hållbart byggande finns inte förvaringsaspekten representerad (Kim & Rigdon 1998, s. 11). Detta borde till viss del bero på samma problematik som tidigare nämnts, nämligen att modellen inte är lämplig att applicera på befintliga byggnader som inte är konstruerade utifrån cirkulärt tänk från första början. Alternativt kan förvaringsaspekten inkluderas i transportfasen. Med ett cirkulärt tänk från första början borde byggnaden och processen anpassas och planeras för att inte behöva förvaras. Transporten är dock en aspekt som är svår att undvika såvida inte byggnaden dekonstrueras på samma plats. Samtidigt borde materialet som ingår i en byggnad med cirkulär ekonomi i åtanke konstrueras med material som är så pass tåliga att de tål oöm behandling.

### 3.4.6 Generell förändring av inställningen gentemot återanvändning

Inställningen till återanvändning av byggmaterial måste förändras, både inom byggindustrin men också kunders krav på nybyggnation. Runesson (2014) menar att det inte enbart handlar om möjligheten till att återanvända materialet, utan att det även handlar om vad kunden efterfrågar och vilken inställning och krav kunder har på nya byggnader (Runesson 2014, personlig kommunikation):

Det gäller att skapa ett incitament så att man kan uppnå ett win-win-förhållande mellan kunden och fastighetsägaren. Så att båda tjänar på att återanvända material i alltifrån små hyresgäst Anpassningar till lite större byggnationer. Klarar materialen av de kraven som ställs enligt olika normer så kan man mycket väl tänka sig att använda gammalt material (Runesson 2015, personlig kommunikation).

Det konstateras även att det kan finnas en problematik i hur mycket kunden är beredda att betala för exempelvis en dörr:

En annan problematik uppkommer om till exempel tittar på dörrar. Prissättningen på en dörr är många gånger inte i förhållande till vad det kostar att tillverka dörren utan då tittar man på om man gjort någon innovation och ställer sig frågan; hur mycket kostar en jämförbar vara istället? Därefter sker prissättningen. Man vill ta ett så högt pris som möjligt. Samma problematik gäller även prissättningen på gamla varor som inte heller egentligen sätts i förhållande till vad den är värd utan det blir en fråga om hur mycket man kan skriva ner. Om vi säger att vi säljer den 20 % billigare än vad det kostar nytt. I regel när då något är begagnat prisskillnaden inte är större tycker många att det inte är värt det. Detta är ett problem som vi måste hitta en lösning på (Runesson 2015, personlig kommunikation).

Mentaliteten idag anser Runesson (2015) är inställd på att kunden nästan vill ha pengar för att återanvända någonting och då är en prissänkning på exempelvis 20 % inte tillräcklig och lösningen på detta borde finnas i att få in ett bra incitament som uppmuntrar till återanvändning (Runesson 2015, personlig kommunikation) Inom hela byggprocessen så ligger 30-40% av kostnaden på

installationerna. Med det påståendet menar Runesson (2015) det inte finns någon jättepoteential för att återanvända saker och ting (Runesson 2015, personlig kommunikation). Vidare menar Nilsson (2015) att även om ökad arbetskraft inte är en miljöbelastning i sig så medför det större kostnader (Nilsson 2015, personlig kommunikation). Att riva ett gammalt hus är kostsamt för att det tar längre tid. Trots att det finns vissa firmor som är duktiga på att återanvända exempelvis gamla ventilationsaggregat (och kanalisationer) när en byggnad rivs och kunna använda det igen, så ser ofta dessa firmor dock inget mervärde i detta, utan kör det hellre på deponi istället för att återanvända det. Svårigheter med att implementera cirkulär ekonomi handlar om kvalitetsfrågor, det vill säga en säkring av kvalitén på ett byggmaterial när det är återanvänt, till exempel om det har varit inbyggt en gång och ska bli inbyggt igen med garantifrågor.

Kunder efterfrågar inte återanvända material, vilket gör att det är lättare för firmorna att göra deponera då kunden ändå betalar och alla konkurrenter gör likadant. Åbinger (2015) menar dessutom att konkurrensen har gjort att det idag är möjligt att köpa ett nytt, billigt och importerat fönster som gör att gamla fönster inte blir lika intressanta (Åbinger 2015, personlig kommunikation). Runesson (2015) framhäver att prisskillnaden inte är tillräckligt stor och ger förslag på en lösning (Runesson 2015, personlig kommunikation):

Om man exempelvis river en byggnad, skulle man kunna införa att man behöver betala en deponiavgift eller att man från början eller när man bygger något sätter in en summa som en deponiavgift. Ett hus räknar vi ju på att vi kan ha i hundra år så då är det svårt att tänka sig hur man ska kunna förvalta något sådant när man ser hurdan ekonomin förändras på olika sätt. När man t.ex. gör en köksinredning eller något i den stilen så borde man kunna nästa kräva att man åtminstone återanvänder skåpen igen, luckor och sådant är sin sak, men skåpen borde man kunna återanvända. Exklusiva stenskivor och sådant som man bara använder i 4-5 år och sen gör sig av med (Runesson 2015).

I syfte att förändra inställningen och mentaliteten kring implementeringen har intervjuade representanter från de största byggföretagen i Sverige potentiella lösningar på hur en förändring skulle kunna ske. När det gäller åtgärder och lösningar som skulle medföra en bredare implementering av dekonstruktion cirkulär ekonomi inom byggindustrin nämns ett mer anpassat regelverk som en väg att gå. Exempelvis skulle ett regelverk som syftar till strama åt avfallshandling och använda sig av deponiskatten ses som ett potentiellt verktyg för att etablera det cirkulära tänket. Enqvist (2015) menar exempelvis att deponiskatten har medfört att det idag deponeras mycket mindre än vad det gjorde för 10-15 år sedan (Enqvist 2015, personlig kommunikation). Tennung (2015) är inne på Enqvists (2015) spår och menar att förutsättningar finns:

Det som jag ser utifrån mitt perspektiv är att jag skulle vilja att man anpassade regelverket, luckrade upp eller skapade ett alternativt regelverk som underlättar för användning av återvunnet material. Jag tycker ändå att vi har kommit så pass långt i utvecklingen att vi är ganska bra på att samla in, vi tar in material och vi är ganska bra sorterade även om det fortfarande kan bli mycket bättre. Det finns en rutin, att det måste finnas containrar på

arbetsplatser och att man ska sortera rätt, även om det givetvis kan bli bättre (Tennung 2015, personlig kommunikation).

Vidare tror Enqvist (2015) att liknande ekonomiska styrmedel, till exempel att reglera energiutvinning på något sätt skulle generera en större efterfrågan på ren återanvändning av material, samt att någon typ av ekonomiskt styrmedel på avfallssidan som skulle kunna få fram en större vilja att införa åtgärder som skulle gynna återanvändningen av byggmaterial (Enqvist 2015, personlig kommunikation). Tennung (2015) vill även se fokus på kvalitetssäkring på återvunnet material inom regelverket, som kan användas för att säkerställa kvalitén och lägga den på rätt nivå och tar glas som ett exempel:

Vissa material eller vissa glas måste vara av en viss klass i vissa byggnader och så kan det kanske alltid få vara, men att man också har klassning som tillåter att det inte är lika höga krav, där det blir lättare att använda sig av återvunnet material. Alternativt skulle man kunna ha ett incitament, att man jobbar från den sidan från Naturvårdsverket och regeringens sida. Man kan privilegiera dem som använder andel återvunnet material. Om du exempelvis kommer till en viss nivå inom återvinning så får du någon typ av bonus på projektet. Att man har lite sådana variabler som triggat igång entreprenörerna att återvinna och återanvända. Det tror jag skulle kunna vara ett vinnande koncept (Tennung 2015, personlig kommunikation).

De ekonomiska vinsterna från fallstudieobjekt 2 var inte stora, vilket berodde mycket på åtgången av förvaringsutrymme som kunde bevara materialen utan att de gick sönder, men också det faktum att dekonstruktion tar väldigt mycket tid. Det rådde en allmän tveksamhet bland entreprenörer inom fallstudieobjekt 2 eftersom det ofta ses som en ovan utmaning att bygga med återanvänt material. Inom fallstudieobjekt 2 beräknas själva materialåteranvändningen dock ha sparat pengar. Det totala resultatet blev dock en förlust eftersom uppvärmningskraven och miljökraven var så höga i detta projekt, vilket kan härledas till andra kriterier från det analytiska ramverket, samt ett exempel på varför inställningen till återanvändning av byggmaterial ser ut som den gör. När det gäller ekonomiska vinster och konkurrensfördelar på marknaden så är byggföretagen överens om att cirkulär ekonomi kan generera detta. Enqvist (2015) belyser särskilt minskandet av mängden farliga ämnen som en viktig del som kommer gynna alla, även om det finns mycket kvar att lära:

Vi ser ju t.ex. att genom att minska mängden farliga ämnen i material vi använder kommer i det långa loppet leda till mindre saneringsarbete så där finns det absolut en stor ekonomisk vinst för samhället och fastighetsägare osv. Om man tittar på materialåteranvändning överhuvudtaget, om där är farliga ämnen eller inte styr hur mycket som kan återanvändas. Det finns projekt som slänger dubbelt så mycket som ett annat, så det finns ekonomiska vinster redan där (Enqvist 2015, personlig kommunikation).

Det är tydligt att det finns resultatet påvisar att det finns många förslag på hur en generell förändring av inställning gentemot återanvändning kan se ut för att möjliggöra för dekonstruktion (Kibert et al. 2001, s. 10). Tennung (2015) påpekar att det finns andra vinster som inte kan räknas i kronor och öre på samma sätt där det handlar om att ta ett ansvar för det arbete som görs (Tennung 2015, personlig kommunikation). Ur ett konkurrensperspektiv ser Tennung (2015) cirkulär ekonomi som ett begrepp som kan vara med och potentiellt bidra till att stärka deras varumärke och att eventuellt i framtiden kan vara en aspekt som kan göra att de vinner ett anbud just därför att vi är duktiga på att arbeta med de här sakfrågorna (Tennung 2015, personlig



kommunikation). Nilsson (2015) bidrar med ytterligare ett perspektiv baserat på hur cirkulär ekonomi inom byggindustrin hanteras inom politiken med beskattning som t.ex. arbetsgivaravgifter och råvaruskatter (Nilsson 2015, personlig kommunikation). Nilsson (2015) menar vidare att det idag läggs väldigt mycket skatt på arbete, men väldigt lite skatt på råvaror, vilket vid en utjämning potentiellt skulle kunna bidra till att det blir ekonomiskt fördelaktigt att hushålla med resurserna (Nilsson 2015, personlig kommunikation). Resultatet av denna studie visar att dekonstruktionen är en väldigt tidskrävande process som kräver mycket arbetskraft, vilket kan ses som en svårighet eller hinder mot att återanvända mer byggmaterial. En potentiell lösning på detta problem skulle emellertid enligt Nilsson (2015) vara att minska arbetskostnaderna och öka råvarukostnaden för att på sätt bidra till att det blir mer ekonomiskt lönsamt att återanvända byggmaterial (Nilsson 2015, personlig kommunikation).

### 3.5 Vilka material återanvändes inom fallstudieobjekten?

Samtliga fallstudieobjekt har byggts till stor del av återanvänt material där det inte har rapporterats om några försämringar i energiprestanda. Byggnaden i fallstudieobjekt 3 beräknas bestå av 56 % återvunnet eller återanvänt material sett till dess totalvikt (Gorgolewski 2008). Allt material kommer inte från den ursprungliga byggnaden då det var 75 % av den ursprungliga byggnadens totalvikt som återanvändes i den nya byggnaden. De resterande 25 % kunde inte återanvändas för just detta projekt och en del av det materialet kunde sedan inkorporeras i andra projekt, alternativt skickades för återvinning. En del av de 25 % som inte kunde återanvändas var stål som gick sönder i själva demonteringen. Inom fallstudieobjekt 3 transporterades materialet som skulle återanvändas till en temporär plats för förvaring under byggprocessen (Gorgolewski 2008).

I byggnaden inom fallstudieobjekt 2 kunde en hel del av materialet och komponenterna från den gamla byggnaden återanvändas eller återvinnas, alternativt var de nya materialen som fick ingå i nybygget väldigt noggrant granskade utifrån deras klimatpåverkan. De material som återanvändes i fallstudieobjekt 2 var: stålreglar, stålbeklädnad (stålplåt), tegel och betong för utjämning. Precis som i fallstudieobjekt 3 kunde mycket stål återanvändas men inte allt eftersom en del gick sönder i demonteringen. Enligt Gorgolewski (2008) var byggnaden inom fallstudieobjekt 2 inte anpassad för demontering i lika hög grad som fallstudieobjekt 3 och trots att experter anlätades kunde inte allt räddas. En betydande del av det som vid en traditionell rivningsprocess troligtvis hade gått till deponi blev ändå användbart. Material återvanns men exakt siffra saknas. En stor del av materialet från fallstudieobjekt 2 kunde precis som fallstudieobjekt 3 återanvändas på andra platser runt om i staden, alternativt återvanns. Cirka 9000 m<sup>3</sup> kunde totalt återanvändas eller återvinnas som annars skulle gått till deponi. 8000 ton betong krossades och återanvändes som fyllnad. Cirka 275 stålbalkar kunde återanvändas. Dessutom kunde en del stålbeklädnad, tegel, virke och tekniska

komponenter från hissar återanvändas. Av det som gick till återvinning identifierades kablar, rör, träbockar och övriga stålkomponenter.

När det gäller fallstudieobjekt 1 är det viktigt att påpeka att hela den befintliga byggnaden inte flyttades. Byggnaden bestod ursprungligen av en kontorsavdelning och en lagerlokal (Runesson 2015, personlig kommunikation). Kontorsavdelningen dekonstruerades inte (Månsson 2015, personlig kommunikation). Uppskattningsvis återanvändes 60-70 % av lättbetongplankorna och resten fick bytas ut mot nya (Runesson 2015, personlig kommunikation). Utöver detta kompletterades byggnaden med ytterligare isolering för att uppnå kraven för U-värde (Månsson 2015, personlig kommunikation). De material som kunde återanvändas var betong, ytterväggselement, prefabricerade element och sandwichelement, stål, portar, pelare, stomme, avvaxlingar, lättbetongtak (Siporex), yttertak, fönster och dörrar, elstegar, yttre väderskyddet eller regnkappan, golv, lastpallar, mineralull radiatorer för värmesystemet, värmeväxlare för fjärrvärmesystemet, elstegar och viss del av ventilationssystemet. Det framgår inte, samt finns ingen information om hur mycket material som gick till återvinning. Det konstateras dock att material gick till deponi.

Gemensamt för samtliga fallstudieobjekt är att betong och stål kunde återanvändas. Jämförelsen mellan fallstudieobjekten blir emellertid svår då samtliga fallstudieobjekt har olika enheter för att redovisa hur mycket material som har återanvänts. Det är tydligt att samtliga fallstudieobjekt är lyckade projekt när det gäller återanvändning av byggmaterial då slutsatsen från samtliga fallstudieobjekt är att väldigt stora delar av byggnaderna består av återanvänt material. Inget av fallstudieobjekten har dock lyckats återanvända eller återvinna fullt ut. Därmed har de heller inte lyckats sluta det materiella kretsloppet och eliminera allt avfall på ett sätt som kan härledas till definitionen av cirkulär ekonomi (Ellen MacArthur Foundation 2012). Inom fallstudieobjekt 1 och 2 kunde tekniska komponenter återanvändas. Spill i form av material som gick sönder vid demonteringen förekom inom alla fallstudieobjekt, vilket enligt fallstudieobjekten beror på att byggnaderna ursprungligen inte är avsedda för att plockas isär. Material som gick sönder har dock ofta kunnat återvinnas till nya material eller för andra ändamål. Det blir emellertid återigen påtagligt att en byggnad som kan dekonstrueras fullständigt i enlighet med cirkulär ekonomi, baserat på resultatet från den här studien kräver att byggnaden ursprungligen är designad och konstruerad på ett visst sätt. Resultatet från fallstudieobjekten visar att det är möjligt att återanvända betong och stål i första hand. Fönster, dörrar och portar har också potential för återanvändning. Potentialen i återanvändning av betong bekräftas dock inte fullt ut av resultatet från intervjuer med byggföretagen där Nilsson (2015) från PEAB och Tennung (2015) från NCC ser betong som ett bra material att återvinna och inkludera i en ny produktion, snarare än återanvändning (Nilsson 2015, personlig kommunikation; Tennung 2015, personlig kommunikation). Nilsson (2015) exemplifierar

genom att nämna att betong lämpar sig väldigt bra att använda istället för grus och bergmaterial vid anläggning av asfalt (Nilsson 2015, personlig kommunikation).

Baserat på resultatet från intervjuer med olika byggföretag finns det alltså varierade erfarenheter när det gäller återanvändning av byggmaterial. Enqvist (2015) menar att dörrar och liknande material är lämpligast och absolut lättast att återanvända rent generellt, men fortsätter med att förklara att möjligheten till att återanvända beror ofta på fall till fall (Enqvist 2015, personlig kommunikation):

Det är svårt att säga, det beror på hur det nya projektet är uppbyggt, hur det är ritat, hur arkitekten har tänkt. Det behöver ju egentligen vara inkorporerat redan där för att det ska bli riktigt bra och för att man ska ha så stora möjligheter som möjligt att komma vidare. Det går att materialåteranvända ganska många material om man har rätt förutsättningar, men som det ser ut idag så är det ganska sällan som man har de förutsättningarna och att den där efterfrågan på att man genomför återvinning inte riktigt finns idag (Enqvist 2015, personlig kommunikation).

Möjligheten till att återanvända byggmaterial har, som Enqvist (2015) är inne på, mycket att göra med hur byggnaden är konstruerad från första början och med vilka material, samt hur dessa material är sammansatta (Enqvist 2015, personlig kommunikation). Tennung (2015), som fokuserar mycket på återvinning menar att stål är ett material som lämpar sig väldigt bra för återvinning och att betong och gips är sådana material som absolut skulle kunna återvinnas mer i framtiden (Tennung 2015, personlig kommunikation). Gips kan även återanvändas, men Tennung (2015) menar dock att det finns få beställare som är intresserad av att göra det (Tennung 2015, personlig kommunikation). Tennung (2015) menar vidare att det är mycket lite material som lämpar sig för återanvändning, men nämner mineraliska massor som är möjliga att flytta inom området, lastpallar och mineralull som några exempel på material som kan återanvändas (Tennung 2015, personlig kommunikation). Det finns större möjligheter till att återvinna material, men då medkommer mekanisk bearbetning och processer som krävs innan materialet kan bli en del av nyproduktion igen.

### **3.6 Hur väl etablerat är begreppet cirkulär ekonomi inom Sveriges byggindustri?**

Fallstudieobjektens resultat stämmer överens med viktiga beståndsdelar inom cirkulär ekonomi då faktorer som resursanvändning, energi och ekonomi tas i beaktande enligt Ellen MacArthur Foundations (2012) definition. Modellen som omfattas inom hållbar design som Kim & Rigdon presenterar (1998) stämmer dock inte lika väl och tydliggör problematiken. Genom att återanvända byggmaterial hushåller byggindustrin med resurser, vilket är en viktig del inom modellen, men eftersom byggnaderna som dekonstrueras inte är konstruerad på ett sätt som främjar återanvändningen blir det tydligt att cirkulär ekonomi inte har tillämpats fullt ut. Det visar emellertid på vikten av försöka sträva efter det cirkulära kretsloppet i den mån det är möjligt genom

dekonstruktion av byggnader från det befintliga beståndet (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 37).

Inom frågeställning om hur dekonstruktionsprocessen kan optimeras blir det tydligt att det finns en del aspekter som försvårar implementeringen av cirkulär ekonomi. De nämnda aspekterna är förändringar i konstruktionsregler och energikrav, inställning och mentalitet, kunskap och tillgång på information om materials egenskaper, förvaringsproblematik och materialval. Dagens byggnader är inte anpassade för att dekonstrueras fullt ut och därmed kan det konstateras att dagens implementering av cirkulär ekonomi inom byggindustrin inte stämmer överens med hur modellen för hållbar design som Kim & Rigdon (1998) illustrerar.

Det finns inom fallstudieobjekten och från byggföretagets sida mål och ambitioner om att eliminera allt avfall som går till deponi, men utveckling har inte kommit så långt ännu. Enligt modellen för hållbar design av Kim & Rigdon (1998) skall inget avfall gå till deponi, vilket inte går att undvika genom dekonstruktion av byggnader från det befintliga beståndet. Det är tydligt att tankesättet kring cirkulär ekonomi måste vara med från början i designprocessen för att kunna tillämpas fullt ut. Mycket komplikationer sker vid återanvändning av byggmaterial från det befintliga beståndet med exempelvis material som går sönder. Det är dock viktigt att de projekt som har undersökts inom denna studien visar på att det absolut finns miljövinster inom dessa projekt och något lovande att bygga vidare på. Genom att ha de kriterier som krävs för att genomföra en dekonstruktion utan avfall till deponi i åtanke vid konstruktion av framtida byggnader kan öka möjligheterna för en etablering av cirkulär ekonomi inom byggindustrin. Nilsson (2015) menar emellertid att det är viktigt att inte ha för bråttom att implementera det cirkulära tänket och inte suboptimera så att nya hus som byggs blir av lägre kvalitet utifrån ett energiperspektiv och hälsoperspektiv (Nilsson 2015, personlig kommunikation). Detta är något som inte omnämns inom definitionen för cirkulär ekonomi, där det verkar vara allmänt vedertaget att de material som återanvänds uppfyller de krav på energieffektivitet och kvalitet som finns idag.

Att tillämpa det cirkulära tänket inom byggindustrin är också kopplat till vilka möjligheter till återanvändning som materialen har (Kibert et al. 2001, s. 10). Nilsson (2015) diskuterar hur det skulle kunna vara möjligt att säkerställa kvalitén på en byggnad, men samtidigt ta hänsyn till att använda de bäst lämpade materialen som antingen kan återanvändas eller biologiskt brytas ner. Som tidigare nämnts så visar resultatet från fallstudieobjekten att det är möjligt att återanvända betong och stål, medan Nilsson (2015) diskuterar hur återvinning av material som är nedbrytbara skulle kunna vara en lösning och tar trämaterial som exempel:

Materialet behöver vara kretsloppsanpassat. Ett exempel på kretsloppsanpassat material är trä, som är en förnyelsebar resurs. Träd växer hela tiden och bygger vi ett hus var hundra år så hinner träden växa upp igen på den tiden. Eftersom trä är en förnyelsebar resurs kan man faktiskt hävda att vi kan bygga hus av trä och när

vi ska bygga ett nytt hus behöver vi inte använda det gamla träet som då istället kan användas för uppvärmning och följaktligen bygga det nya huset av nytt timmer som har växt upp sen sist. Detta ska man jämföra med plast och olja. Olja återvinns ju inte inom rimlig tid då det miljontals år för olja att bildas så där håller inte resonemanget. Det funkar inte likadant som trä. För metaller gäller ungefär samma sak som trä. Metaller kan återvinnas. Det gäller att hushålla med metaller också men de försvinner och andra sidan så finns de kvar. Metaller är en ändlig resurs. Jag tror att det kan vara en lösning, att använda mer återvinningsbara material (Nilsson 2015, personlig kommunikation).

Att återvinna material inom processen eller använda material som är biologiskt nedbrytbara kan absolut härledas till cirkulär ekonomi (Ellen MacArthur Foundation 2012). Även om Nilsson (2015) pratar mycket om återvinning, snarare än återanvändning så finns det cirkulära tänket med i resonemanget. I teorin skulle resonemanget vara förenligt med cirkulär ekonomi, men problemet riktas istället mot att de förnyelsebara resurserna inte hinner återhämta sig och att resursslöseriet borde minimeras på annat vis. Nilsson (2015) menar att det är viktigt att inte suboptimera, det vill säga att materialanpassningen som syftar till att främja det cirkulära tänket leder till att det börjar byggas hus av sämre kvalité, dels ur energisynpunkt men också ur hälsosynpunkt (Nilsson 2015, personlig kommunikation). I enlighet med detta resonemang kan det ifrågasättas om problemet med resursslöseri förbättras då den linjära modellen har konstaterats vara dömd att misslyckas eftersom jorden har begränsade resurser trots att framsteg har gjorts när det gäller att öka resurseffektiviteten (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 14-15). Jordens befolkning ökar och konsumtionsnivåerna likaså (Tillman Lyle 1994, s. 165-166) och att förlita sig på att bygga i en takt som är anpassad efter hur lång tid det tar för naturen att återhämta sig blir svårt att uppnå.

De fallstudieobjekt som har studerats visar att det är möjligt att återanvända byggmaterial. Resultatet visar dock att det inte är möjligt att återanvända allt på grund av olika anledningar som att dagens byggnader inte är konstruerade och byggda av material som kan återanvändas till hundra procent. Modellen ursprungligen utvecklad av Kim & Rigdon (1998) visar hur återanvändning premieras framför återvinning, som i sin tur premieras framför avfall (Kim & Rigdon 1998, s. 11). Resultatet från fallstudieobjekten och intervjuerna med byggföretag visar att implementeringen av cirkulär ekonomi ska stämma överens med definitionen och teorin krävs förändringar i konstruktion och energikrav, klokare val av material, kunskap och samarbetsvilja genom hela processen, förvaringsmöjligheter och en förändrad attityd överlag gentemot återanvändning. De som försöker uppnå så hög återanvändning som möjligt kan anses vara närmare en överensstämmelse med definitionen av cirkulär ekonomi jämfört med de som fokuserar mer på återvinning.

När det gäller byggföretagens arbete mot en cirkulär ekonomi visar resultatet att inget av de tre företagen tillämpar modellen för hållbar design av Kim & Rigdon (1998) eller någon liknande strategi. Det är tydligt att Skanska har mer erfarenhet av att återanvända byggmaterial och dekonstruktion. NCC och PEAB fokuserar mycket på återvinning, vilket också är en del av att sluta

det materiella kretsloppet, men som ofta medför att energi går åt för att processa och bearbeta materialet. Tennung (2015) belyser samtidigt att det finns en vision inom NCC att eliminera avfallet som går till deponi, vilket kan härledas till definitionen av cirkulär ekonomi.

Tennung (2015) betonar dock att cirkulär ekonomi är ett begrepp som diskuteras inom företaget och nämner organisationen Recycling som finns inom NCC:

Vi pratar om cirkulär ekonomi en hel del och vi försöker också naturligtvis att lära oss mer. Det är något som vi sysslar med inom Recycling. Recycling startade som ett projekt 2010 och som sedan formades sedermera till en egen organisation med ny inriktning, bland annat bygg och rivningsavfall. Vi kommer att gå åt det hållet mer och mer eftersom vi ser en vinning för alla att ha en cirkulär ekonomi, att återvinna och återanvända (Tennung 2015).

Tennung (2015) framhäver att NCC har ambitiösa planer med i framtiden kunna ta hand om allt material som de själva genererar och nämner att utvecklandet av förutsättningarna går framåt men det som saknas är möjligheten att ta hand om och processa material för bearbetning och användning (Tennung 2015, personlig kommunikation). Störst fokus verkar dock ligga på att återvinna material (exempelvis gips och glas som kan användas i nya produkter igen), snarare än att återanvända (Tennung 2015, personlig kommunikation). Skanska har emellertid varit delaktiga i projekt med olika mängd återanvänt material. PEAB riktar även mycket fokus på återvinning, även de har erfarenhet av att konstruera byggnader med återanvänt byggmaterial.

Det är tydligt att begreppet cirkulär ekonomi ofta förknippas med ett kretsloppstänk. Byggföretagen fokuserar väldigt mycket på återvinning, snarare än återanvändning. Enligt modellen för hållbar design inom byggindustrin ska material som dekonstrueras först och främst återanvändas, vilket generellt ses som en komplicerad och svår åtgärd att genomföra där många av de aspekter som intervjupersonerna nämner kan härledas till kriterierna från det analytiska ramverket för dekonstruktion. Byggföretagen har ett tydligt kretsloppstänk inom deras verksamheter, men återanvändning genom dekonstruktion kan inte genomföras fullt ut på byggnader från det befintliga beståndet, vilket betyder att de tre svenska byggföretagen inte har en fulländad tillämpning av cirkulär ekonomi.

## KAPITEL 4 - Diskussion

### 4.1 Diskussion kring metod och analytiskt ramverk

Fallstudie som metod för att genomföra studien har fungerat väl och jag står fast vid att det är den metod som lämpar sig bäst för denna typ av studie. Fallstudieobjekten bidrog med en inblick i vilken mån det cirkulära tänket var inkluderat i tre olika projekten där dekonstruktion och återanvändning av byggmaterial genomfördes. Detta i kombination med intervjuer med tre av Sveriges största byggföretag gjorde att jag kunde svara på min frågeställning och studiens syfte. Validiteten av resultatet kan diskuteras. Genom att intervjua tre företag ges ingen representativ bild av byggindustrin, varken i Sverige och framförallt inte globalt. Det är även viktigt att påpeka att endast en person från varje företag har intervjuats, vilket inte kan garantera en fullständig bild av företagets arbete med cirkulär ekonomi. Resultatet kan dock användas som underlag för vidare forskning. Även när det gäller fallstudieobjekten är jag medveten om att resultatet inte är representativt. Detta beror först och främst på antalet genomförda fallstudieobjekt, men också det faktum att fallstudie 2 och 3 är baserade på någon annans observationer. Fallstudieobjekt 1 genomfördes med intervjuer med tre aktörer verksamma inom projektet, vilket jag tycker ger en heltäckande bild av fallstudieobjektet. Trots att fallstudie 2 och 3 är baserade på någon annans observationer anser jag dock att en jämförelse mellan fallstudieobjekten är relevant och intressant för studiens syfte och frågeställningar.

Det analytiska ramverket har varit ett väldigt bra hjälpmedel för att genomföra analysen av resultatet eftersom en uppstrukturering och kategorisering möjliggjordes utefter de kriterier som togs fram för att belysa dekonstruktionsprocessens utmaningar. Specifikationerna för varje kriterie och studiens resultat kan enligt min egen uppfattning användas som underlag för framtida forskning kring vad som krävs för att optimera dekonstruktionsprocessen, som sedan kan användas för att skapa en förståelse för vilka åtgärder som krävs för att implementera cirkulär ekonomi inom byggindustrin.

### 4.2 Diskussion kring studiens resultat

De viktigaste resultaten som min studie visar är att en implementering av cirkulär ekonomi inom byggindustrin ses som en bra åtgärd för att minska byggindustrins miljöpåverkan. En fulländad tillämpning är emellertid inte möjlig på det befintliga beståndet av byggnader då det finns en del aspekter som försvårar implementeringen. De aspekter som försvårar implementeringen kan härledas till studiens analytiska ramverk på ett väldigt tydligt sätt. Förändringar i konstruktion och energikrav som lämpar sig för återanvändning och återvinning, strategiskt smarta val av material,



kunskap och samarbete för att optimera dekonstruktionen, logistiska utmaningar och behovet av en generell förändring av inställningen gentemot återanvändning är alla aspekter som påvisar vilka förändringar och förbättringar som krävs för att underlätta för demontering, dekonstruktion, återanvändning och återvinning inom byggindustrin.

Det är emellertid viktigt att särskilja cirkulär ekonomi utifrån befintlig bebyggelse respektive framtida byggnader. De fallstudieobjekt som har undersökts bestod av byggnader som inte anpassats för dekonstruktion eller demontering, vilket visar problematiken som finns när det gäller att implementera cirkulär ekonomi genom att tydliggöra att det finns byggmaterial i byggnader från det befintliga beståndet som inte är lämpliga att använda. Eftersom denna studie fokuserade på vilka material som faktiskt gick att återanvända genom dekonstruktion hade det varit intressant att undersöka vilka material som lämpar sig minst för återanvändning. Detta skulle kunna ge en tydlig bild av vilka material som borde undvikas för att möjliggöra en tillämpning av en cirkulär byggprocess enligt Kim & Rigdons (1998) modell för hållbar design inom byggindustrin.

Cirkulär ekonomi inom byggindustrin kan endast tillämpas fullt ut om det cirkulära tänket finns med i början av byggprocessen. Det hade varit intressant att titta på en lösning som inkluderar många av de egenskaper som finns inom begreppet cirkulär ekonomi, men som är mer inriktat på det befintliga beståndet av byggnader. Resultatet av fallstudieobjekten visar att återanvändning av byggmaterial genomfördes till stor del. Det visade sig emellertid vara väldigt svårt att redogöra för exakt hur mycket byggmaterial som återanvändes, hur mycket som gick till återvinning och hur mycket byggmaterial som gick till deponi. Det är därför svårt att jämföra resultatet av vad som återanvändes inom fallstudieobjekten eftersom olika enheter och uttryck användes för att presentera mängden material som var återanvänt, återvunnet eller deponerat. Det är emellertid tydligt att återanvändning var möjligt till stor del och betong och stål sågs som de material som var mest fördelaktigt att återanvända. Byggföretagens inställning gentemot cirkulär ekonomi överensstämmer inte med aktörerna inom fallstudieobjektens inställningar där det går att identifiera en mer positiv inställning till återanvänt material. De tre största byggföretagen i Sverige fokuserar mycket på återvinning och minimering av farligt avfall i byggmaterial och byggkomponenter. Även om återvinning är en del av cirkulär ekonomi och minimering av farligt avfall kan underlätta för dekonstruktion i framtiden är inställningen till återanvändning av byggmaterial överlag negativ. Anledningen kan vara att det inte finns någon efterfrågan på byggnader som består av återanvänt material, vilket byggföretagen har uppgett. En annan aspekt eller bakomliggande orsak kan vara att återanvända byggmaterial ofta är förknippade med sämre kvalitet som gör att byggnaderna också blir av sämre kvalitet och mindre robusta. Detta kopplat till ökade energikrav som tas fram

för att göra byggnaderna energieffektivare påvisar en problematik. Uppvärmning och drift av byggnader måste emellertid tas i beaktande när byggnader konstrueras med återanvänt material eller när nyproduktion av byggnader konstrueras för att optimera dekonstruktionsprocessen enligt cirkulär ekonomi.

Det är tydligt att åtgärder krävs för att minska byggindustrins miljöpåverkan eftersom byggindustrin står för en stor del av den totala antropogena miljöpåverkan, vilket också betyder att byggindustrin spelar en viktig och avgörande roll inom miljöfrågan. Åtgärder inom byggindustrin i form av olika certifieringar (Malmqvist et al 2011b, s. 1895; Zimmerman et al. 2005, s. 1147) finns idag tillsammans med andra åtgärder, men resursanvändningen är fortfarande ineffektiv. Det är i just resursanvändning som jag tror att cirkulär ekonomi kan fylla en lucka, framförallt när jordens befolkning ökar och priset på naturresurser stiger vilket vittnar om att den linjära modellen med en etablerad slit- och slängmentalitet inte är hållbar.

Av resultatet och tidigare forskning framgår det som sagt att en implementering av cirkulär ekonomi inom byggindustrin kan ses som en bra åtgärd för att minska dess totala miljöpåverkan. Den miljövetenskapliga relevansen bakom att undersöka hur byggindustrin kan återanvända och återvinna sitt eget genererade avfall och effektivisera sin resursanvändning är därför tydlig när endast 20-30 procent av avfallet från konstruktion och rivning inom byggindustrin återanvänds eller återvinns (Ellen MacArthur Foundation 2012, s. 16). Tidigare forskning inom cirkulär ekonomi visar också att cirkulär ekonomi potentiellt kan erbjuda möjligheten att minska miljöpåverkan förenat med ekonomisk tillväxt (Li & Ma 2015, s. 73; Su et al. 2013, s. 223; Ma et al. 2015, s. 840; Schettters et al. 2015, s. 485). Ur ett generellt hållbarhetsperspektiv riktas mycket fokus på ekonomisk och miljömässig hållbarhet medan social hållbarhet inte diskuteras lika flitigt även om tidigare forskning uttrycker att efterfrågan på jobb ökar. Resultatet visar dock att mycket av återanvändning och återvinning genom konstruktion medför extra kostnader när inte de kriterier som presenteras i det analytiska ramverket uppfylls. Även denna problematik anser jag kan härledas till att befintliga byggnader inte kan återanvändas eller återvinnas enligt cirkulär ekonomi fullt ut. Dekonstruktion av byggnader från det befintliga beståndet har inte de ekonomiska fördelarna som en fulländad cirkulär ekonomi potentiellt kan resultera i, vilket jag tror kan vara en anledning till att cirkulär ekonomi inte är mer etablerat inom byggindustrin än vad det är idag. En annan intressant aspekt är att det är svårt att etablera det cirkulära tänket fullt när efterfrågan från kunden inte finns, när det inte finns några krav eller regler som tvingar fram mer återanvändning, samt när det saknas regulatoriska förutsättningar eller incitament för att underlätta en implementering av cirkulär ekonomi inom byggindustrin.

Jag tror att cirkulär ekonomi har möjligheten att ha en stor inverkan på byggindustrin i framtiden. Denna åsikt delar jag med många av de personer som jag har intervjuat i min studie. Med min tidigare erfarenhet av byggindustrin förväntade jag mig att byggföretagen skulle vara bekanta med konceptet cirkulär ekonomi, vilket jag vill påstå att de var. Baserat på mitt resultat är det tydligt att företagen inser att cirkulär ekonomi är framtiden, även om jag vill påstå att det är lång väg dit. De material som enligt resultatet har potential att återanvändas var väntat, men jag trodde dock på förhand att större delar av fallstudieobjekten skulle kunna återanvändas eller återvinnas.

## KAPITEL 5 - Slutsats

### 5.1 Generell slutsats

En implementering av cirkulär ekonomi inom byggindustrin ses som en bra åtgärd för att minska dess miljöpåverkan. Åbinger (2015) framhäver till exempel att genomförandet av dekonstruktion i fallstudieobjekt 1 var positivt ur ett miljöperspektiv då det medför hushållande med resurser, samt minskar mängden avfall (Åbinger 2015, personlig kommunikation). En fulländad tillämpning är emellertid inte möjlig på det befintliga beståndet av byggnader då det finns en del aspekter som försvårar implementeringen.

### 5.2 Hur kan dekonstruktionsprocessen optimeras när det gäller återanvändning av byggmaterial i enlighet med cirkulär ekonomi?

#### 5.2.1 Förändringar i konstruktion som lämpar sig för återanvändning och återvinning

Det är viktigt att anpassa och ta hänsyn till kontinuerliga förändringar som sker i konstruktionsregler. Runesson (2015) belyser detta genom att konstatera att byggnader inte är konstruerade på samma sätt som förr då det idag exempelvis är vanligare att el används för att kyla ner byggnader, istället för att bygga in komfortkylningsdelen i konstruktionen (Runesson 2015, personlig kommunikation). Vilken typ av material som byggnaden består av spelar en stor roll för möjligheterna att genomföra återanvändning. Större och robusta material av betong och stål nämns som mest fördelaktigt. Månsson (2015) menar någon form av element, exempelvis betongelement underlättar för att kunna demontera en byggnad, vilket var fallet i fallstudieobjekt 1 (Månsson 2015, personlig kommunikation). Små byggmaterial och byggkomponenter, samt problem med giftiga ämnen inbyggda i konstruktionen ses som de största barriärerna gentemot återanvändning.

#### 5.2.2 Förändringar i energikrav som lämpar sig för återanvändning och återvinning

Energikraven inom byggindustrin skärps i takt med andra åtgärder för minska energianvändningen från byggindustrin, vilket ställer krav på att hela tiden se till att få bättre prestanda i varje enskilt material. Detta kan ses en utmaning med dekonstruktion eftersom byggnader bedöms efter hur lågt U-värde de kan generera (Runesson 2015, personlig kommunikation). Ett bra exempel är fönster, som trots att de ofta är lätta att demontera, inte har de egenskaper som krävs för att uppfylla de energivärden som krävs. En intressant aspekt med detta är att själva åtgärden med att återanvända byggmaterial, som kan ses som en bra och viktig åtgärd för miljön, försvåras av en annan åtgärd som finns till för att främja miljön. Krav på högre energieffektivitet ses uppenbarligen som en utmaning för att möjliggöra att återanvändning av byggmaterial ska kunna genomföras.

### 5.2.3 Strategiskt smarta val av material

Hur pass väl som dekonstruktionsprocessen kan genomföras beror på vilka material som byggnaderna består av (Enqvist 2015, personlig kommunikation). Resultatet från fallstudieobjekten visar att det finns material som är mer lämpliga för återanvändning än andra. (Månsson 2015, personlig kommunikation). Ju större komponenter en byggnad har desto större är möjligheterna till att kunna återanvända dem medan mindre komponenter medför en längre tidsåtgång som kan riskera att göra processen mindre lönsam (Månsson 2015, personlig kommunikation). Det är tydligt att det behövs en strategi som syftar till att välja ut de mest lämpliga materialen och komponenterna. Transparensen och minimeringen av giftiga ämnen är under utveckling och något som gynnar byggindustrin i strävan mot en cirkulär ekonomi eftersom det underlättar för dekonstruktion. Om materialen inte innehåller giftiga ämnen finns det bättre möjligheter till att återanvända dem, alternativt att de är biologiskt nedbrytbara.

### 5.2.4 Kunskap och samarbete för att optimera dekonstruktionen

Kunskap och ett utvecklat samarbete genom hela byggprocessen är vitalt. Transparens och tillgång till information om byggnadens egenskaper är också viktigt. Ett utvecklat samarbete mellan de olika aktörerna som ska dekonstruera, flytta och sätta upp den nya byggnaden är viktig för att kunna återanvända så mycket material som är möjligt, vilket också är tydligt inom fallstudieobjekt 1 och 3 (Runesson 2015, personlig kommunikation; Månsson 2015, personlig kommunikation; Åbinger 2015, personlig kommunikation; Gorgolewski 2008). Däremot visar fallstudieobjekt 2 på att ett nära samarbete inte alltid garanterar en lyckad dekonstruktionsprocess, vilket kan förklaras med en rapporterat oklar ansvarsfördelningen (Gorgolewski 2008). En annan viktig aspekt är tillgången till originalritningar och information om byggnaders strukturella egenskaper. Inom fallstudieobjekt 1 fanns inte detta problem vilket underlättade dekonstruktionsprocessen (Runesson 2015, personlig kommunikation). Inom fallstudieobjekt 2 var detta ett större problem i jämförelse med fallstudieobjekt 1 där kostnadsgenererande undersökningar krävdes för att erhålla den information som krävs för att genomföra en dekonstruktion (Gorgolewski 2008).

### 5.2.5 Logistik

Tidsåtgången som dekonstruktionsprocessen medför måste optimeras. Förvaringsproblematiken måste lösas och förvaring av byggmaterial under byggprocessen ses som en kritisk del inom återanvändning som helst skall undvikas, men som måste genomföras på bästa möjliga sätt om det är nödvändigt. Inom fallstudieobjekt 2 uppstod problem med att det inte fanns tillräcklig med förvaringsutrymmen för materialen under byggprocessen, vilket gjorde att material flyttades runt och en del blev skadat i denna process (Gorgolewski 2008).

### **5.2.6 Generell förändring av inställningen gentemot återanvändning**

Inställningen gentemot återanvänt material kan tolkas som allmänt skeptisk. Efterfrågan på cirkulär ekonomi finns inte inom byggindustrin ännu och politiken och regelverken är inte anpassade för en implementering av cirkulär ekonomi. Ett exempel på detta diskuterar Runesson (2015) med att exemplifiera att kunder generellt inte efterfrågar återanvända material, vilket gör att det är lättare att deponera då kunden ändå betalar och alla konkurrenter gör likadant (Runesson 2015, personlig kommunikation). Åbinger (2015) menar dessutom att konkurrensen har gjort att det idag är möjligt att exempelvis köpa ett nytt och billigt importerat fönster som gör att gamla fönster inte blir lika intressanta (Åbinger 2015, personlig kommunikation).

### **5.3 Vilka material återanvändes inom fallstudieobjekten?**

De material som kunde återanvändas var betong, ytterväggselement, prefabricerade element och sandwichelement, stål, tegel, portar, pelare, stomme, avvaxlingar, lättbetongtak (Siporex), yttertak, fönster och dörrar, elstegar, yttre väderskyddet eller regnkappan, golv, lastpallar, mineralull, radiatorer för värmesystemet, värmeväxlare för fjärrvärmesystemet, elstegar och viss del av ventilationssystemet.

### **5.4 Hur väl etablerat är begreppet cirkulär ekonomi inom Sveriges byggindustri?**

Det är tydligt att det inte är möjligt att återanvända byggmaterial från byggnader fullt ut i enlighet med hur modellen för byggprocessen borde se ut enligt cirkulär ekonomi. Inom fallstudieobjekten fanns ambitionerna att återanvända så mycket som möjligt och att återvinna det material som gick sönder, vilket kan härledas till cirkulär ekonomi och det stämmer till viss del överens med modellen för hur byggprocessen borde se ut. Slutsatsen är att byggindustrin är i ett tidigt skede i utvecklingen att byta ut den linjära processen mot den cirkulära processen enligt cirkulär ekonomi.

## Referenser

- Agapiou, A., Clausen, L.E., Flanagan, R., Norman, G. & Notman, G. (1997) The role of logistics in the material flows control process. *Construction Management and Economics*; Vol. 16:2, s. 131-137.
- Ammenberg, J. (2004) *Miljömanagement*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Berardi, U. (2012) Sustainability Assessment in the Construction Sector: Rating Systems and Rated Buildings. *Sustainable Development*; Vol. 20, s. 411-424.
- Braungart, M. & McDonough, W. (2004) *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press. United States.
- Boverket (2014) Lagar för planering, byggande och boende. <http://www.boverket.se/sv/lag--ratt/lagar-for-planering-byggande-och-boende/> Hämtad: 08/05/15.
- Bonnedahl, K.J. (2012) *Från ekonomiskt till hållbart, från exploatering till samexistens: En bok att tänka om*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Cole, R.J. (2005) Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. *Building Research & Information*; Vol. 33:5, s. 455-467.
- Ellen MacArthur Foundation (2012) Towards a circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition.
- Elling, B. (2008) *Rationality and the Environment: Decision-making in Environmental Politics and Assessment*. Trowbridge: Cromwell Press.
- Enqvist, C. (2015) Utvecklingsledare på Skanska [muntl.]. 2015-04-14.
- Esaiasson, P., Gilljam, M., Oscarsson, H., Wägnerud, L. (2004). *Metodpraktikan: Konsten att studera samhälle, individ och marknad*. Vällingby: Norstedts Juridik AB.
- Europeiska Unionen (2014) Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions. COM(2014) 398 final. Bryssel 2.7.2014.
- George, A. & Bennett, A. (2005) *Case Studies and Theory Development in the Social Sciences*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Glaumann, M., Malmqvist, T., Svenfelt, Å., Carlsson, P-O., Erlandsson, M., Andersson, J., Wintzell, H., Finnveden, G., Lindholm, T., Malmström, T-G. (2008) *Miljöklassning av byggnader – slutrapport april 2008*. Boverket. Karlskrona.
- Gorgolewski, M. (2008) Designing with reused buildings components: some challenges. *Building Research & Information*; Vol. 36, s. 175-188.
- Graedel, T.E., & Allenby, B.R. (1995) *Industrial Ecology*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.



- Hartman, J. (2004). *Vetenskapligt tänkande: Från kunskapsteori till metodteori*. Lund: Studentlitteratur.
- Jørgensen, M., Nielsen, M., Strømmand-Andersen, J.B. (2011) Integrated Design - A paradigm for the design of low energy office buildings. *ASHRAE Transactions*; Vol. 117, s. 230-239.
- Lantz, Annika (2007). *Intervjumetodik*. Lund: Studentlitteratur.
- Li, Y. & Ma, C. (2015) Circular economy of paper making park in China: a case study. *Journal of Cleaner Production*; Vol. 92, s. 65-74.
- Liu, C., Lyle, B., Langston, C. (2003) Estimating demolition costs for single residential buildings. *Australian Journal of Construction Economics and Building*; Vol. 3, s. 33-42.
- Liu, C., Pun, S-K., Langston, C. (2005) A preliminary study on building demolition engineering and management. *World Transaction on Engineering and Technology Education*; Vol. 4, s. 201-207.
- Ma, S., Hu, S., Chen, D., Zhu, B. (2015) A case study of a phosphorus chemical firm's application of resource efficiency and eco-efficiency in industrial metabolism under circular economy. *Journal of Cleaner Production*; Vol. 87, s. 839-849.
- Malmqvist, T., Glaumann, M., Scarpellini, S., Zabalza, I., Aranda, A., Llera, E., Díaz, S. (2011a) Life cycle in buildings: The ENSLIC simplified method and guidelines. *Energy*; Vol. 36, s. 1900-1907.
- Malmqvist, T., Glaumann, M., Svenfelt, Åsa., Carlson, P.O., Erlandsson, M., Andersson, J., Wintzell, H., Finnveden, G., Lindholm, T., Malmström, T.G. (2011b) A swedish environmental rating tool for buildings. *Energy*; Vol. 36, s. 1893-1899.
- May, T. (2011) *Samhällsvetenskaplig forskning*. Lund: Studentlitteratur.
- McDonough, W. & Braungart, M. (2013) *The Upcycle: beyond sustainability - designing for abundance*. North Point Press.
- Månsson, B. (2015) Byggnadsingenjör på Arkitektlaget [muntl.]. 2015-04-15.
- Nilsson, L. (2015) Bitr. arbetschef på Swerock [muntl.]. 2015-04-24.
- Kibert, C.J., Chini, A.R. & Languell, J. (2001) *Deconstruction as an Essential Component of Sustainable Construction*. CIB World Building Congress, April 2001, Wellington, New Zealand. Paper: NOV 54.
- Papadopoulos, A.M. & Giama, E. (2009) Rating systems for counting buildings' environmental performance. *International Journal of Sustainable Energy*; Vol. 28, s. 29-43.
- O'Rourke, D., Connelly, L., Koshland, C. (1996) Industrial Ecology: A Critical Review. *International Journal of Environment and Pollution*; Vol. 6, s. 89-112.
- Runesson, B. (2015) Projektledare på Wihlborgs fastigheter AB [muntl.]. 2015-03-26.
- Ryd, N. (2014) Construction Clients Challenges - Emphasizing Early Stages. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*; Vol. 119, s. 134-141.
- Sev, A. (2009) How Can the Construction Industry Contribute to Sustainable Development? A Conceptual Framework. *Sustainable Development*; Vol. 17, s. 161-173.

Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., Yu, X. (2013) A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*; Vol. 42, s. 215-227.

Tennung, L. (2015) Affärsutvecklare på NCC [muntl.]. 2015-04-02.

Teo, M.M.M. & Loosemore, M. (2001) A theory of waste behaviour in the construction industry. *Construction Management and Economics*; Vol. 19, s. 741-751.

Tillman Lyle, J. (1996) *Regenerative Design for Sustainable Development*. John Wiley & Sons, Inc.

Yin, R. K., (2009) *Case Study Research: Design and Methods*. 4:a red. u.o.:SAGE Publications Inc.

Yin, R. K., (2014) *Case Study Research: Design and Methods*. 5:a red. SAGE Publications Inc.

Yuan, Z., Bi, J., Moriguchi, Y. (2006) The Circular Economy; A New Development Strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*; Vol. 10, s. 3-8).

Zimmerman, M., Althaus, H.J., & Haas, A. (2005) Benchmarks for sustainable construction: A contribution to develop a standard. *Energy and Buildings*; Vol. 37, s. 1147-1157.

Åbinger, B. (2015) VD på Areco [muntl.]. 2015-04-17.

Åsberg, R. (2001). Det finns inga kvalitativa metoder - och inga kvantitativa heller för den delen: Det kvalitativa-kvantitativa argumentets missvisande retorik. *Pedagogisk Forskning i Sverige* 2001, Nr. 4, s. 270-292.

# Bilaga

## Intervjuguide

### TEMAN: DEMONTERINGS- OCH DEKONSTRUKTIONSPROCESSEN; RESULTAT; HINDER OCH BARRIÄRER; MÖJLIGHETER

#### Demonterings- och dekonstruktionsprocessen

- Har ni varit verksamma i projekt där material återanvänts?
- Beskriv själva demonterings eller dekonstruktionsprocessen? Motivera.
- Hur skiljer sig denna processen från en vanlig rivningsprocess?
- Hur såg byggnaden ut innan och vad blev det sen?
- Vilka aktörer var inblandade?
- Vad var anledningen bakom att det blev just de aktörerna?
- Fanns det förvaringsmöjligheter för det som återanvändes? Behövdes förvaringsmöjligheter?
- Hur lång tid tog processen?

#### Resultat

- Hur mycket material kunde:
- Återanvändas?
- Återvinnas?
- Deponeras?
- Säljas vidare?
- Vilka material är lämpligast för återanvändning?
- Hur var kvalitén på de material som kunde återanvändas?
- Återanvändes material från andra projekt?
- Vad kan/borde göras för att effektivisera processen i framtiden?

#### Hinder och barriärer

- Varför finns inte det cirkulära tänket i större grad?
- Finns det ekonomiska vinster med cirkulär ekonomi? Utveckla.
- Finns det några specifika hinder eller barriärer att överkomma? När det gäller:
- Ekonomi?
- Kvalité?
- Tidsåtgång?
- Ansvarsfördelning?
- Kunskap?
- Information (ex: ritningar)?
- Materialkunskap?
- Regelverk?
- Politiska?
- Genomfördes någon form av analys för vad som kunde återanvändas på förhand?

#### Möjligheter

- Hur väl känner du till koncept som cradle to cradle och industriell ekologi?
- Vilka målsättningar har ni inom företaget? No waste?
- Vilka incitament finns för att implementera cirkulär ekonomi?
- Hur gick beslutsprocessen till? Beskriv hur ni tänkte i just er situation.
- Ser du några potentiella konkurrensfördelar?
- Hur mycket upplever du att kunder efterfrågar denna typen av lösningar?
- Diskuteras cirkulär ekonomi inom branschen företag emellan?
- Hur ser du på framtiden för hållbart byggande?
- Vilken roll tror du cirkulär ekonomi kommer spela i framtiden?
- Vad behöver göras för att underlätta en etablering?

## **Intervjuguide; anpassad för aktörer inom Kv Snårskogen**

- Vad var er roll i projektet?
- Vilka erfarenheter har ert företag av liknande projekt?
- Vilka delar av byggmaterialet kunder återanvändas? Återvinnas? Deponeras?
- Vilka svårigheter fanns inom projektet?
- Var förvaring av material nödvändigt?
- Hur fungerade samarbetet med andra aktörer?
- Ur ett generellt perspektiv från din erfarenhet, vad kan göras för att optimera demonterings- eller dekonstruktionsprocessen?