

Gyri Westgaard Aksnes og Margrethe Køhler  
Eggan

## Prosjekteringsledelse i sirkulær økonomiske byggeprosjekter

Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning

Veileder: Vegard Knotten

Medveileder: Geir K. Hansen

Juni 2021



Gyri Westgaard Aksnes og Margrethe Køhler Eggan

# Prosjekteringsledelse i sirkulær økonomiske byggeprosjekter

Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning  
Veileder: Vegard Knotten  
Medveileder: Geir K. Hansen  
Juni 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for arkitektur og design  
Institutt for arkitektur og planlegging



Kunnskap for en bedre verden



# Forord

Denne masteroppgaven leveres som vårt avsluttende arbeid ved Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet (NTNU) våren 2021. Det har vært to spennende og lærerike år ved instituttet for arkitektur og planlegging på NTNU. Oppgaven inngår som 2x30 studiepoeng i studieprogrammet Eiendomsutvikling og -forvaltning, og har emnekode AAR4992 - Masteroppgave i eiendomsutvikling og -forvaltning.

Gjennom masterstudiet har vi tilegnet oss kunnskap og interesse innenfor bærekraft. Det valgbare emnet "AAR4951 - Prosjekteringsledelse" har i tillegg gitt oss økt bevissthet om prosjekterings betydning i forhold til byggverkets egnethet til sitt formål. Oppgavens problemstilling er dagsaktuell, og vi håper den kan bidra til økt kunnskap om sirkulær økonomi for de ulike aktørene i bransjen. Det har vært et veldig spennende tema å arbeide med og vi har tilegnet oss økt kompetanse innen en rekke fagområder som vi tar med oss videre ut i arbeidslivet.

Vi ønsker å rette en stor takk til våre veiledere Vegard Knotten (hovedveileder) og Geir K. Hansen (biveileder) for faglig veiledning og konstruktive tilbakemeldinger. Vi ønsker også å takke Eiendomsbransjen, som gjennom deres stipendordning 2021 ga støtte til vårt arbeid med oppgaven. Videre er det ønskelig å takke de aktørene som har stilt opp til intervju og delt kunnskapen sin med oss.

God lesing!

Trondheim, 20. juni 2021

Gyri Westgaard Aksnes

Gyri Westgaard Aksnes

Margrethe Køhler Eggan

Margrethe Køhler Eggan

# Sammendrag

Formålet med masteroppgaven er å kunne bidra til ny kunnskap om sirkulær økonomi i byggebransjen og hvilken sentral rolle prosjekteringsledelsen kan ha for å støtte opp om dette. På bakgrunn av dette har denne problemstillingen blitt formulert: *“Hvordan kan prosjekteringsledelsen legge til rette for sirkulær økonomiske byggeprosjekter?”*. Problemstillingen blir besvart gjennom fire ulike forskningsspørsmål, som har til hensikt å kartlegge hvordan sirkulær økonomi defineres i dagens byggebransjen, hva som kjennetegner et sirkulært økonomisk byggeprosjekt, prosjekteringsledelsens betydning, samt bransjens barrierer og drivere for sirkulær økonomi.

For å se problemstillingen i lys av tidligere forskning, ble det først gjennomført en litteraturstudie. Det teoretiske rammeverket i oppgaven er tilknyttet fagområdene sirkulær økonomi, prosjekteringsprosessen og prosjekteringsledelse. Rammeverket og funnene legger grunnlaget for å svare på problemstillingen og de fire forskningsspørsmålene. Funnene i masteroppgaven er innhentet gjennom en kvalitativ forskningsprosess, ved å studere fem ulike caser. Det har blitt gjennomført 12 semistrukturerte dybdeintervjuer med ulike aktører og interesseorganisasjoner som har hatt fokus på sirkulær økonomi i byggeprosjekter. Funnene fra intervjuene ble videre diskutert og sett opp mot det teoretiske rammeverket.

Masteroppgaven konkluderer med at sirkulær økonomi er en ny tankegang i byggebransjen. Mangel på kunnskap, en entydig definisjon og få pilotprosjekter gjør det vanskelig å stille krav i tidligfasen. Prosjekteringsledelsen kan legge til rette for sirkulær økonomiske byggeprosjekter ved å optimalisere prosessen. Funnene viser at det er behov for en ny fase i prosjekteringen, materialsøk og ombruksprosjektering. For å kunne ta de riktige beslutninger om materialer og kostnader, vil det være viktig at prosjekteringslederen sørger for at relevant kompetanse, som miljøkoordinator og entreprenør er involvert i tidligfasen. Dette kan bidra til en mer helhetlig forståelse for prosjektet og felles mål, gjennom et godt tverrfaglig samarbeid. For å lykkes med samarbeidet og målene er det viktig at prosjekteringsledelsen sørger for god informasjonsflyt og håndterer prosjektets grensesnitt. Prosjekteringsledelsen må samtidig effektivisere prosessen gjennom å planlegge og sørge for at beslutninger blir tatt til riktig tid. Dette vil være spesielt viktig i sirkulær økonomiske byggeprosjekter hvor prosessen er iterativ, samt preget av uklare ansvarsoppgaver og avhengigheter. Bruken av rammeverket VDC blir anbefalt som en egnet arbeidsmetodikk for å lykkes med prosjekteringsledelse i sirkulær økonomiske byggeprosjekter.

# Abstract

The purpose of this master's thesis is to contribute to new knowledge about circular economy within the construction industry, with a focus on the design management. Based on this, the following problem statement has been formulated: *"How can design management facilitate circular economic construction projects?"*. The problem statement will be answered by looking at four research questions, which aim to identify how circular economy is defined in today's construction industry, what characterizes a circular economic construction project, the importance of design management, and the industry's barriers and drivers for circular economy.

To answer the problem statement, a literature review has been conducted. The master's thesis theoretical framework includes the following topics: circular economy, design process, and design management. The theoretical framework and findings provide the necessary foundation to answer the problem statement and research questions. The findings are gathered through a qualitative research process by studying five different cases. 12 semi-structured in-depth interviews have been conducted with different project members and interest organizations that have focused on circular economy in construction projects. The findings from the interviews are further discussed in the light of the theoretical framework.

This master's thesis concludes that circular economy is a new way of thinking in the construction industry. Lack of knowledge, a clear definition and few pilot projects makes it difficult to set a clear direction for the project in the early phase. Design management may facilitate circular economic construction projects by optimizing the process. Findings indicate that there is a need for a new phase, material search and reuse design. To make the right decisions about materials and costs, it will be important for the design manager to ensure that relevant expertise, such as environmental coordinator and contractor, is involved in the early phase. This can contribute to a more holistic understanding of the project through interdisciplinary collaboration. To succeed with the collaboration and the set goals, it is important that the design management ensures a good flow of information and handles the project's interface well. At the same time, the design management must plan for an effective process by ensuring that decisions are made at the right time. This will be especially important in circular economic construction projects where the process is iterative, as well as characterized by

unclear responsibilities and dependencies. The use of VDC is recommended as a framework for the design management to succeed with circular economy in construction projects.



# Innhold

Forord .....	I
Sammendrag .....	II
Abstract .....	III
Figurer .....	VI
Tabeller.....	VII
1. Innledning.....	8
1.1 Bakgrunn .....	8
1.2 Formål og problemstilling .....	10
1.3 Avgrensing .....	10
1.4 Begrepsliste .....	11
1.5 Oppgavens oppbygging .....	14
2. Teoretisk rammeverk .....	15
2.1 Sirkulær økonomi .....	15
2.2 Byggeprosessen.....	25
2.3 Prosjekteringsprosessen.....	30
2.4 Prosjekteringsledelse .....	39
3. Metode .....	46
3.1 Forskningsfilosofi.....	47
3.2 Forskningstilnærming .....	47
3.3 Forskningsstrategi .....	48
3.4 Forskningsdesign .....	49
3.5 Datainnsamling.....	50
3.6 Kvalitetssikring av oppgaven .....	60
3.7 Etikk .....	64
4. Presentasjon av funn .....	65
4.1 Oversikt over de utvalgte casene og informanter .....	65
4.2 Mål, visjon og strategi .....	67
4.3 Tidligfasens betydning.....	69
4.4 Prosjekteringsprosessen.....	71
4.5 Drivere og barrierer.....	77
4.6 Oppsummering funn .....	89
5. Diskusjon .....	90
5.1 Hvordan settes sirkulær økonomi på dagsorden i byggebransjen?.....	90

5.2 Hva kjennetegner en sirkulær økonomisk prosjekteringsprosess? .....	96
5.3 Hva innebærer prosjekteringsledelse, dens rolle og ansvar i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt? .....	102
5.4 Hvilke drivere og barrierer kan identifiseres i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt? .....	108
6. Konklusjon .....	116
6.1 Konklusjon av problemstilling og forskningsspørsmål .....	116
6.2 Videre forskning .....	118
Referanser .....	120
Vedlegg .....	130
Vedlegg 1: FutureBuilt kriterier for sirkulære bygg .....	
Vedlegg2: Intervjuguide .....	
Vedlegg 3: NSD Informasjonsskriv .....	

## Figurer

Figur 1: Illustrasjon av lineær økonomi versus sirkulær økonomi .....	16
Figur 2: Kvantitative krav til ombruk og ombrukbarhet for sirkulære bygg .....	18
Figur 3: Sommerfugldiagrammet av sirkulær økonomi som viser de ulike verdinivåene og byggesteinene for sirkulær økonomi .....	19
Figur 4: The Value Hill - Oversikt over de ulike verdinivåene.. .....	21
Figur 5: Figuren viser Neste stegs åtte trinn .....	26
Figur 6: Type prosjekter og avhengigheter. ....	27
Figur 7: Illustrasjon av at påvirkningsmulighetene er størst tidlig i prosjektet, og kostnadene ved å gjøre større endringer i løpet av prosjektet øker desto lengre ut i prosessen de foretas .....	28
Figur 8: Figuren viser en oppsummering av prinsipper for å implementere sirkulær økonomi.....	31
Figur 9: Stuart Brands lagdelingsmodell .....	36
Figur 10: Oversikt over grensesnitt .....	42
Figur 11: Egenprodusert figur basert på The Honeycomb of Research av Wilson .....	46
Figur 12: Illustrasjon som viser at vår studie er beskrevet i boksen nederst til venstre .....	50
Figur 13: Illustrasjon av hvordan prosjekteringen har foregått i prosjekt 1 .....	72
Figur 14: Illustrasjon av en optimal prosjekteringsprosess.....	72

# Tabeller

Tabell 1: Oversikt over oppgavens oppbygning. ....	14
Tabell 2: Byggesteiner for sirkulær økonomi basert på modell av EMF (2013) og EMF (2015). ....	23
Tabell 3: Barrierer for sirkulær økonomi i byggebransjen basert på Deloitte (2020, s. 30). ....	24
Tabell 4: Oversikt over datainnsamlingsmetoder for å besvare masteroppgavens problemstillingens og forskningsspørsmål. ....	51
Tabell 5: Oversikt over datainnsamlingsmetoder for å besvare masteroppgavens problemstillingens og forskningsspørsmål. ....	52
Tabell 6: Søkematriksen benyttet i litteraturstudien med eksempel på brukte søkeord og sentrale kilder. ....	54
Tabell 7: Oversikt over intervjuobjekter. ....	57
Tabell 8: Enkel fremstilling av de ulike casene sin prosjektinformasjon. ....	65
Tabell 9: Oversikt over prosjektenes erfaringer med sirkulære prinsipper. ....	66
Tabell 10: Oppsummering av oppgavens funn. ....	89
Tabell 11: Barrierer og mulige løsninger basert på litteraturstudiet og funn. ....	115

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Selv om bærekraftig utvikling har fått et større fokus både i Norge og globalt, så er det først de senere årene man har blitt mer bevisst på bærekraft i byggebransjen. Når man snakker om bærekraftig bygging er fokuset ofte på nybygg og byutvikling, men det er viktig å ikke glemme den eksisterende bebyggelsen (Bjørberg & Salaj, 2019). Til tross for at det bygges mange energieffektive nybygg, så viser studier at det vil ta flere tiår før fordelene av årlige utslipp knyttet til energibruk i drift, kan utligne utslippene til oppføringen av nye bygg. Rehabilitering og adaptiv gjenbruk av eksisterende bygninger vil derfor kunne være avgjørende med tanke på å nå klimamålene (Fufa et al., 2020). Nybygg utgjør kun noen få prosent av den totale bygningsmassen, derfor er det innen de eksisterende bygningsmassen man kan hente de største gevinstene med tanke på klimamålene (Bjørberg & Salaj, 2019).

Bygg-, anlegg-, og eiendomsnæringen (BAE) står for omtrent 40 prosent av alle ressursene som tilføres økonomien (Deloitte, 2020). Næringen henter ut store mengder nye ressurser, og det er kun en liten andel avfall som får en ny funksjon i kretsløpet. I tillegg står næringen for 36% av de globale klimagassutslippene, og av disse utslippene er rundt halvparten knyttet til materialbruken (Deloitte, 2020). Det er forventet at den globale materialbruken dobles frem mot 2060, og bygg og anleggssektoren er forespeilet å utgjøre en tredjedel av denne økningen. Det vil derfor være viktig å arbeide for å holde ressurser og materialer i bruk så lenge som mulig (UNEP, 2020). Som følge av dette er BAE-næringen en av fire prioriterte områder i EUs veikart for en sirkulær økonomi (Deloitte, 2020).

I desember 2015 la Europakommisjonen frem handlingsplanen «Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy (Regjeringen, 2016). Handlingsplanens formål er å støtte opp om overgangen fra en lineær til en sirkulær økonomi i EU, og følgelig bidra til å nå FNs bærekraftsmål innen 2030. Det er i tillegg en egen strategi for BAE-næringen som er under arbeid, hvor EU blant annet ønsker å revidere byggevevareforordningen (Strand, 2020). Dette inkluderer også en felles taksonomi for å bestemme hvilke aktiviteter som er bærekraftige for investeringer i hele EU, skjerpe målene for materialgjenvinning i EUs lovgivning for bygg- og riveavfall, samt legge til rette for bærekraftig håndtering av jord.

Både nasjonale og internasjonale myndigheter, samt BAE-næringen selv, er bevisste på at ressursutnyttelsen må forbedres. Det arbeides derfor for at det skal genereres så lite avfall som mulig (Ibenholt et al.,2020). Ifølge Ellen MacArthur Foundation (EMF), en av de fremste interesseorganisasjonene for sirkulær økonomi, så eksisterer ikke avfall når:

*“(...) de biologiske og tekniske komponentene (eller ‘næringsstoffene’) til et produkt er designet med en hensikt om å passe inn i en biologisk eller teknisk materialkrets, designet for demontering og rehabilitering” (EMF, 2013).*

Selv om bransjen ikke kan unngå at det overhodet ikke oppstår avfall, vil det være mulig å utnytte ressursene mer effektivt. For å unngå at materialer skal ende på deponi eller gå til energigjenvinning, er det ønskelig at mest mulig av avfallet kan ombrukes eller gjenvinnes. Dersom man lykkes med å implementere en slik strategi vil det kunne gi et lukket materialkretsløp, med mindre svinn og mindre bruk av jomfruelig materiale (Ibenholt et al.,2020).

En byggeprosess med brukte materialer er ofte komplisert og fordyrende, på grunn av ekstra tid til rivning og prosjektering. Det kan i tillegg være knyttet usikkerhet til de tilgjengelige produktene, samt kvaliteten på de gjenbrukte produktene. Disse faktorene fører med seg et behov for en ny type kompetanse hos både de prosjekterende og utførende. De prosjekterende må tilpasse seg tilgjengelige komponenter, noe som skiller seg fra den vanlige byggeprosessen (Nordby et al., 2018). Det er derfor viktig å tenke og planlegge for ombruk allerede fra et tidlig stadium. Prosjektering for demontering er en måte å gjøre dette på (3XN Architects, 2019). Målet med dette er å bygge på en måte som gjør det enkelt å demontere på et senere tidspunkt, samt at bygninger vil kunne fungere som materialbanker for framtidige bygg.

I et sirkulært byggeprosjekt vil tverrfaglig samarbeid være avgjørende. Samtidig vil fasene i byggeprosessen være parallelle og startpunktet et annet enn ved et tradisjonelt byggeprosjekt, som følge av nye momenter. For å oppnå en effektiv byggeprosess med fokus på sirkulær økonomi, vil det være viktig at prosjekteringsledelsen planlegger, organiserer og leder aktørene for å oppnå prosjektets mål. Prosjekteringsleder sin rolle med å koordinere, strukturere og sørge for tverrfaglig kommunikasjon vil derfor være viktig (Knotten, 2018). For å få til dette vil det være hensiktsmessig å se på prosjekter som har eller har hatt fokus på ombruk, og lære av disse.

## 1.2 Formål og problemstilling

Innledningen presenterer utgangspunktet for oppgaven. Målet med oppgaven er å kunne bidra til ny kunnskap om sirkulær økonomi i byggebransjen og hvilken sentral rolle prosjekteringsledelsen kan ha for å støtte opp om dette. Som en følge av dette har denne problemstillingen blitt formulert:

**“Hvordan kan prosjekteringsledelsen legge til rette for sirkulær økonomiske byggeprosjekter?”**

For å besvare nevnte problemstilling skal også disse forskningsspørsmålene besvares:

1. Hvordan settes sirkulær økonomi på dagsorden i byggebransjen?
2. Hva kjennetegner en sirkulær økonomisk prosjekteringsprosess?
3. Hva innebærer prosjekteringsledelse, dens rolle og ansvar i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt?
4. Hvilke drivere og barrierer kan identifiseres i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt?

## 1.3 Avgrensning

Denne masteroppgaven har et omfang på 2 x 30 studiepoeng og en tidsramme på 20 uker. Sirkulær økonomi er et omfattende tema og som har mange mulige innfallsvinkler. Problemstillingen legger en naturlig avgrensning av oppgaven, men det er behov for å beskrive noen forutsetninger nærmere.

Sirkulær økonomi er viktig i alle faser av et byggeprosjekt. Valg gjort i bruksfasen og ved avhending vil også spille en stor rolle for fremtidig ombruk. I denne oppgaven avgrenses problemstillingen til å handle om arbeidet som er gjort i prosjekteringsprosessen. I forbindelse med valg av caser, har det blitt tatt utgangspunkt i prosjekter som befinner seg i Oslo-området. Bakgrunnen for dette er at de valgte casene også er en del av FutureBuilt sitt forbildeprogram, som holder til på Østlandet.

Sentrale begreper i masteroppgaven avklares i delkapittel 1.3 Begrepsliste for å gi leseren en forståelse for betydningen av disse.

## 1.4 Begrepsliste

Forkortelser:

**BIM:** Bygnings informasjons modellering

**EMF:** Ellen MacArthur Foundation

**HMS:** Helse, miljø og sikkerhet

**ICE:** Integrated Concurrent Engineering

**IDP:** Integrated Project Delivery

**TEK:** Byggeteknisk forskrift

**VDC:** Virtual Design and Construction

Definisjoner:

**CE-merking:** Forkortelse for "Communauté Européenne" og er et "pass" som gjør det lovlig å markedsføre et produkt i EØS-området. CE-merket sier ikke noe om kvalitetsaspekter ved produktet, men er et bevis på at produktet tilfredstiller EUs HMS-krav (Byggeordboka, 2018).

**Deponi:** Sted hvor avfall legges permanent (Nordby & Wærner, 2017).

**Element:** Brukes om en del av helheten i bygninger, som for eksempel prefabrikkerte elementer. Synonym med komponenter (Universitetet i Bergen og Språkrådet, 2021). Er den høyeste verdien i "The value hill".

**Endringsdyktighet:** Brukes som samlebegrep for generalitet, fleksibilitet eller elastisitet (Leland, 2008).

**Entreprisemodell:** En prinsipiell deling av hovedoppgaver mellom sentrale aktører i gjennomføringen av et byggeprosjekt. For eksempel hovedentreprise, totalentreprise (Bygg21, 2015a). Se også gjennomføringsmodell.

**Gjenbruk:** Nyttiggjøring av materialer og andre restprodukter ved både ombruk og gjenvinning (Leland, 2008; Nordby & Wærner, 2017).

**Gjennomføringsmodell:** Modell eller strategi for hvordan hele byggeprosjektet er organisert, ledet og gjennomført, og beskriver rolle- og ansvarsfordelingen i et prosjekt. En gjennomføringsmodell består av kontraheringsform, kontraktstyper og entreprisemodell (Hansen, 2019).

**Komponent:** Se definisjon element.

**Produkt:** Produkt, resultatet eller uttaket av en produksjon (SNL, 2014).

**LEAN:** Felles begrep som fremmer verdi og eliminasjon av ikke-verdiøkende aktiviteter i prosesser og i prosjekteringen (BA, 2015).

**Materiale/bygningsmaterialer:** Materialer som blir brukt til oppføring og rehabilitering av byggverk. F.eks.: Trevirke, betong, teglstein, stål glass m.m. (SNL, 2019).

**Materialgjenvinning:** Utnyttelse av avfall slik at materialet beholdes helt eller delvis. Ved direkte gjenvinning brukes materialet som råstoff for tilsvarende produkter. Ved indirekte gjenvinning brukes materialet som råstoff til andre typer produkter (Leland, 2008).

**Materialsøk:** Søk etter materialer med mulig potensiale for ombruk enten internt eller eksternt (Egen definisjon).

**Miljøkoordinator:** skal sikre at prosjektets miljømål ivaretas. Miljøkoordinator samordner miljøarbeidet og har et overordnet ansvar for å koordinere og følge opp miljøkravene. Miljøkoordinator kompenserer også for manglende kompetanse hos byggherre (DFØ, 2015). Brukes som samlebetegnelse for miljøkoordinator og miljørådgiver i oppgaven.

**Nedsirkulering:** Resirkulering, der resulterende produkt anses til å ha lavere kvalitet eller verdi enn det opprinnelige produkt (Leland, 2008).

**Ombruk:** Tekniske produkter og materialer kan ombrukes flere ganger og distribueres til nye brukere i sin opprinnelige form, eller med små endring eller forbedring (EMF, u.å).

**Ombrukbarhet:** Prosjektering for ombruk innebærer å planlegge bygg på en slik måte at materialer og komponenter kan ombrukes ved rehabilitering og rivning, enten lokalt i samme bygg eller eksternt i et nytt bygg (FutureBuilt, 2020). Brukes i sammenheng med prosjektering for demontering.



**Ombrukskartlegging:** Identifisering av relevant informasjon for å vurdere om et produkt eller komponent kan brukes om igjen – eller om det må gjøres tiltak for å øke verdien. Kartleggingen innebærer å samle informasjon gjennom befaring, vurdering og testing, vurdere ombrukspotensialet, og anbefale veien videre (Byggalliansen, 2021).

**Omprosjektering:** Brukes som et begrep for når man må finne alternative løsninger eller gjøre endringer basert på materialene eller målene, når det opprinnelige materialsøket ikke gav ønskede resultater eller materiale ikke kunne benyttes (Egen definisjon).

**Prosjekteringsprosessen:** Steg 1-4 i Neste steg (Bygg21, 2015a). Brukes som samlebegrep på tidligfasen og detaljprosjektering.

**Resirkulering:** Resirkulere er og la noe sirkulære på nytt eller bringe noe igjen i et kretsløp (Persvold, 2019). Se definisjon for gjenbruk.

**Samspillsmodell:** Brukes som et samlebegrep for prosjekter som gjennomføres med nye samarbeidsformer. De nye samarbeidsformene kjennetegnes av at byggherren og utvalgte leverandører inngår en kontrakt for å i felleskap å utvikle og gjennomføre et prosjekt. Samarbeidet er basert på tillit og åpenhet, og felles målsettinger. Samspill krever interaksjon mellom aktørene og integrasjon i prosjektet for å lykkes. Samspillsbegrepet benyttes i mange ulike sammenhenger og om alt fra gjennomføringsmodell, kontraktstrategi, innkjøpsprosess, entrepriseform, vederlagsprinsipp til arbeidsmetodikk og prosjektverktøy (RIF, 2019)

**Teknisk levetid:** Levetid som er knyttet til teknisk holdbarhet for en komponent eller bygning (Leland, 2008).

**The value hill:** Et rammeverk med hovedformål om å beholde den høyeste verdien av elementer, produkter, materiale i et bygg (EPMs) (Circle Economy, 2019).

**Tidligfase:** Det stadiet hvor prosjektet kun eksisterer konseptuelt, før det operasjonaliseres. Tidligfasen omfatter alle aktiviteter fra idéen blir unnfanget helt til endelig beslutning om gjennomføring av prosjektet er tatt (Samset, 2015). Steg 1-3 i Neste steg (Bygg21, 2015a).

**Tilpasningsdyktighet:** Se endringsdyktighet.

## 1.5 Oppgavens oppbygging

Masteroppgaven deles inn i 6 kapitler med tilhørende referanseliste og vedlegg. Det blir i tabell 1 presentert en overordnet oversikt over oppgavens disposisjon og sammenheng.

Kapittel	Innhold
<b>1. Innledning</b>	Oppgavens første del består av bakgrunn for oppgaven, formål og tilnærming, problemstillinger, samt redegjøres for nødvendige avgrensninger.
<b>2. Teoretisk rammeverk</b>	I dette kapitlet presenteres masteroppgavens teoretiske rammeverk knyttet til sirkulær økonomi, prosjekteringsprosessen, prosjekteringsledelse, samt drivere og barrierer for sirkulær økonomi i byggebransjen. Dette er basert på funn fra litteraturstudiet som er gjennomført.
<b>3. Metode</b>	Presenterer forskningsmetode og fremgangsmåte i prosessen med å besvare masteroppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. Metodevalget blir også evaluert.
<b>4. Funn</b>	I denne delen vil de fem casene bli presentert kort. Funnene fra de kvalitative intervjuene vil bli presentert etter tema.
<b>5. Diskusjon</b>	Diskusjonen tar utgangspunkt i forskningsspørsmålene og diskuterer funnene opp mot det teoretiske rammeverket.
<b>6. Konklusjon</b>	Det siste kapitlet oppsummerer de viktigste poengene og besvarer oppgavens problemstilling. Videre vil det bli gitt anbefalinger til videre forskning.

Tabell 1: Oversikt over oppgavens oppbygging.

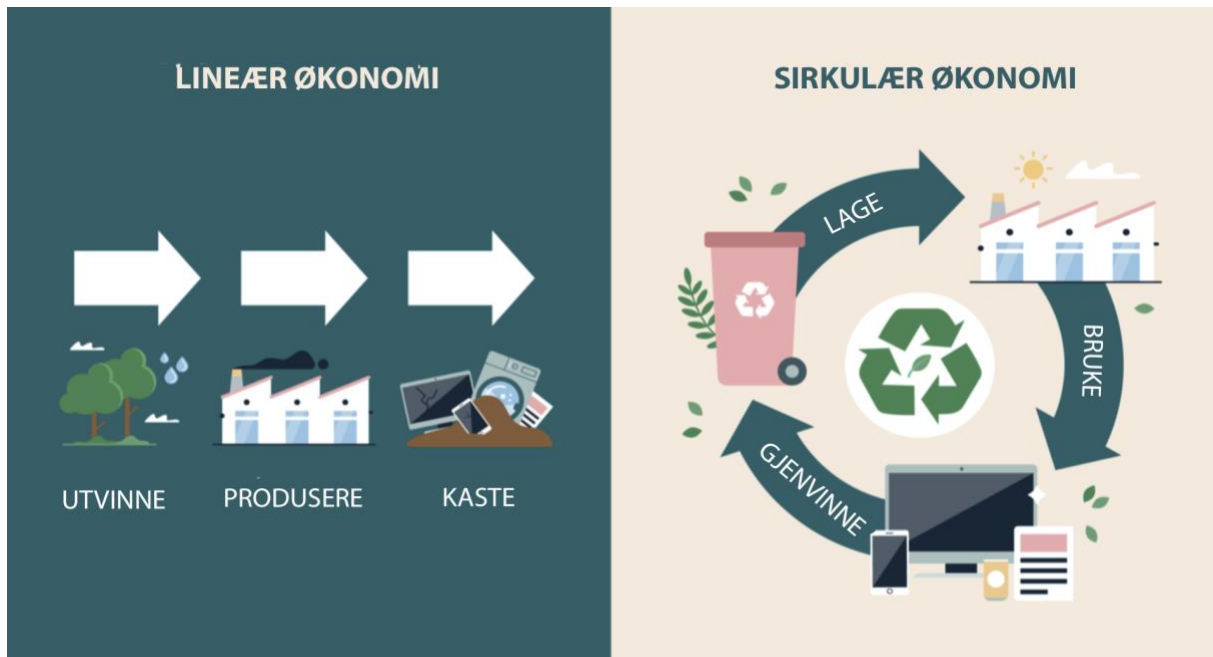
## 2. Teoretisk rammeverk

Hensikten med dette kapitlet er å gi en teoretisk bakgrunn for oppgavens problemstilling. Sirkulær økonomi er et relativt nytt begrep med ulike definisjoner. For å skape en forståelse for hva sirkulær økonomi er, vil det først presenteres hva sirkulær økonomi er og de mest anerkjente definisjonene. For å forstå prosjekteringsprosessen betydning vil det bli gått gjennom ulike rammebetingelser og teori om byggeprosessen. Videre vil det bli presentert litteratur knyttet til prosjektering med sirkulære prinsipper. Teorikapitlet avsluttes med litteratur knyttet til prosjekteringsledelse.

### 2.1 Sirkulær økonomi

#### 2.1.1 Lineær vs sirkulær

Sirkulær økonomi er et økonomisk prinsipp og en motsats til den lineære økonomien som har preget store deler av det moderne samfunnet (KS, 2018). For å forstå sirkulær økonomi er det relevant å først forstå hvordan dagens dominerende økonomiske modell, den lineære, fungerer. Den tradisjonelle forretningsmodellen har vært at selskaper henter ut ressurser, bruker energi på dem for å produsere et produkt og selger produktet til en sluttkonsument. Deretter kastes det når det ikke lenger fungerer eller ikke lenger tjener brukerens formål. Denne modellen er ofte omtalt som “take-make-dispose” eller lineær modell og er illustrert i figur 1 (EMF, 2013; Mynors og Moldekleiv, 2017; Minunno et al.,2018).



Figur 1: Illustrasjon av lineær økonomi versus sirkulær økonomi. Egenprodusert figur basert på Aurora Sustainability (2021).

For å nå målene om bærekraftig utvikling mot 2050 krever det at vi klarer å oppnå økt velferd og økonomisk gevinst, samtidig som ressursbruken og klimagassutslippene blir lavere. Sirkulær økonomi er derfor en kritisk faktor. Den sirkulære økonomiske tankegangen er at avfall kun er råstoff for ny produksjon. Dette bidrar til at man kan oppnå en betydelig reduksjon i bruk av jomfruelige ressurser. Målet med denne tankegangen er at det i utgangspunktet ikke skal oppstå avfall, i stedet skal alle ressurser gå i sirkulasjon. Selv om sirkulær økonomi stadig får mer oppmerksomhet, er det likevel en lang vei til vi er der (Avfall Norge, 2016).

## 2.1.2 Definisjon av sirkulær økonomi

Selv om sirkulær økonomi har blitt et populært tema de siste årene, så mangler det en vitenskapelig godkjent definisjon. Det har ført til at det finnes en rekke definisjoner med ulike innfallsvinkler og formuleringer. I 2017 gjennomførte Kirchherr et al. (2017) en litteraturgjennomgang av 114 ulike definisjoner av sirkulær økonomi. Basert på arbeidet utformet Kirchherr et al. (2017, s. 229) en egen definisjon (oversatt selv):

*“Sirkulær økonomi er et økonomisk system som erstatter “end-of-life”-konseptet ved å redusere, alternativt gjenbruke, resirkulere og gjenvinne materialer i produksjons-/distribusjons- og forbruksprosesser. Sirkulær økonomi opererer på mikronivå (produkter, selskaper, forbrukere),*

*mesonivå (økoindustrielle parker) og makronivå (by, region, nasjon m.m), med sikte på å oppnå bærekraftig utvikling, og samtidig skape miljøkvalitet, økonomisk velstand og sosial rettferdighet, til fordel for nåværende og fremtidige generasjoner. Det er muliggjort av nye forretningsmodeller og ansvarlige forbrukere”.*

Bakgrunnen for definisjonen var å kunne danne et grunnlag for videre forskning på temaet (Kirchherr et al., 2017). Videre viser flere studier at det er formuleringen til Ellen MacArthur Foundation (EMF) som er den mest brukte definisjonen på sirkulær økonomi (Kirchherr et al., 2017; Geissdoerfer et al., 2017; Kelly et al., 2019). Definisjonen til EMF (2013, s. 7) er (oversatt selv):

*“Som et industrielt system som er gjenoppbyggende eller regenerativt ved intensjon og design. Det erstatter "end-of-life" konseptet med restaurering, skifte mot bruk av fornybar energi, eliminere bruken av giftige kjemikalier som svekker gjenbruk, og tar sikte på eliminering av avfall gjennom den overlegne utformingen av materialer, produkter, systemer og forretningsmodeller”.*

Det vil bli gått nærmere inn på EMF sin tolkning av sirkulær økonomi sett opp mot bygninger i delkapittel 2.1.4.

### 2.1.3 Definisjon av sirkulære bygg

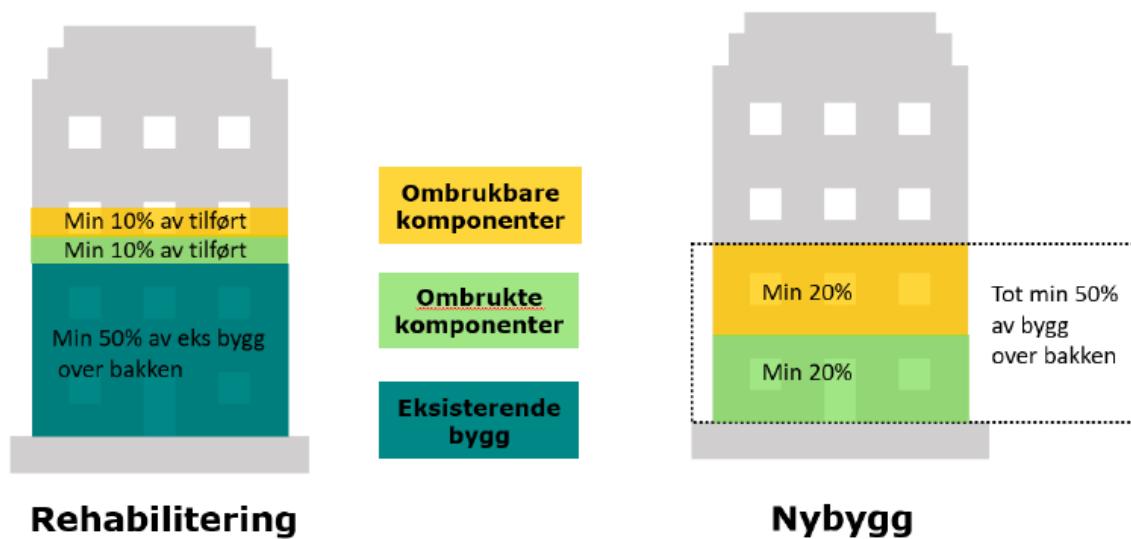
Det finnes flere ulike definisjoner på sirkulær økonomi i BAE-næringen. Som et resultat av at det mangler en klar definisjon, så vil de ulike sirkulær økonomiske prosjektene i byggebransjen kunne ha ulike fokusområder og forskjellige retninger (Eberhardt et. al, 2020). Ifølge rapporten til Circle Economy (2019, s. 6) handler sirkulær bygging «om å optimalisere levetiden og verdien av bygningselementer, produkter og materialer for å øke sannsynligheten for fortsatt bruk etter demontering».

I Norge har FutureBuilt etablert et kriteriesett for sirkulære bygninger (Vedlegg 1), som er ment å sette en standard for hva som bør være ambisjonsnivået for et sirkulært bygg. FutureBuilt er et samarbeid mellom flere kommuner og en rekke andre partnere. Hovedmålet til FutureBuilt er å bidra til forbildeprosjekter på ulike områder, med mål om å redusere klimagassutslipp med minimum 50 prosent innen områdene transport, energibruk og materialbruk (Asker kommune, u.å). Målet med kriteriene er å bevisstgjøre bransjen og motivere til ombruk og sirkulære prinsipper ved rehabilitering, rivning og nybygg. FutureBuilt definerer sirkulære bygg som: «Bygg som legger til rette for ressursutnyttelse på høyest mulig nivå, og består av minst 50 prosent ombrukte og ombrukbare materialer og komponenter».

Kriteriesettet består av fem hovedpunkter:

1. Miljøbasert beslutning om rehabilitering eller rivning
2. Ressursutnyttelse i rive- og byggefase
3. Ombruk av komponenter
4. Ombrukbarhet
5. Endringsdyktighet

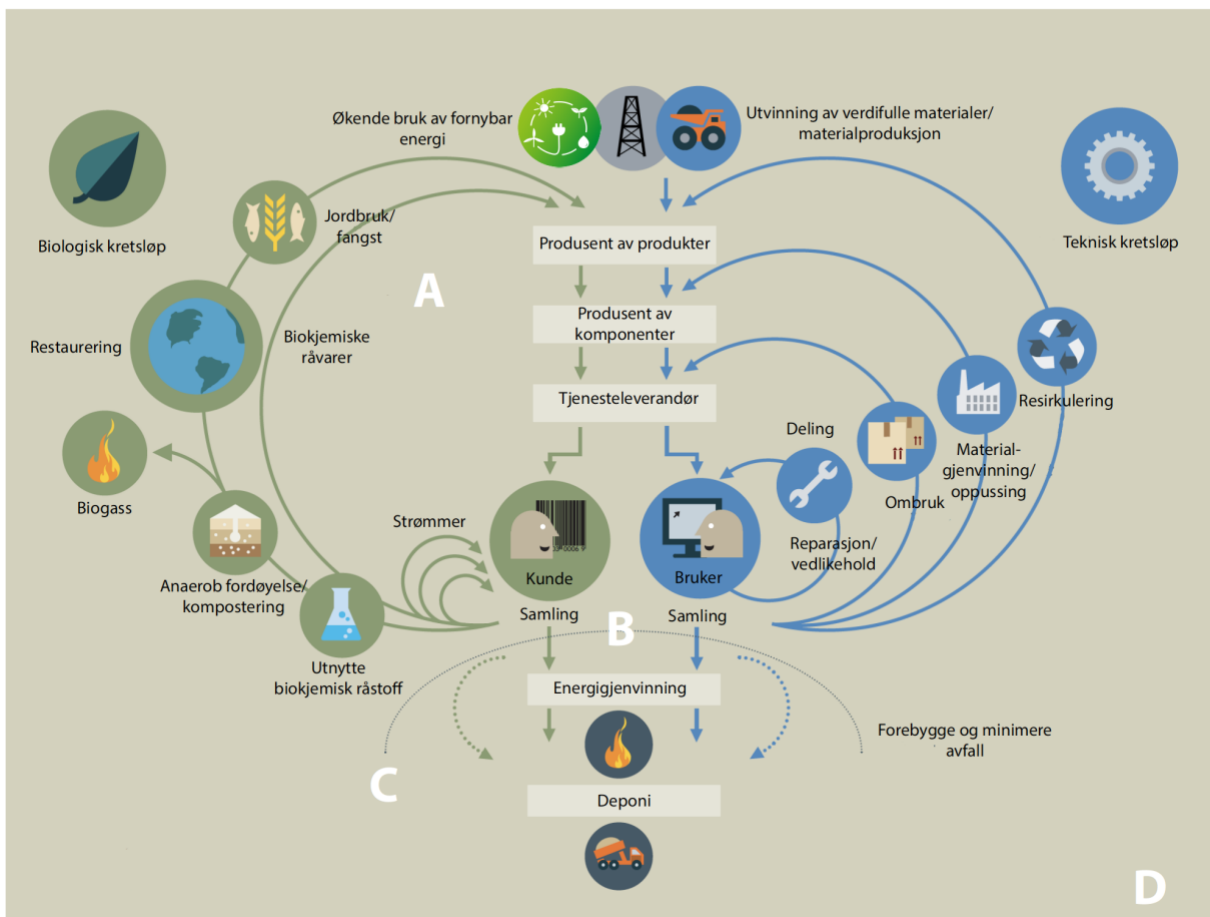
Figur 2 viser FutureBuilt sine krav til ressursutnyttelse i sirkulære bygg. Minst 50% av komponentene i prosjektet skal være ombrukte eller ombrukbare (regnet etter vekt, eks grunn og fundament). Kravene er ulike for nybygg og rehabilitering av eksisterende bygg (FutureBuilt, 2020). Ved nybygg stilles det krav til at minst 20% skal være ombrukte og 20 % ombrukbare. Ved rehabiliteringsprosjekter er kravet justert til minst 10% ombrukte og 10% ombrukbare. Dette skal dokumenteres som vekt og prosentandel av byggets vekt.



Figur 2: Kvantitative krav til ombruk og ombrukbarhet for sirkulære bygg (FutureBuilt, 2020).

## 2.1.4 Ellen MacArthur Foundations modell for sirkulær økonomi

Ellen MacArthur Foundation har utarbeidet en rekke rapporter hvor det presenteres prinsipper og overbevisende argumenter for en overgang til sirkulær økonomi (EMF, u.å-b). I det som er kjent som "Sommerfugldiagrammet" har EMF prøvd å illustrere essensen i sirkulær økonomi. Figur 3 viser et diagram som oppsummerer de sirkulære prinsippene i EMF sitt konsept for sirkulær økonomi. Diagrammet viser at ressursene er høyt verdsatt, noe som skiller seg fra den lineære økonomiske modellen. Modellen er basert på to komplementære løkker, inspirert av biologiske sykluser. Den ene løkken er for biologiske materialer (som kan spaltes av levende organismer) og den andre løkken for tekniske materialer (som ikke kan spaltes av levende organismer).



Figur 3: Sommerfugldiagrammet av sirkulær økonomi som viser de ulike verdinivåene og byggesteinene for sirkulær økonomi. Egenprodusert og oversatt modell basert på EMF (2015, s. 6).

De innerste løkkene i figuren illustrerer de mest foretrukne valgene sett i et sirkulært økonomisk perspektiv. Det er de innerste løkkene hvor man beholder størst verdi. Modellen viser også de fire grunnleggende byggesteinene for sirkulær økonomi (A, B, C og D), disse vil bli gjennomgått i delkapittel

2.1.6. Modellens mål er at det i begge løkkene skal ha minst mulig lekkasje av ressurser, gjennom følgende tiltak:

### **Vedlikehold, forlenge og dele**

Den innerste løkken i modellen viser til strategien om å holde produkter og materialer i bruk ved å forlenge levetiden så lenge som mulig. Dette kan oppnås ved å prosjektere bygg med god holdbarhet, og fokus på vedlikehold og reparasjon. En annen måte for å holde varigheten ved produkter og materialer er gjennom å dele (EMF, u.å.-a). Dersom man endrer tankegangen fra at forbrukerne kjøper produkter, til at forbrukerne kjøper tjenester, så vil automatisk produsentene ha en større interesse i hele livssyklusen til produktet. Det å endre denne tankegangen, kan være et insentiv for å få produsentene til å investere i produkter som kan bli reparert, vedlikeholdt, oppgradert og demontert ved slutten av produktets liv (Cheshire, 2016).

### **Ombruk**

Tekniske produkter og materialer kan ombrukes flere ganger og distribueres til nye brukere i sin opprinnelige form, eller med små endring eller forbedring. Markeds plasser som Ebay, Finn.no viser at dette er mulig (EMF, u.å-a).

### **Oppussing og materialgjenvinning**

Oppussing og materialgjenvinning er to beslektede, men likevel forskjellige prosesser for å gjenopprette verdien til et produkt. Materialgjenvinning er når et produkt blir demontert til komponentnivået og gjenoppbygd. Da bytter man gjerne ut komponenter der det er nødvendig, for å oppnå samme tilstand som et nytt produkt. Oppussing er vanligvis uten demontering og erstatning av komponenter, men består i stor grad av en kosmetisk prosess der et produkt repareres så mye som mulig (EMF, u.å).

### **Resirkulere**

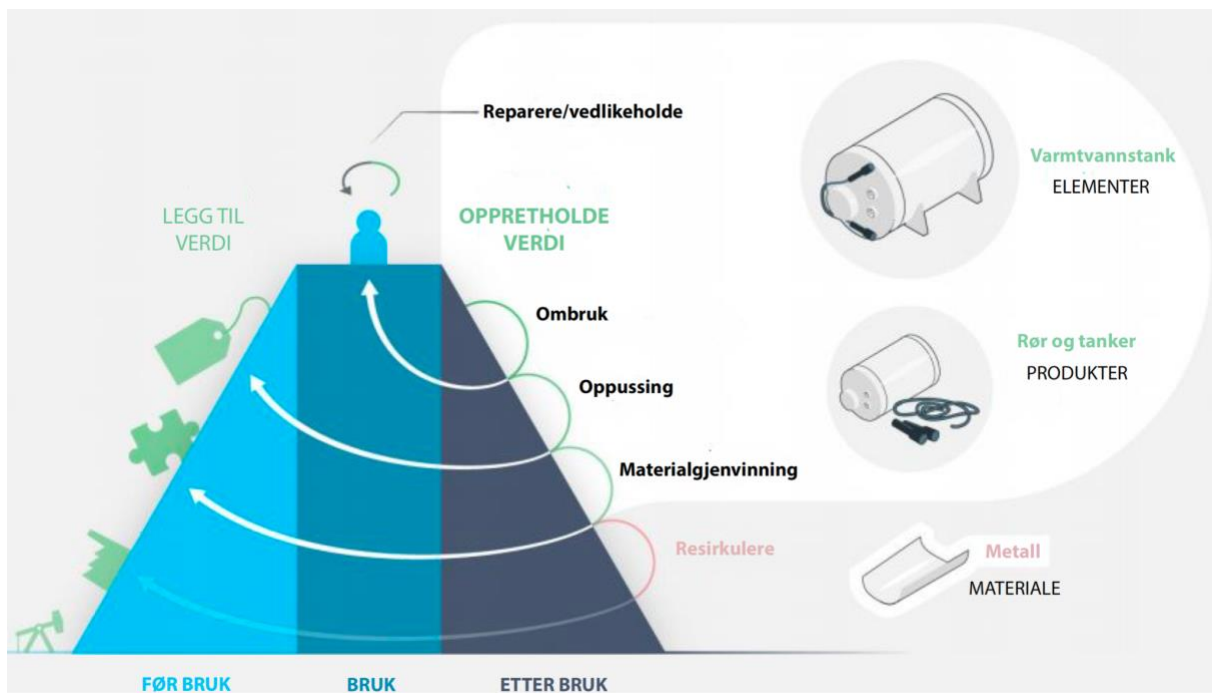
Resirkulering er prosessen med å redusere et produkt helt tilbake til det grunnleggende materialet, eller en del av det, for å så bli omgjort til nye produkter. I modellen er dette den løkken med lavest verdi på grunn av tapt materiale, arbeidskraft og energi. Det fører også med seg en del kostnader for å gjøre produkter hele igjen (EMF, u.å).



Dersom man skal følge prinsippene i modellen, så burde man i stedet for å starte med å prosjektere en ny bygning, se på hva er tilgjengelig fra før. For å beholde verdien av produktene, viser modellen til at man skal prioritere de innerste sirkelene, siden de bruker minst ressurser. For bygninger vil dette si at man skal prioritere vedlikehold, ombruk, gjenbruk, over riving. Samtidig skal man ideelt sett tilrettelegg for at bygninger ved slutten av livet kan demonteres i moduler, som deretter kan settes sammen på nytt og et annet sted (Cheshire, 2016).

## 2.1.5 The value hill

Et viktig mål i EMF sin modell for sirkulær økonomi er å beholde verdien av produkter. Det er derfor viktig å forstå rammeverket "The value hill", som i figur 4 viser ulike strategier for å beholde god verdi av produkter.



Figur 4: The Value Hill - Oversikt over de ulike verdinivåene. Egenprodusert og oversatt fra Circle Economy (2019, s. 8).

Tankegangen er at man først skal gjenbruk elementer. Dersom det ikke er mulig, er andrevalget å ombruke produkter. Det neste valget er å ombruke materialer, som for eksempel resirkulert metall. Hovedformålet er å beholde den høyeste verdien, så lenge som mulig i rekkefølgen: elementer, produkter og materialer (EPMs). For å lykkes med dette i byggebransjen, krever det at man prosjekterer for at ødelagte og utdaterte bygningskomponenter kan skiftes på en enkel måte.

I dag er materialresirkulering det mest vanlig i byggebransjen. Dersom man tar utgangspunkt i “The value hill” er dette den minst foretrukne strategien, sett i et sirkulært økonomisk perspektiv (Circle Economy, 2019). Det bør derfor være fokus på å holde EPMs på det høyeste nivået. Dette stemmer også godt med norsk avfallspolitikk som baserer seg på prinsippet om å gi høyest prioritet til forebyggende tiltak for å hindre at avfall oppstår, for deretter å prioritere ombruk og materialgjenvinning, energigjenvinning og deponi (Ibenholt et al.,2020).

## 2.1.6 Drivere for sirkulær økonomi i byggebransjen

For å lykkes med implementering av sirkulær økonomi er det en del overordnede rammer som må være til stede. EMF (2015) har i sommerfugldiagrammet som vist i figur 3, og presentert i delkapittel 2.1.4, kartlagt fire byggesteiner (A, B, C og D) som må være til stede for å lykkes med sirkulær økonomi. I denne masteroppgaven er de fire byggesteinene omtalt som drivere for sirkulær økonomi.

Byggesteinene er delt inn i fire hovedkategorier: ferdigheter innen sirkulær produktdesign og produksjon, nye forretningsmodeller, ferdigheter for omvendt syklus, og muliggjøring av forbedret ytelse på tvers av sykluser og sektorer. Tabell 2 viser hvilke prinsipper som er viktige i de ulike kategoriene.

### **A: Ferdigheter innen sirkulær produktdesign og produksjon**

Bedrifter må bygge kjernekompetanse innen sirkulær design for å muliggjøre gjenbruk, resirkulering og nedsirkulering av produkter. Sirkulært produkt og produktdesign krever spesialisert kompetanse og arbeidsmetoder som ikke er lett tilgjengelig i dag:

- Materialvalg optimalisert for sirkulær økonomi
- Design for lengre levetid
- Modularisering/standardisering
- Enklere demontering
- Effektiv produksjonsprosess

## B: Nye forretningsmodeller

Skiftet fra en lineær økonomi til sirkulær økonomi krever nye forretningsmodeller. Bedrifter med betydelig markedsandel i den lineære verdikjeden kan spille en viktig rolle:

- Bytte fra eierskap til bruks- og ytelsesbaserte betalingsmodeller
- Leverer en tjeneste i stedet for et produkt og beholde eierskapet
- Deling kan føre til at man maksimerer utnyttelsen av bygninger

## C: Ferdigheter for omvendt syklus

Bekjempe dårlig utnyttelse eller overskudd ved å dele produkter eller eiendeler og optimalisere bruken av dem:

- Innsamlingssystemer som er brukervennlig, kostnadseffektive og kvalitetsbevarende
- Infrastruktur som gjør det enklere å bevare materialer i syklusen som for eksempel materialbanker som leverer, sorterer og lagrer.

## D: Muliggjøring av forbedret ytelse på tvers av sykluser og sektorer

Effektivt samarbeid på tvers av kjeder og sektorer er avgjørende for etablering av et sirkulært system:

- Markedsmekanismer: bevisstgjøring i offentligheten og næringslivet
- Felles innsamlingssystemer og informasjonsdeling
- Bransjestandarder
- Tilgjengelighet av finansierings- og risikostyringsverktøy fra myndigheter gjennom:
  - Kompensasjon og støtteordninger
  - Garantier som minsker risikoen

*Tabell 2: Byggesteiner for sirkulær økonomi basert på modell av EMF (2013) og EMF (2015).*

### 2.1.7 Barrierer for sirkulær økonomi i byggebransjen

Det er som tidligere nevnt få prosjekter i Norge som baserer seg på en sirkulær økonomisk tankegang. En stor utfordring er at det ofte er fokus på kortsiktige inntektsmodeller og opplevde høye kostnader knyttet til implementeringen av sirkulær økonomi i prosjekter. For å lykkes med sirkulære bygg krever det at man har et helhetlig perspektiv som tar hensyn til byggeprosessen, verdikjeden og inntektsmodellene (Circle Economy, 2019). I rapporten "Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi" presenterer Deloitte (2020) en oversikt over hvilke barrierer byggebransjen står ovenfor i overgangen til en sirkulær økonomi som vist i tabell 3.

Barrierekategori	
<b>Regulatorisk og politisk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Både det norske og EUs regelverk hindrer bransjen i å bli mer sirkulær.</li> <li>● Byggteknisk forskrift (TEK) blir trukket frem for å ikke gi gode nok insentiver til rehabilitering og effektiv arealbruk</li> <li>● EU-regelverket knyttet til ombruk av byggematerialer og regnskapsregler står i veien for vedlikehold og rehabilitering</li> </ul>
<b>Økonomisk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Det er for lave kostnader for primære materialer og for høye kostnader knyttet til arbeidskraft</li> <li>● Det er for tidkrevende og fordyrende å benytte sirkulære materialer, redusere svinn og skaffe nødvendige dokumentasjon ved ombruk</li> </ul>
<b>Teknologisk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Det er mangel på digitale verktøy som fremmer sirkulær økonomi, gir oversikt over tilgjengelige materialer og kvaliteten på disse.</li> <li>● Digital umodenhet</li> </ul>
<b>Strukturelt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ulike aktører med ulike interesser bidrar til at det er vanskelig å samarbeide for å oppnå sirkulære løsninger.</li> </ul>
<b>Kunnskap og kultur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kunnskapen om sirkulær økonomi, sirkulære løsninger og forretningsmodeller er ikke god nok hos aktørene i bransjen</li> <li>● Det er en manglende etterspørsel etter sirkulære løsninger, som et resultat av kunnskapsmangel</li> <li>● Billige råvarer og byggemateriale, gjør at det ikke er kultur for å tenke ressursoptimalisering</li> </ul>

Tabell 3: Barrierer for sirkulær økonomi i byggebransjen basert på Deloitte (2020, s. 30).

## 2.2 Byggeprosessen

En overordnet forståelse av byggeprosessen og dens innhold er viktig for å forstå prosjekteringsprosessen og ledelsen av denne. Det vil derfor være viktig å ha et innblikk i forutsetninger og rammebetingelser som kan forme byggeprosjektet (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Eikeland (1998) gjengitt i Hansen (2019, s. 95) beskriver byggeprosessen som:

*“De delprosesser som til sammen definerer mål og rammer for prosjektet, fremskaffer nødvendig informasjons- og beslutningsgrunnlag, transformerer dette til nødvendig produksjonsgrunnlag, og som fører til fysiske strukturer for den virksomheten som skal foregå både på kort sikt og i et lengre tidsperspektiv”.*

Både i litteraturen og det som skjer i praksis viser at det er flere ulike måter å fremstille en byggeprosess på. Fasene og leveransene kan variere basert på konteksten og hvem som definerer dem. Byggeprosessen må derfor forstås som dynamisk med endrede oppgaver, innhold, aktører og karakterer som vil være bestemmende for hvilke virkemidler som bør brukes for å understøtte, lede, styre, gjennomføre og kontrollere prosessen (Hansen, 2019). Siden byggeprosesser kan være ulike, så har det vært behov for en felles fasenorm eller rammeverk (Hansen, 2019). I den forbindelse ble “Neste steg” utarbeidet for å fungere som en felles referanse for byggeprosessen, som beskriver gjennomføringen av et bygge- og anleggsprosjekt. Fasenormen inneholder åtte steg fra prosjektstart til avvikling av byggverket som vist i figur 5. Neste steg prøver å avklare de forskjellige trinnene og innholdet i slik at ulike aktører kan definere og forvente de samme leveransene i prosjektene. Rammeverket er mulig å bruke for alle gjennomføringsmodeller. Man kan derfor ta flere steg i ett eller de kan deles i flere steg. De kan også gjennomføres i den rekkefølgen som er mest hensiktsmessig. Rammeverket gir derfor ikke noe fasit på hvilke gjennomføringsmodeller, faseinndelinger eller roller som skal benyttes (Bygg21, 2015a). Formålet med Neste steg er å legge til rette for at den totale verdiskapingen i byggeprosessen fanges opp, samt at levedyktigheten blir hensyntatt i hvert steg (Hansen, 2019). For at prosessen skal være bærekraftig er det viktig at alle aktørene tenker langsiktig. Byggets siste livsfase, avvikling, er av den grunn inkludert i rammeverket, enten det er snakk om rivning, ombygging eller salg som er det endelige utfallet.



Figur 5: Figuren viser Neste stegs åtte trinn, med informasjon om hva hvert steg skal inneholde fra de ulike aktørene (Bygg21, 2015b, s. 4).

## 2.2.1 Tidligfasen av prosjekteringsprosessen

Knotten (2018) beskriver tidligfasen som ikke bare som begynnelsen på prosjektet, men også som de tidlige stadiene av prosjekteringen. Tidligfase inkluderer steg 1, 2 og 3 i «Neste Steg» (Bygg21, 2015a). Ifølge BA (2016) så legges grunnlaget for suksess i tidligfasen. Et prosjekts tidligfase er definert av Samset (2015) som det stadiet hvor prosjektet kun eksisterer konseptuelt, før det operasjonaliseres. Tidligfasen omfatter alle aktiviteter fra idéen blir unnfanget helt til endelig beslutning om gjennomføring av prosjektet er tatt. Samset (2015) skiller på konseptutvikling og planlegging i et prosjekts tidligfase. Førstnevnte bygger på en vurdering av dets rammebetingelser for å finne ut hva som er den mest hensiktsmessige prosjektstrategien, dens karakteristika og mål. Planlegging på sin side er den detaljerte utformingen av prosjektet med tanke på budsjett, aktiviteter, omfang, tidsplan og kvalitet.

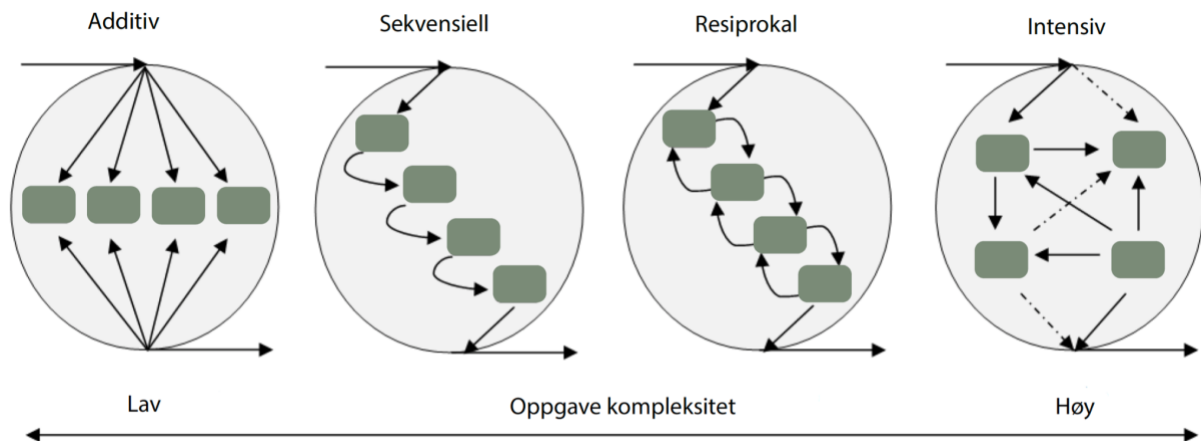
Det er ønskelig å planlegge aktivitetene i et byggeprosjekt. Planlegging kan gi økt forutsigbarhet med tanke på tid. Tidligfasen består av en rekke løsninger, tanker og ideer som deles mellom aktørene i prosjektet (Knotten, 2018). Det at prosessen er iterativ er et resultat av at man arbeider for å komme frem til den beste løsningen. Siden tidligfasen er iterativ og blir til underveis kan det være vanskelig å planlegge for alle aktiviteter (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Tidligfasen kan sees på som en endeløs iterativ prosess, som gjør at det er behov for styring og planlegging (Knotten, 2018). Det er derfor viktig å forstå hvordan de ulike aktivitetene i prosjekteringsprosessen henger sammen som vist i figur 6. Hansen (2019) beskriver de ulike avhengighetene:

**Additiv:** betyr at man er avhengig av summen av alle bidragene som å løse oppgaven

**Sekvensiell:** betyr at de ulike aktivitetene må komme i en bestemt rekkefølge

**Resiprokalt:** er at det er gjensidig avhengighet mellom de ulike inputene

**Intensiv:** avhengigheter der alt påvirker alt. Prosessen blir preget av gjensidige tilpasninger og forhandlinger.

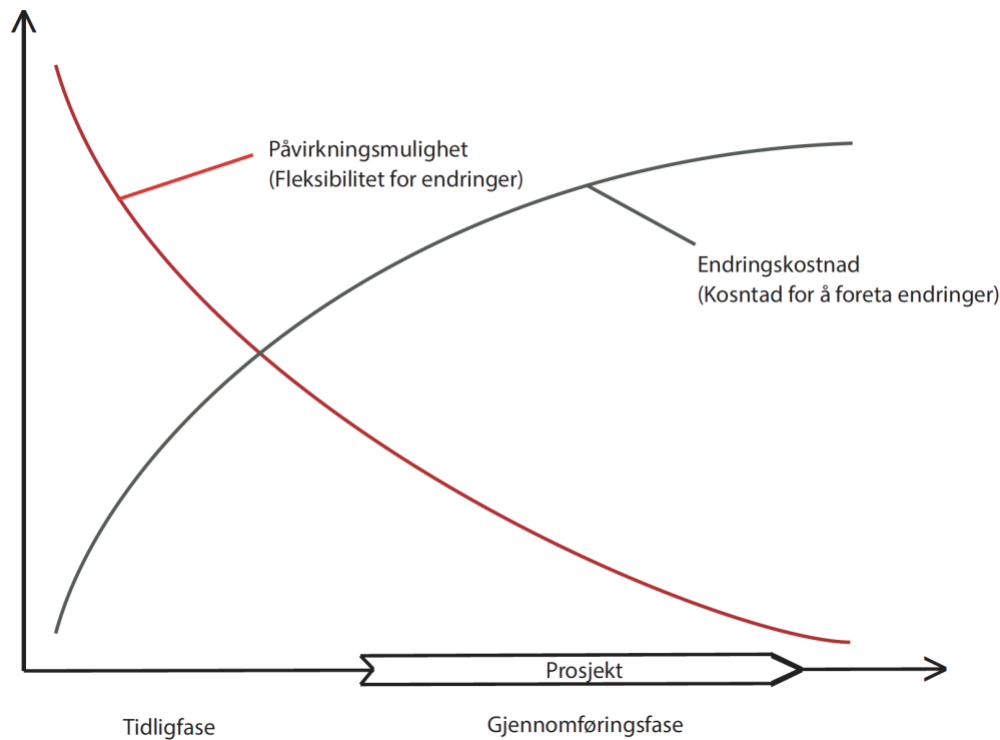


Figur 6: Type prosjekter og avhengigheter. Egenprodusert figur basert på Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland (2013, s. 85).

I de første stegene i byggeprosessen vil prosjekteringen hovedsakelig være preget av resiproke og intensivavhengigheter, mens detaljprosjekteringen er mer sekvensiell i sin siste del. Prosjekter som er nyskapende og innovative har ifølge Hansen (2019) en mer åpen, kreativ og iterativ tidligfase sammenlignet med prosjekter hvor det meste er definert og kjent. Det kreves derfor ulik tilnærming med tanke på koordinering, styring og ledelse. Dette vil også påvirke krav til aktørene og hvordan håndtere kommunikasjon og informasjon. Prosjekteringsledelsen må derfor kjenne til de ulike avhengighetene for å tilpasse de forskjellige trinnene i prosjektet (Knotten, 2018). Dette vil bli nærmere gjennomgått i kapittel fem som omhandler prosjekteringsledelse.

Mål er viktige for å klargjøre retningen for prosjektet, skape felles forståelse og motivasjon og avgrense tiltak. I et byggeprosjekt vil målene være relevante for ledelsen av prosessene og aktivitetene. Mål gjør det også mulig å måle presentasjon og resultatet av prosjektet (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Det er i den tidlige fasen av et prosjekt at påvirkningsmulighetene størst, samtidig som at kunnskapen om prosjektet er liten, og usikkerheten stor med tanke på omfang, kostnader og det ferdige resultatet (Hansen, 2019). Endringer i løpet av et byggeprosjekt medfører kostnader, som øker i takt med prosjektets faser, som vist i figur 7 (Leikvam og Olsson, 2014). Konsekvensene av

endringer vil være påvirket av faktorer som tidspunkt for endring, størrelse og situasjonen i prosjektet. I tillegg til økte kostnader kan endringer i prosjektet føre til frustrasjon og usikkerhet for de delaktige. Man bør derfor sette av tilstrekkelig med tid tidlig i byggeprosessen (Hansen, 2019). Det å begynne å tenke på miljøhensyn først på forprosjektnivå er altfor sent. Fokus på miljø og hensynet til dette må være tydelig allerede i programfasen (Byggemiljø, 2009). Faktorer som tomtevalg, plassering og form på bygget, arealutnyttelse med mer, vil være avgjørende for hvor miljøeffektivt prosjektet blir.



Figur 7: Illustrasjon av at påvirkningsmulighetene er størst tidlig i prosjektet, og kostnadene ved å gjøre større endringer i løpet av prosjektet øker desto lengre ut i prosessen de foretas. Egenprodusert figur basert på Samset (2015, s. 48).

Rammene i et byggeprosjekt er i stor grad påvirkelige. Byggherre er hovedsakelig den som påvirker rammene, men tidlig i prosjektet er det mulighet for aktørene til å påvirke rammene. Selv om byggherre er premissgiver, vil alle aktørene kunne ha egne mål og rammebetingelser (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Formålet til konseptutvikling er som nevnt innledningsvis i delkapittelet å identifisere prosjektets rammer og begrensninger, og er en viktig del av utviklingen av prosjektet. God oversikt over dette på et tidlig stadium, kan føre til at man unngår ubehagelige overraskelser på et senere tidspunkt (Hansen, 2019).



## Organisering av prosjektet

I byggeprosjekter kan man velge mellom en rekke ulike entrepriser- og kontraktsformer, kontraheringsstrategier, vederlagsformer og organisasjonsmodeller (Fufa & Mellegård, 2020). Studier viser til at man i prosjekter med fokus på miljø, bør legge til rette for et nært samarbeid i en tverrfaglig prosjekteringsgruppe. For å oppnå en integrert prosjektering av prosjektet, bør det også hentes inn spesialkompetanse, som for eksempel miljørådgivere, entreprenører og leverandører. Integrert organisering kan oppnås på ulike vis (Bråthen et al., 2020). Først og fremst er en viktig forutsetning for et godt miljøresultat at prosjektleder og prosjekteringsleder har riktig holdning og kompetanse. Når det ikke er tilfellet, bør det vurderes om det kan være nyttig med en miljøkoordinator med erfaring og kunnskap på området. Involvering av miljøkoordinator kan fungere som en brobygger mellom byggherren og prosjekteringsgruppe. Miljøkoordinatoren skal på denne måten sørge for at byggherrens ytelseskrav blir fulgt, samtidig som at den hjelper prosjekteringsgruppen med å få det til. Dersom man skal benytte en slik miljøkoordinator, så er det viktig at personen kommer inn i prosessen så tidlig som mulig (Byggemiljø, 2009).

Ifølge Fufa & Mellegård (2020) viser studier at samspill kan gi bedre kvalitet og lavere ressursbruk i byggeprosessen. Sett i et sirkulært økonomisk perspektiv vil det derfor være lurt å velge en gjennomføringsmodell som oppmuntrer til samspill. Hovedmålet med samspill er å redusere informasjonsasymmetrien mellom aktørene som ofte skaper behov for komplette kontrakter, kontrollmekanismer og fare for opportunistisk atferd. Et annet viktig mål er å bruke kompetansen til deltakerne på en slik måte at man øker produktiviteten i prosjektet (Bråthen, et al., 2020). I samspillmodeller blir også entreprenør og leverandør inkludert tidlig i utviklingen av prosjektet før alle rammene og løsningene er valgt. De vil derfor ha en større reell medvirkning av de ulike løsningene. Dette skiller seg fra den tradisjonelle modellen hvor entreprenør og leverandør blir involvert etter at systemer og løsninger er bestemt.

Foreløpig er det ikke noen standard kontraktsmodell i byggebransjen, men det finnes flere variasjoner av samspill. Integrated Project Delivery (IPD) én av variantene innenfor samspill (Bråthen et al., 2020). IPD har som formål om å få til et bedre samspill mellom prosjektering og produksjon, samtidig som aktørene får et større eierskap til prosessen og sluttresultatet (Hansen, 2019). Gjennom en felles organisasjon utvikler, prosjekterer og utfører man prosjektet basert på kostnadsdekning med deling av gevinst/tap i forhold til en målpris (Bråthen et al., 2020). Modellen er sterkt påvirket av LEAN-tenking, hvor hensikten er å optimalisere verdiskapningen i prosjektet. I denne modellen er det også

hensiktsmessig å benytte seg av for eksempel bygningsinformasjonsmodellering (BIM), for å optimalisere prosessen (Hansen, 2019).

## 2.3 Prosjekteringsprosessen

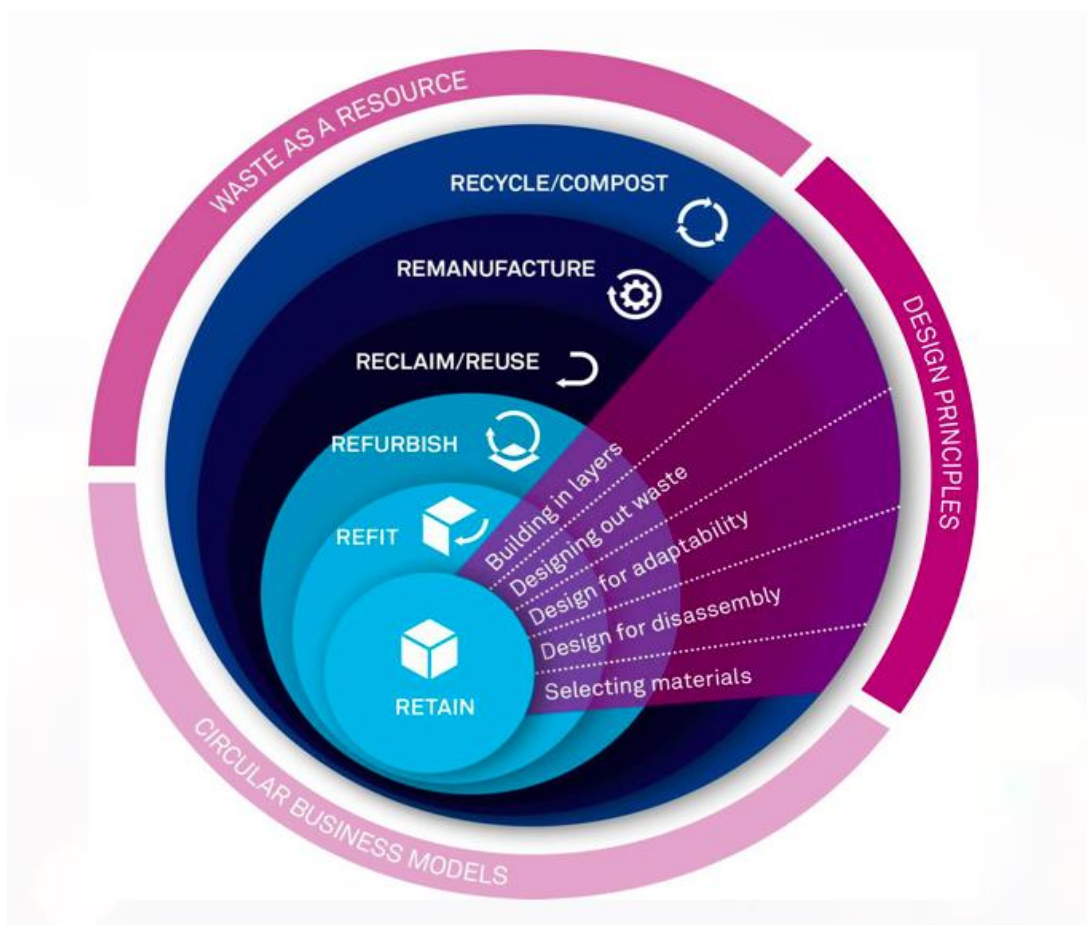
Prosjektering er én av byggeprosessens tre kjerneprosesser bestående av programmeringsprosessen, prosjekteringsprosessen og produksjonsprosessen (Hansen, 2019). Helt overordnet er formålet til prosjektering å *“fremskaffe, produsere, kombinere og distribuere en mengde informasjon til ulike aktører i prosjektet til riktig tid”* (PROBY, 2013, s. 36). Denne prosessen omfatter utvikling og utforming av bygningsmessige løsninger som tilfredsstillende krav og forutsetninger gitt i byggeprogrammet (Hansen, 2019). I tillegg til dette, utarbeides tegninger og beskrivelser som legger selve grunnlaget i produksjonsprosessen.

Arbeidet i prosjekteringsprosessen utføres som oftest av arkitekter og rådgivende ingeniører, og består av en rekke ulike oppgaver (Westgaard, Arge og Moe, 2010). Arbeidet omfatter blant annet beskrivelser av *“plankrav til arealbruk, utnyttning, plassering, arkitektonisk utforming, visuelle kvaliteter, materielle krav til sikkerhet, miljø, helse og brukbarhet i det ferdige byggverk”* (DIKB, 2021). De prosjekterende må sørge for at både oppdragsgivers krav og behov, og samfunnets krav i form av lovverk og planverk, blir ivaretatt. Dette gjøres blant annet ved å fremskaffe tilstrekkelig bekreftelse på at byggverket tilfredsstillende både de ytre rammekravene og de materielle kravene som følger av plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter.

Prosjekteringsprosessen er også den fasen som legger flest premisser for nivået av gjenbrukbarhet av bygningen (Akanbi et al., 2018). Ved prosjektering av bygg må det derfor sees på hva som er best mulig ressurshåndtering i et helhetlig perspektiv (Nordby & Wærner, 2017). Dersom man skal lykkes med å minimere avfall og få til mer ombruk vil det være nødvendig å endre prosjekteringen og planleggingen av nybygg og rehabilitering av eksisterende bygninger. Det vil også være behov for mer kunnskap, ny industri og nye servicesystemer (Ibenholt et al., 2020). Prosjektering for ombruk og gjenvinning inngår i miljøriktig prosjektering, og krever en egnet arbeidsmetodikk. Prosjekteringen må ha fokus på hele livssyklusen og det stiller krav til en integrert arbeidsmetodikk med tverrfaglig samarbeid (Nordby & Wærner, 2017). I rapporten utarbeidet av RIF (2008) blir det påpekt at å sette av tilstrekkelig med tid til prosjektering vil være en forutsetning for at prosjektering for ombruk og gjenvinning er mulig. Prosjektering for ombruk og gjenvinning krever også et økt materialkunnskap. Det vil derfor være viktig å inkludere utførende allerede i en tidlig fase av prosjektet.

### 2.3.1 Prinsipper for sirkulær prosjektering

For at byggebransjen skal endre den lineære tankegangen, må man starte med å endre tankegangen i prosjekteringen av bygninger. Dersom bransjen ikke endrer tankegang vil vi etterlate de neste generasjonene med et utgangspunkt hvor det er vanskelig for å gjenvinne verdifulle, ikke forurensede materialer, i en verden som er ressursbegrenset. Cheshire (2016) påpeker at de prosjekterende og de utførende derfor må reversere dagens trender i bransjen og omfavne de sirkulære prinsippene som er vist i figur 8. Ferdigheter innen sirkulær produktdesign og produksjon blir også trukket frem som en av de fire byggesteinene for å lykkes med sirkulær økonomi, som presentert i delkapittel 2.1.6.



Figur 8: Figuren viser en oppsummering av prinsipper for å implementere sirkulær økonomi i byggebransjen (Cheshire, 2016, s. 32).

Det å implementere sirkulære prinsipper i byggebransjen har et stort potensial for gevinst. Bygninger kan designes til å ha en positiv, varig arv ved å gjøre dem mer tilpasningsdyktige og ved å sikre at verdifulle materialer og komponenter kan gjenbrukes eller gjenvinnes til slutt. Ved å sikre at bygninger kan demonteres og bli omplassert til nye steder eller til nye bruksområder, legger man til rette for at

komponenter kan berges og gjenbrukes eller produseres på nytt. Dette bidrar til å redusere uttaket av råvarer, mens demontering og omproduksjon skaper lokal sysselsetting. Det er derfor viktig å erklære og forstå sammensetningen av hvordan materialer og komponenter kan bidra til at biologiske materialer trygt kan returneres til biosfæren og tekniske materialer kan gjenvinnes for gjenbruk innen industrien (Cheshire, 2016). Derfor vil det i de følgende underkapitlene presenteres ulike prinsipper som er viktig i prosjekteringen av sirkulære bygninger som vist i figur 8.

## Prosjektering for demontering

En måte å tenke mer sirkulært på i prosjekteringsprosessen er “prosjektering for demontering”, også ofte omtalt som “design for disassembly”. Dette er en form for prosjektering hvor formålet med designet er at det lett skal kunne tas fra hverandre igjen (3XN Architects, 2019). Formålet er å optimalisere konstruksjonsmetoder og forbindelser mellom komponenter, slik at de lettere skal kunne gjenbrukes eller resirkuleres (Nordby, 2009). Denne tilnærmingen bygger på sirkulær økonomiske prinsipper som tillater de ulike bygningskomponentene å passe inn i en lukket materialesyklus. På denne måten vil det være mulig å ombruke, demontere og resirkulere de ulike byggekomponentene til nye produkter av tilsvarende eller forbedret kvalitet.

Ifølge 3XN Architects (2019) vil de fleste positive resultater av prosjekteringen for demontering bli synlig flere år etter endt prosjekteringsprosess. Klimaavtrykket til komponentene vil være betydelig mindre enn ved tradisjonelle komponenter. Grunnen til dette er fordi de er lettere å demontere, vedlikeholde, og det vil derfor bli produsert mindre avfall. I fremtiden vil ombruk av ulike byggelementer kunne føre til at etterspørselen etter nytt materiale reduseres, og følgelig ha en positiv effekt på jordas ressursknapphet. 3XN Architects (2019) mener dessuten at det å demontere byggekomponenter mange år inn i fremtiden og ombruke dem uten betydelig reduksjon i kvalitet, kan føre til at bygninger kan sees på som materialbanker, hvor ressurser er midlertidig lagret for fremtiden. På denne måten kan prosjektering for demontering legge til rette for uthenting av materialer i fremtiden i stedet for det naturlige miljøet. De mulige positive virkningene av prosjektering for demontering er oppsummert av 3XN Architects slik (2019, s. 35):

- Raskere og enklere byggeprosess
- Optimalisert drift og vedlikehold
- Mindre avfall
- Optimalisert resirkulering og gjenvinning, og gjenbruk
- Ressursknapphet

- Bygninger som materielle banker

De neste underkapitlene presenterer: *materialer, standarder, festemetoder, og demonteringsplan*. Dette er fire prinsipper som må hensyntas ved prosjektering for demontering.

## Materialer

For å oppnå en mer sirkulær økonomisk byggebransje er det viktig å benytte materialer med egenskaper som sikrer ombruk i hele byggets livssyklus (Kubbinga et al., 2018). For å endre bransjen må man redusere forbruket av råvarer, bruke giftfrie, høykvalitets materialer som er egnet til å gjenbrukes og resirkuleres eller skaffe fornybare materialer (Thelen et al., 2018). For å holde materialbruken på et minimum bør det fokuseres på kompakte og lette konstruksjoner ved utformingen av bygg (Crowther, 2005). Det bør også være fokus på å minimere antall forskjellige komponenter, slik at demontering og sorteringsprosessen blir enklere. Det bør minimeres antall forskjellige typer materialer ved bygging, slik at prosessen ved sortering under demontering vil være enklere (Crowther, 2005). Det er spesielt tre hovedfokusområder for materialbruk som blir trukket frem i rapporten til 3XN Architects (2019):

- Kvalitet: Ved å bruke materialer av høy kvalitet, kan disse brukes gjentatte ganger. Som vist i figur 3 er materialbruk delt inn i tekno sfæren og biosfæren (EMF, 2015).
- Helse: Det bør unngås å bruke ikke-giftige materialer bidrar til å holde miljøet friskt, både nå og i fremtiden (Crowther, 2005).
- Ren: Bruken av rene materialer eller så rene materialer som mulig, bidra til at de er enklere å resirkulere (3XN Architects, 2019).

## Standarder

Dersom bygg skal kunne stå over tid, vil det fortsatt kreve utskifting av elementer og produkter. For at bygningen skal kunne stå lengst mulig uten unødvendige bygningstiltak, bør det derfor være mulig å bytte ut komponenter (Minunno et al., 2018). Bruken av standarder og modulært design er derfor en viktig forutsetning for at bygg skal være tilpasningsdyktige. Ifølge 3XN (2016) bør det derfor benyttes modulære system med elementer som enkelt kan byttes ut. Modulær prosjektering kan det gi store demonteringsfordeler og et bredere marked for gjenbruk. Bruken av prefabrikasjon og masseproduksjon er også anbefalt for raskere og mer sikker montering, samt enklere demontering. Prefabrikasjon gir også mindre arbeid på stedet og større kontroll over kvaliteten (Crowther, 2005).

## Festemetoder

Den generelle regelen for prosjektering for demontering er å bruke festemetoder som er reversible. Det vil si, festemetoder som kan monteres og demonteres flere ganger uten å skade materialet eller selve festet (3XN Architects, 2019). Bruk av mekaniske festemetoder istedenfor kjemiske festemetoder som for eksempel liming, sveising og støpning muliggjør enkel separering av materialer og komponenter, og vil redusere materialforurensning og skade på komponentene (Crowther, 2005; RIF, 2008). Aktuelle mekaniske forbindelser er blant annet bolter og låser. I de tilfeller hvor kjemiske festeforbindelser benyttes bør festet være svakere enn komponentene de festes til, slik at det er selve festet som vil bryte under demontering istedenfor selve komponentene.

## Demonteringsplan

Prosjektering for demontering er en strategi for å forenkle demonteringsprosessen i fremtiden. Det er derfor like viktig å ha en plan for demonteringsprosessen som byggeprosessen for å sikre en rask og enkel demontering av bygget (3XN Architects, 2019).

3XN Architects (2019) presenterer tre prinsipper for demonteringsprosessen:

- Strategi: Lag en enkel plan for dekonstruksjon for å sikre en rask og enkel demonteringsprosess.
- Stabilitet: Sørg for at stabiliteten i bygningen opprettholdes under demonteringsprosessen.
- Miljø: Sørg for at demonteringsplanen tar hensyn til nærliggende bygninger, mennesker og natur.

## Prosjektering for tilpasningsdyktighet

En måte for å sørge for god ressursåndtering er å prosjektere for at bygninger skal ha en lang levetid. Det har de senere årene vært en synkende trend i bygningers levetid. Det finnes flere grunner til hvorfor mange bygg har en kort omløpstid, men en viktig forutsetning for at bygninger skal vare lenge, er at de består av materiale og konstruksjon som er av høy bestandighet. Samtidig er det viktig at bygningen er planlagt for å være endringsdyktige (Leland, 2008). Det er stadig behovsendringer fordi markedet, teknologien og bruksmønstre endres raskt. Demografiske forhold vil også være med på å gjøre at det er skiftende behov i ulike typer bygg. Det er derfor viktig å planlegge for tilpasningsdyktige bygninger (Bygg21, 2019).

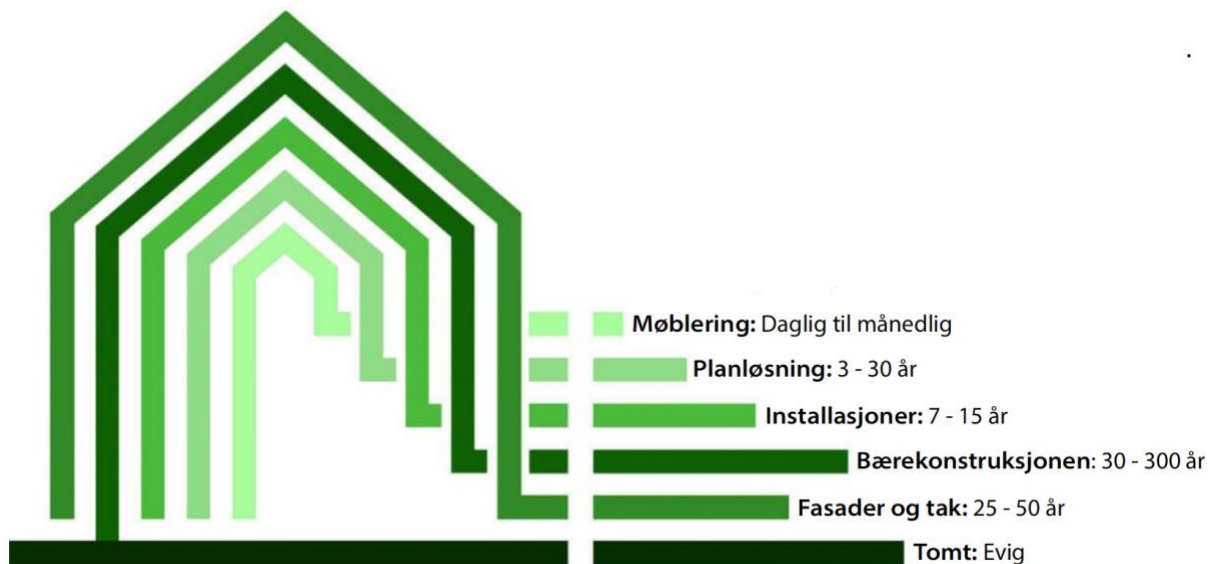
Tilpasningsdyktighet handler om hvordan bygninger kan endre seg i takt med endrede funksjonskrav, med et forsvarlig ressursbruk (Larsen & Bjørberg, 2007). Tilpasningsdyktighet fremkommer som en funksjon av bygningens generalitet, fleksibilitet og elastisitet (Larsen & Bjørberg 2007). For å redusere behovet for rivning og nybygg bør det bygges med høy generalitet, elastisitet og fleksibilitet. Generalitet gir frihet til å endre funksjon uten for store inngrep (Evjenth et al., 2011). Fleksibilitet gir mulighet for å endre planløsninger innen samme funksjon, og dermed bidra til å gjøre bygget mer funksjonelt for brukeren av bygget. (Bygg 21, 2018). Elastisitet handler om evnen en bygning har til å utvide eller redusere arealer innenfor en gitt geometri, som eksempelvis muligheten til å kunne utvide med tilbygg/påbygg eller fjerne deler av bygget (Larsen & Bjørberg 2007)

Dersom man unngår for høy grad av “skreddersøm” for førstegangsbruker, men heller planlegger for at bygget kan endres, kan man ved utskifting av bruker unngå store fysiske ombygginger eller rivning (Bygg21, 2019).

## Prosjektering for laginndeling

Det er vanlig å skille mellom funksjonell, teknisk og økonomisk levetid (Arge & Landstrand, 2002). En bygnings funksjonelle levetid er hvor lenge en bygning kan fungere for en brukergruppe, uten at man må gjøre større endringer på bygningen. Bygningens tekniske levetid er hvor lenge bygningskomponentene kan yte det de er satt til å yte. Ulike bygningskomponenter vil ha ulik levetid, så det bør være mulig å skifte ut disse uten at det går utover de andre komponentene. Det bør derfor unngås bindinger mellom ulike bygningskomponenter med ulik levetid (Multiconsult & Byggemiljø, u.å).

Bygg blir likevel ofte sett på som en helhetlig enhet, og er deretter også prosjektert, konstruert og brukt som enheter. Som nevnt i avsnittet “Prosjektering for tilpasningsdyktighet”, endres bygningers behov kontinuerlig, og bygninger bør derfor sees på som en dynamisk struktur som kan tilpasse seg nye behov. Brand (1994) har opprettet en modell som tar utgangspunkt i en dynamisk struktur. Modellens prinsipp er at bygninger er konstruert av komponenter med ulik levetid, som krever endring eller utskifting ved ulike tidspunkt, som vist i figur 9. Teknisk levetid kan variere ut ifra flere faktorer som kvalitet, utførelse og drift og vedlikehold (Hansen, 2019).



Figur 9: Stuart Brands lagdelingsmodell. Egenprodusert figur basert på Arge og Landstand (2002).

I tillegg til de tekniske levetidene vil den funksjonelle levetiden til bygninger bestemmes ut ifra virksomhetens innhold og organisering. Det vil si, selv om bygninger har høy teknisk standard, så kan det være behov for utskiftinger (Hansen, 2019). Hvert lag i bygget bør være i stand til å kunne fornyes uten å påvirke eller ødelegge lagene over eller under. Det bør også fokuseres på å designe bygninger for flere brukere og reduseres behovet for flere materialer enn nødvendig (Crowther, 2005).

## Prosjektering for avfallsminimering

Ideén om prosjektering for avfallsminimering betyr å se etter muligheter som gjør at man unngår å skape avfall, samt å se etter muligheter for å gjøre avfall til en ressurs (Cheshire, 2016). For bygninger inkluderer dette rehabilitering av eksisterende bygninger istedenfor å bygge nye, prosjektering for avfallsminimering i produksjonsprosessen, gjenbruk og/eller ombruk av materialer og komponenter i prosjektering, og ved å bruke LEAN design prinsipper.

### LEAN design prinsipper

Avfall kan reduseres og forbedres effektivt gjennom god prosjektering og ledelse (Emmit, 2007). Ifølge Emmit (2014) betyr dette å starte prosjektet med den rette holdningen til avfallsreduksjon og verdiskaping. Dette kan gjøres gjennom LEAN design som er en tilnærming som handler om "å redusere sløsing og maksimere verdien for kunden gjennom å gjøre prosessene enklere, fjerne hindringene, måle ytelsene og kontinuerlig forbedre måten man jobber på" (Hansen, 2019, s. 209). Det finnes flere metoder og verktøy som kan knyttes opp mot LEAN design management. IPD, som ble presentert i



delkapittel 2.2.1, tar utgangspunkt i å involvere alle aktører med relevant kunnskap for prosjektets løsning fra første dag. Mens involverende planlegging er en metode for prosjektplanlegging og styring. Metoden ivaretar en realistisk planlegging av prosjektets framdrift ved at tegninger og/eller dokumenter har en definert kvalitet eller nivå før de blir sluppet videre i prosjekteringsproduksjonen eller til produksjon (INPRO, 2017). Dette skal sikre et godt grunnlag for å styre prosjekteringen og henter frem nødvendig informasjon til beslutningene i det aktuelle tidsvinduet. Samtidig lager det ikke “støy” med for mye informasjon på et tidlig nivå.

### **Rehabilitering av eksisterende bygninger**

Når man bestemmer seg for om man skal rehabilitere en eksisterende bygning eller bygge den om, blir begrensningene til den eksisterende bygningen ofte nevnt som en årsak til å ende opp med å rive den. For å unngå dette bør bygg prosjekteres som tilpasningsdyktige, som gjennomgått under “Prosjektering for tilpasningsdyktighet” på side 34.

### **Gjenbruk/ombruk av materialer og komponenter**

Overgangen fra en lineær økonomi til en sirkulær økonomi betyr ikke at hver enkelt bransje må skape individuelle lukkede løkker for komponenter og materialer (Cheshire, 2016). Material som blir ansett som avfall i en industri, kan bli en verdifull ressurs for en annen. Denne måten å arbeide på omfavner prinsippet om industriell symbiose, som fremmer ideen om å skape koblinger mellom ulike sektorer. Det eksisterer likevel utfordringer knyttet til ombruk av materialer og komponenter. Nordby, Bugge og Lia (2018) påpeker at en av hovedutfordringene for ombruksmaterialer er at deres opprinnelse ofte vil være ukjent, og at få eller ingen ønsker å påta seg et ansvar dersom det senere skulle vise seg at bruken av dem innebærer ulempe eller tap for byggherre.

### **Prosjektering for avfallsminimering på byggeplass**

Mengden avfall som genereres på byggeplasser kan reduseres betraktelig ved å endre måten man prosjekterer og konstruerer bygninger på (Cheshire, 2016). Den mest effektive måten å redusere byggavfall på er å flytte det meste av byggeaktivitetene fra byggeplassen. I stedet bør arbeidet som gjøres på byggeplassen handle mer om montering av komponenter enn kutting og forming av materialer. Selv ved bruk av tradisjonelle konstruksjonsteknikker er det mulig å prosjektere for avfallsminimering. Eksempler på dette inkluderer bruk av moduler og prefabrikasjon som gjennomgått i avsnittet om “Standarder” på side 33.

Bruk av 3D-modeller gjør det mulig å minimere avfall på byggeplass ved bruk av nøyaktige beregninger ved innkjøp, samt oppdage konflikter som ellers ville ha ført til feil og omarbeidinger på byggeplassen (Cheshire, 2016). Bruk av 3D-modeller som BIM i prosjekteringsprosessen vil videre bli gjennomgått i delkapittel 2.4.6.

## Materialpass og materialbibliotek

For at flere i bransjen skal bygge sirkulær økonomiske bygg, er tilgangen på brukte bygningsmaterialer kritisk. Dersom man skal snu den tradisjonelle måten å bygge på, krever det at tilgangen på brukte materialer når en større skala. Entreprenørene trenger en sikkerhet på at det er tilgjengelige materialer til riktig tid (Merrild, Jensen, & Sommer, 2016).

Slike markeder er fortsatt i oppstartsfasen. Det er derfor mangel på oversikt over tilgjengelig materiale og det er heller ikke kartlagt godt nok. Et annet problem er å få slike gjenbruksmarkedet til å harmonisere med etterspørselen til nye prosjekter (Circle Economy, 2019). I Norge har det kommet et par slike ombruksmarkeder. Noen av de som tilbyr salg og lagring av ombrukt byggematerialer er Resirqel og Loopfront.

Digitale verktøy er anerkjent for å optimalisere prosjekterings- og byggeprosessen, men kan også bidra til å legge til rette for å gi de dataene og funksjonene som trengs for fremtidig ombruk. Det digitale verktøyet BIM blir trukket frem som en katalysator for å lykkes med sirkulær økonomi i byggebransjen (Minunno et al., 2018). BIM har potensialet til å gi dagens og fremtidens aktører muligheten til å bruke bygninger som "varehus" for materialer. Dette kan gi mulighet for å selge materialer fra gamle bygg som skal rives og bruke materialene i nye bygninger (3XN, 2016). For at bygninger skal kunne fungere som materielle banker, er det viktig at man har en strategi for lagring av informasjon. BIM gir mulighet for å at man kan spore plasseringen av komponenter, detaljert informasjon om dimensjoner, geometri og mekaniske egenskaper m.m. Den informasjonen som blir lagt inn i BIM kan bidra til at bygningers fremtidige livssyklus kan styres i forhold til den tilgjengelige informasjonen, bruksforhold og instruksjoner for demontering. Materialepass er et konsept hvor man kan spore alle de tilgjengelige ressursene ved byggets slutfase (Minunno et al., 2018). Identifisering av de ulike materialtypene vil bidra til at fremtidig sortering og gjenbruk blir enklere. Informasjonen bør være standard og permanent. For eksempel relevant informasjon om materialtype, sted, tid, strukturell kapasitet, giftig innhold osv. (Crowther, 2005).

## 2.4 Prosjekteringsledelse

I rapporten av PROBY (2013) beskrives prosjekteringsprosessen i et byggeprosjekt som en kompleks prosess med mange involverte parter, hvor store mengder informasjon som skal hentes inn, utvikles og kommuniseres til riktig tid mellom partene. Resultatet av prosjekteringsprosessen kan føre til store konsekvenser dersom de prosjekterende ikke har gjort en grundig nok jobb. Grimsmo (2008) trekker derfor frem at det ofte er lønnsomt å bruke tilstrekkelig ressurser i prosjekteringen. Westgaard, Arge og Moe (2010) trekker frem at prosjekteringsledelse er vesentlig mer krevende enn prosjektledelse. Prosjekteringsledelse handler om kunnskapsledelse, hvor kreative utviklingsprosesser og håndteringen av produksjon inngår. Likevel har prosjekteringsledelse fått lite fokus som akademisk fagfelt.

### 2.4.1 Rolle og ansvarsoppgaver

Prosjekteringsledelse har lenge vært en undervurdert ledelsesfunksjon. Det er ikke før i senere tid at rollen har fått mer oppmerksomhet i academia knyttet til dens betydning for byggeprosessen (Westgaard, Arge og Moe, 2010). Det har med tiden blitt utarbeidet flere definisjoner av prosjekteringsledelse, dens rolle og ansvarsoppgaver. Meland (2000, s. C18) definerte i sin doktorgradsavhandling prosjekteringsledelse som *“ledelse av prosessen med å lansere konseptidéer og bearbeide den valgte idé til et ferdig, immaterielt produkt”* i form av tegninger, modeller, beskrivelser og lignende. Videre har Knotten (2018, s. 53) definert prosjekteringsledelse som *“en prosess som innebærer planlegging, organisering, og ledelse av personer, deres kunnskap og informasjonsflyt for å oppnå målene til prosjektet”*.

Ifølge Westgaard, Arge og Moe (2010) vil innhold, ansvar og plassering av prosjekteringsledelses funksjonen varierer avhengig av oppdragsgivers modell for organisering av byggeprosjektet, samt de involvertes kompetanse. En rekke utviklingstrekk, påvirker og endrer dessuten både måten de prosjekterende arbeider på og prosjekterings faser og innhold. For eksempel, ny kunnskap og bevissthet rundt behovet for å redusere klimagassutslipp, har ført til at flere kommuner og andre har begynt å revurdere måten man organiserer et byggeprosjekt (Miljødirektoratet, 2018). Hvilke konsekvenser dette får for ledelse og planlegging av prosjektering er usikker, men Westgaard, Arge og Moe (2010) er sikker på at oppgaven forblir en viktig faktor for hvor vellykket resultatet av det ferdige byggverket blir.

Westgaard, Arge og Moe (2010) påpeker at prosjekteringsledelse handler om kunnskapsledelse med håndtering av informasjon for produksjon og kreative utviklingsprosesser. Med tanke på framdriften av et byggeprosjekt skal prosjekteringslederen sørge for at prosjekteringen rettes inn mot entreprenørens og håndverkernes behov for informasjon i løpet av produksjonsprosessen (Dammerud et al., 2013). Sammen med de prosjekterende, vil prosjekteringslederen kunne erfare at disse behovene må balanseres opp mot tilgjengelige budsjetter samt samsvare med gjeldende krav og retningslinjer. Underveis i bearbeidelsen må prosjekteringslederen dessuten kunne håndtere mengder informasjon ved bruk av ulik, og i noen tilfeller kompleks teknologi, hvor informasjonen som innhentes må koordineres mellom en rekke aktører. Som nevnt i delkapittel 2.2.1, gjør prosjekteringsprosessens iterative karakter og delprosessenes avhengighet at prosessen er kompleks å lede, og at det vanskelig å standardisere metoder for prosjekteringsledelse.

## 2.4.2 Suksessfaktorer og fallgruver

I Knottens avhandling fra 2018 trekker han frem 10 suksessfaktorer for prosjekteringsledelse. Disse er: kommunikasjon, beslutningstaking, planlegging, kunde, grensesnittadministrasjon, teamledelse, risikostyring, kunnskapsstyring, HMS-fokus og evaluering. Prioriteten av de ulike suksessfaktorene vil variere ut ifra prosjekteringsledelsen, aktørene og prosjektet.

Meland (2000) fastslår i sin doktorgradsavhandling forhold som påvirker fiaskograden i byggeprosjekter. Rangert etter deres påvirkningskraft konkluderte han med at følgende forhold, rangert etter deres påvirkningskraft er de viktigste fiaskoprediktatorene i byggeprosjekter (Meland, 2000, s. 151):

- Tidspres i prosjekteringen
- Prosjekteringsleders mangelfulle arbeidsmetodikk
- Priskonkurranse på prosjektering
- Prosjekteringsleders mangelfulle kompetanse

Manglende arbeidsmetodikk hos prosjekteringsleder er som regel knyttet til mangelfull kommunikasjon, planlegging eller målsettinger i prosjektet. Prosjekteringsleders mangelfulle kompetanse er ofte forbundet med enkelt prediktorene mangelfull generell kompetanse, dårlig tverrfaglig forståelse og mangelfull kompetanse knyttet til byggeprosess (Meland, 2000).

### 2.4.3 Planlegging og styringsmetodikk

Hovedmålet i en prosjekteringsprosess er utveksling av informasjon og transformasjon av ideer og løsninger i samspill med de andre i prosjektet (Knotten, 2018). Planlegging, styring og kontrollering av prosjekteringsprosessen innebærer ifølge Knotten (2018) å ta i bruk metoder og verktøy som sørger for at designet leveres på budsjett, til rett tid og med rett kvalitet. Planlegging er en av de viktigste faktorene for suksess i prosjekteringsledelse. Med tanke på forutsigbarhet og tid, ønsker man stort sett å kunne planlegge aktivitetene i byggeprosjekter. I prosjekteringsprosessen kan derimot denne planleggingen være vanskelig, siden prosessen er iterativ og nye aktiviteter blir til underveis (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Prosjekteringsprosessen kan oppleves som fylt av kaos og uforutsigbarhet, og krever derfor en annen type ledelse enn en vanlig tilnærming til prosjektledelse. Det må etableres klare ansvarsforhold og sørges for åpenhet og sanntidsinformasjon (Knotten, 2018). I rapporten av PROBY (2013) trekkes det frem at det bør etableres felles mål og holdninger på tvers av faggruppene og bygge en ønsket prosjektkultur. Det vil i tillegg være viktig å legge til rette for god informasjonsflyt (Westgaard, Arge og Moe, 2010). Viktigheten av disse faktorene vil øke i takt med at kompleksiteten i prosjektet (Knotten, 2018).

### 2.4.4 Informasjonsflyt

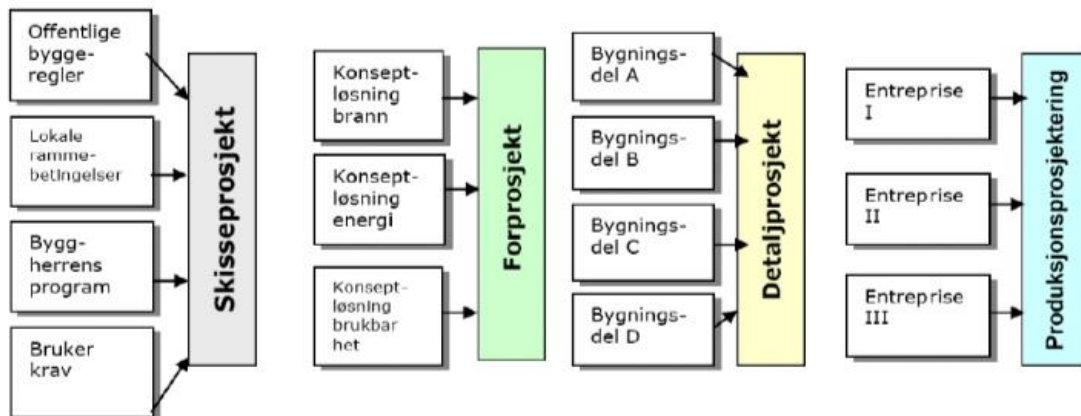
Flere studier peker på at kommunikasjon er en viktig suksessfaktor i byggeprosjekter (Meland, 2000; Emmitt, 2007; Grimsmo, 2008). Byggeprosjekter er komplekse, som gjør at overføringen av informasjon ofte er komplisert, dårlig eller ikke-eksisterende kommunikasjon, er derfor ofte en kilde til at man tar feil beslutninger som fører til at det blir feil i bygningen (Røsdal og Ørstavik, 2011). På den måten kan kommunikasjon og effektivitet sees på i sammenheng.

Prosjekteringslederen må kunne håndtere informasjonsflyt i flere nivåer. God kommunikasjon mellom de prosjekterende og utførende er viktig for resultatet av byggeprosjekt. For å lykkes med det kreves det kontinuerlig utveksling av informasjon, og kommunikasjonen må skje på tvers av fag (Westgaard, Arge og Moe, 2010). Ved å fokusere på å skape en overlapping mellom fasene og sørge for delvis integrering mellom de prosjekterende og utførende, vil det kunne føre til at informasjonsutvekslingen blir enklere. Dette kan igjen føre til at man kan ta mer riktige avklaringer, lettere og raskere. En prosjekteringsleder blir utsatt for store mengder informasjon, og må håndtere kommunikasjon i ulike former og fra ulike personer. De senere årene har det kommet en rekke rammeverk og hjelpemidler

som skal forenkle kommunikasjon og informasjonshåndteringen i byggeprosjekter (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013).

## 2.4.5 Grensesnitt

I en tradisjonell byggeprosess blir de ulike aktørene involvert på ulike tidspunkt. Meland (2000) sammenligner derfor byggeprosessen med å være en form for stafett, der de ulike aktørene overtar stafettpinner fra andre aktører, for å så gå ut av prosjektet. Denne måten å gjennomføre prosjekter på krever at informasjon og kunnskap blir overført til neste fase, som vist i figur 10. I prosjekteringsledelse er det vanlig å skille mellom to hovedtyper grensesnitt: fasevis grensesnitt og faglig grensesnitt. Grensesnitt blir trukket frem som en viktig suksessfaktor i prosjekteringsledelse. Bakgrunnen for dette er at det uten riktig ledelse kan føre til at informasjon forsvinner mellom fasene eller dårlig kommunikasjon mellom de ulike fagene (Westgaard, Arge og Moe, 2010). Som nevnt i delkapittel 2.2 deles byggeprosjekt inn i faser. Siden ikke alle aktørene blir med videre i hele byggeprosessen, kan grenseskillet mellom fasene være utfordrende. Det er for eksempel ikke alltid at byggherrens mål og visjon for byggeprosjektet blir med i alle fasene. Dersom man skal lykkes med at slik informasjon ikke forsvinner i grenseskille, er det viktig at det blir fokusert på god informasjonsformidling. Nye aktører bør få input fra de tidligere aktørene, og det bør være fokus på kommunikasjon til riktig tid, for å løse slike problemer (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013).



Figur 10: Oversikt over grensesnitt (Figur fra Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013 s. 65).

I dag blir byggeprosjekter stadig mer komplekse og med en økning av tekniske installasjoner (Westgaard, Arge og Moe, 2010). I overgangen mellom prosjektering og produksjon er det en endring

av ansvarsroller og fokus, som kan føre til at kunnskap om valg og prioriteringer kan gå tapt. Grimsmo (2008) trekker frem at en annen utfordringene er at de prosjekterende ikke har god nok forståelse av hva som er tilstrekkelig produksjonsunderlag for de utførende. Det er et stort gap i oppfatning av hva som er tilstrekkelig detaljering, mellom de prosjekterende og de utførende. De prosjekterende og utførende består av flere spesialistfirmaer og fag som arbeider med avgrensede problemstillinger. Faglig grensesnitt kan derfor føre til misforståelser, mangler og feil (Meland, 2000). Siden de prosjekterende og utførende er gjensidig avhengig av hverandre, må det etableres større grad av samspill mellom de prosjekterende og utførende. (Grimsmo, 2008; Westgaard, Arge og Moe, 2010). Det bør benyttes grensesnittmatrise og BIM, for å fange opp slike kollisjoner (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013).

## 2.4.6 Verktøy og metoder

Det finnes flere metoder og verktøy for å håndtere og forbedre informasjonsflyten og informasjonsdelingen innad i et prosjekt. Ifølge Merrild, Jensen, & Sommer (2016) er rammeverket Virtual Design and Construction (VDC) relevant for prosjekteringen og byggeprosesser med fokus på sirkulær økonomi.

### **Rammeverket VDC**

VDC er definert som bruken av integrerte og tverrfaglige modeller for prosjekterings- og produksjonsprosessen, som inkluderer produktet, organiseringen og arbeidsprosessene som må til for å nå prosjektets mål (Kunz & Fischer, 2012; Fischer, 2011). VDC er et dynamisk rammeverk og konsept, og skal ved hjelp av metoder og verktøy bidra til å oppnå en mer helhetlig tilnærming til prosjektet (Khazode, Fischer, Reed, & Ballard, 2006).

Hovedelementene i VDC er: ICE, BIM, planlegging og kontroll av prosess og produksjon og målinger (Fischer, 2011). Ifølge Kunz & Fischer (2012) er det tre aspekter i prosjekter man kan kontrollere, disse er: produktet, organisasjonen og prosessen. Det er disse aspektene som utgjør POP-modellen, og er brukt som et utgangspunkt for utviklingen av de virtuelle modellene som benyttes i VDC. VDC er forbundet med POP-modellen, der produktet kun er en del av rammeverket. Målet med å ha fokus på POP-modellen tidlig i byggeprosessen, er å sørge for at man ikke bruker penger og ressurser på feil ting (Mandujano et al., 2015). Ved hjelp av virtuelle modeller som baserer seg på POP-modellen kan prosjekteringsteamet simulere kompleksiteten av byggeprosessen og løse eventuelle fallgruver tidlig i prosessen (Khazode et al., 2006).

## **BIM**

Begrepene VDC og BIM blir ofte brukt om hverandre, men BIM representerer kun omfanget av produktet, som kun er en liten del av VDC. BIM er et digitalt verktøy som brukes for å kommunisere informasjon knyttet til alle fasene av et byggs livssyklus (Arup, 2016). BIM består av en rekke 3D-objekter med bygningsinformasjon som er nyttig for flere aktører i byggeprosessen (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Bruken av BIM kan bidra til optimaliserte design prosesser, byggeresultat og vedlikehold av bygninger. Som nevnt i avsnittet “Materialpass og materialbibliotek” i delkapittel 2.3.1, kan BIM også muliggjøre at man har oversikt over mulighet for ombruk av materiale (Arup, 2016). Det er vanlig at aktørene i byggeprosjektet jobber i hver sin modell med ulike modelleringsverktøy. Ved å sammenstille modellene i en felles BIM-modell, gir det alle aktørene mulighet til å se helheten og gjennomføre kollisjonskontroll. Dette bidrar til en bedre felles forståelse, samhandling og kommunikasjon mellom de ulike aktørene. BIM brukes også som et verktøy for å analysere og styre prosjektering og produksjonen (Kunz og Fischer, 2012).

## **ICE**

Hensikten med ICE er å samlokalisere og sørge for samtidig prosjektering. I ICE-møter samles relevante fag, kompetanse og beslutningstakere for å jobbe mot et felles mål (Hansen, 2019). Målet med ICE er å maksimere verdiskapningen og minimere sløsing. BIM, prosessdesign og målinger er hovedelementene i ICE-møter. Det benyttes BIM for å visualisere og skape samhandling. Prosessdesign handler om hvordan møtene utføres, i for eksempel et “Big Room”, hvor man har en agenda som er forhåndsbestemt. I slike ICE-møter er fasilitatorrollen viktig siden den skal styre agendaen og passe på at møtet er relevant og effektivt for aktørene (Kunz & Fischer 2012). Ved at man kan arbeide på en felles plattform, diskutere ulike problemstillinger og bli enige om løsninger på stedet, unngår man at beslutninger utsettes til senere. Ved å samles sørger det også for at riktig kompetanse er tilgjengelig og at man får en mer helhetlig forståelse for prosjektet. Det vil dermed være lettere å avklare grensesnitt. Dette vil gi bedre flyt i prosjekteringsprosessen, og kan bidra til å redusere planleggings- og beslutningstiden (Hansen, 2019).

## **Planlegging og kontroll**

Planlegging og kontroll av prosjektering og produksjon i VDC kan optimaliseres ved å bryte ned elementene i POP-modellen (produkt, organisasjon og prosess). Elementene vil kunne brukes for å utarbeide en detaljert fremdriftsplan, som så kan analyseres for å gi oversikt over avhengigheter og aktiviteter (Kunz og Fischer, 2009). God planlegging kan føre til at grad av kompleksitet i produkt,



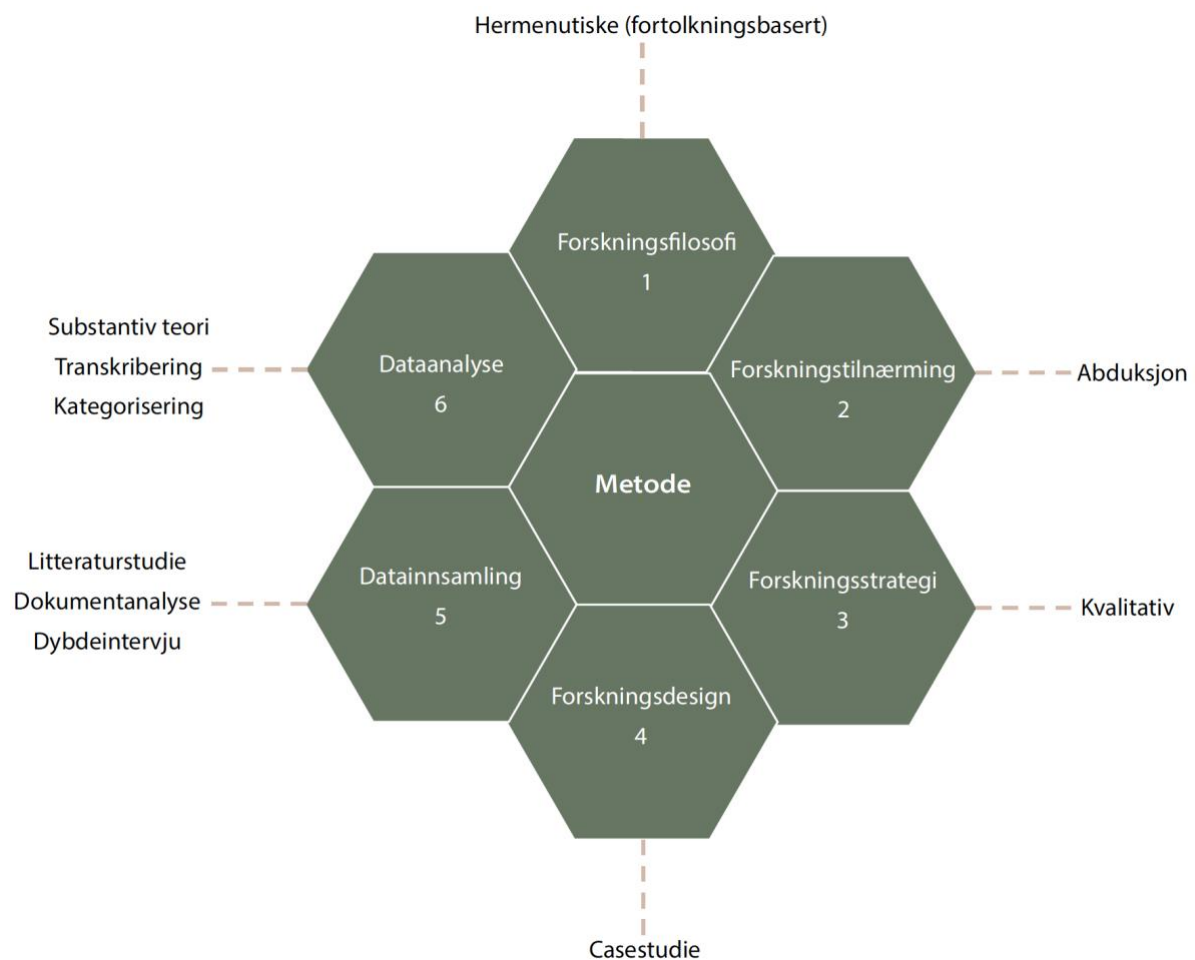
organisasjon og prosess blir forstått av alle aktører, samt utfordringer kartlagt, slik at man unngår å legge ned unødvendige ressurser i prosjektet.

### **Målinger:**

Et viktig element i VDC for å kunne styre prosjektet best mulig, er målinger. For å kunne gjennomføre kontinuerlig kartlegging av gruppens leveranser opp mot prosjektets mål, så brukes målinger (Kunz og Fischer, 2009). I prosjekteringsprosessen er leveransene beslutninger, løsninger, avklaringer eller tegninger. Disse leveransene er avgjørende for fremdriften i prosjekteringsprosessen. Ved å måle for eksempel Prosent Plan Utført (PPU), kan det brukes til å kontrollere hvordan man ligger an i forhold til målene underveis i prosjektet (Knotten & Svalestuen, 2014). I tillegg er evaluering av møter, rotårsaker, beslutningstregghet og antall endringer eksempler på målinger som er mye brukt (Kunz og Fischer 2012).

### 3. Metode

Dette kapitlet presenterer forskningsmetode og fremgangsmåte i prosessen med å besvare masteroppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. Ifølge Johannesen et al. (2016, s. 25) dreier samfunnsvitenskapelig forskningsmetode seg om *“hvordan vi skal gå fram for å få informasjon om den sosiale virkeligheten, og ikke minst hvordan denne informasjonen skal analyseres, og hva den forteller oss om samfunnsmessige forhold og prosesser”*. Masteroppgavens metodologiske tilnærming er strukturert rundt det teoretiske rammeverket *“The Honeycomb of Research”* (Wilson, 2014). Rammeverket presenterer de seks hovedelementene i forskningsmetodologi: forskningsfilosofi, forskningstilnærming, forskningsstrategi, forskningsdesign, datainnsamling, og dataanalyse som vist i figur 11.



Figur 11: Egenprodusert figur basert på *The Honeycomb of Research* av Wilson (2014, s. 39).

### 3.1 Forskningsfilosofi

Det første steget i *The Honeycomb of Research* er forskningsfilosofi. Forskningsfilosofi (også kjent som erkjennelsesteori, epistemologi eller læren om kunnskap) handler om hvordan man kan tilegne seg kunnskap om virkeligheten (Creswell, 2009). Alle som utfører forskning, vil ifølge Wilson (2014) ha et underbevisst forhold til forskningsfilosofi. Til tross for at et filosofisk perspektiv sjeldent er synlig vil den fortsatt være bestemmende for hvordan forskningen utføres og de valg som tas underveis. Creswell (2009) oppfordrer derfor til at valg av filosofisk perspektiv eksplisitt bør nevnes. Et bevisst forhold til forskningsfilosofi vil dessuten kunne øke studiens pålitelighet ved å minimere ens egen påvirkning på de studerte objekter, kjent som *forskningseffekten* (Tjora, 2010).

Denne masteroppgaven har adoptert den hermeneutiske (fortolkningsbaserte) forskningsfilosofien. Bakgrunnen for dette er at vi er personlig involvert i forskningen med et overordnet fokus på kvalitative datainnsamlingsmetoder. I hermeneutikken forstås utviklingen av kunnskap som en fortolkningsprosess (Jacobsen, 2015). Det har derfor vært nødvendig å tolke informasjonen vi har samlet inn for å kunne besvare masteroppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. Denne informasjonen er sett i lys av en større forståelsesramme, hvor empirien er tolket opp mot relevant teori og opp mot egen forforståelse av tema. Ifølge Jacobsen (2015) er den nærmeste form for virkelighet man kommer i hermeneutikken, når flere oppfatter samme fenomen på like måter.

### 3.2 Forskningstilnærming

Forskning er hovedsakelig orientert rundt to tilnærminger, induktiv og deduktiv (Wilson, 2014). Ifølge Tjora (2010) brukes induktiv om forskning som er eksplorerende og empiridrevet. Tilnærmingen starter med observasjon av virkeligheten med et mål om å trekke logiske slutninger fra empiri til teori. Deduktiv brukes om forskning som er teoridrevet, og er et hypotesetestende opplegg (Tjora, 2010). Det vil si at forskeren tar utgangspunkt i etablerte teorier og danner hypoteser, for så å bekrefte eller avkrefte antakelser på områder hvor det finnes mye forhåndskunnskap. Jacobsen (2015) beskriver deduktiv og induktiv som to ytterpunkter på en skala, og mener at en forskningsprosess umulig kan være rent deduktiv eller induktiv. Årsaken til dette er at det vil være umulig og bare forholde seg til teori, fordi teorien kommer som følge av tidligere observasjoner. Samtidig som at det vil være naivt å anta at det er mulig å gå ut i verden uten noen form for antakelser.

I følge Postholm (2010) kan teori hjelpe forskeren å konkretisere hvilke data som skal samles inn. Samtidig kan data som blir samlet inn i løpet av forskningen være med å styre valget av litteraturen til videre lesning. Dette kan ses på som en hermeneutisk spiral, der data og teori har en stadig gjensidig påvirkning på hverandre. Det er derfor benyttet en abduktiv tilnærming, som er en kombinasjon av induksjon og deduksjon. Det betyr at forskningen har vært en prosess hvor teori og datainnsamlingen foregikk parallelt, med deler av arbeidet før og etter hverandre.

### 3.3 Forskningsstrategi

Forskningsstrategi handler om valg av metode for innsamling av empiri. Tradisjonelt skiller det mellom to ulike forskningsstrategier, *kvalitativ* og *kvantitativ* forskning. Hovedforskjellen mellom disse to tilnærmingene er hvordan og hvilken data som samles inn.

Kvalitativ betyr *“det som har med noens eller noes egenskaper eller kjennetegn (kvaliteter) å gjøre”* (Malt og Tjernshaugen, 2019). Kvalitativ metode brukes derfor når man ønsker å undersøke og beskrive menneskers opplevelser eller erfaringer for å få en dypere forståelse av fenomenet (Holtermann, 2016). Valg av metode har sammenheng med problemstillingen (Johannessen et al., 2010). Siden sirkulær økonomi generelt har fått lite fokus i byggeprosjekter og kan defineres ulikt, vil det være hensiktsmessig å bruke en kvalitativ metode for å kunne hente inn ulike personlige erfaringer, opplevelser og tanker hos aktuelle informanter. Bruken av kvalitative metoder som for eksempel dybdeintervju ble derfor sett på som egnet for å få en bedre forståelse for temaet og gi en åpen interaksjon mellom oss og intervjuobjektene.

Metoden kan beskrives som intensiv og består som regel av få enheter hvor data samles inn som ord, og egner seg særlig når man har lite forhåndskunnskap om fenomenet som skal studeres (Jacobsen, 2015). I kvalitativ forskning fremstilles forskeren som det viktigste forskningsinstrumentet, siden forskeren må innta en fortolkende rolle gjennom hele forskningsprosessen (Postholm, 2010). Ifølge Tjora (2017) er denne type forskning preget av følsomhet overfor konteksten den gjennomføres i. Forskeren er ofte tett på forskningsobjektet, noe som kan by på spesielle utfordringer. For eksempel må forskeren ofte justere prosjektet, handlinger og i noen tilfeller idéer idet man møter feltet for første gang, fordi man oppdager at forholdene ikke er slik man hadde tenkt på forhånd.

Det er viktig å være bevisst på at informasjonen som kommer frem vil være knyttet til informantens subjektivitet. Dersom man ønsker å undersøke utbredelsen av erfaringer og opplevelser, bør man

derfor vurdere å benytte seg av kvantitativ spørreundersøkelse som supplement (Tjora, 2017). Kvantitativ metode baseres hovedsakelig på tall, der temaet blir kartlagt gjennom å lese sammenhenger mellom variabler (Johannessen et al., 2015). Selv om det i mange tilfeller vil det være gunstig å anvende en kombinasjon av både kvalitative og kvantitative metoder, har vi i dette tilfellet vurdert at det ikke er egnet som følge av ressursene og tidsavgrensning i oppgaven.

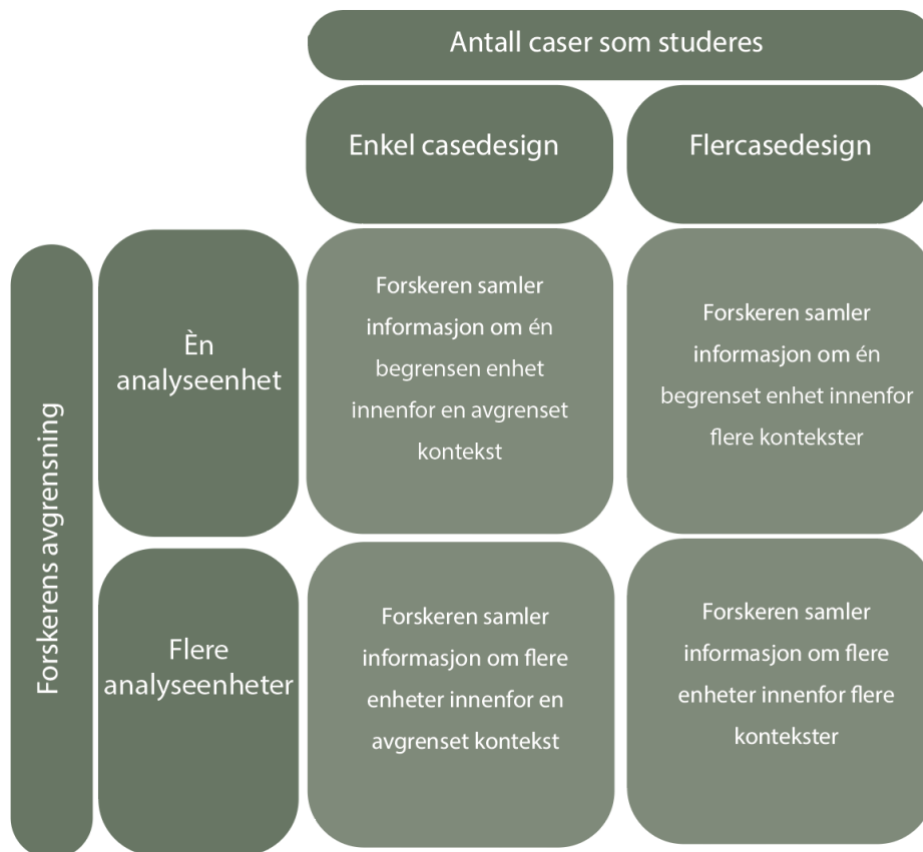
### 3.4 Forskningsdesign

Et forskningsdesign sier noe om hvordan man skal gå frem for å innhente informasjon fra virkeligheten, også omtalt som et undersøkelsesopplegg (Halvorsen, 2008). Resultatet av et forskningsdesign skal være en logisk fremstilling av sammenhengen mellom empiri, problemstilling og konklusjoner (Yin, 2009). Ifølge Jacobsen (2015, s. 89) vil valg av forskningsdesign ha store konsekvenser for undersøkelsens gyldighet, og man må derfor alltid stille seg spørsmålet: “*Er det undersøkelsesopplegget vi velger, egnet til å belyse den problemstillingen vi ønsker å undersøke?*”. Resultatet av et godt forskningsdesign skal derfor øke studiens gyldighet ved at resultatet på en enkel måte skal kunne etterprøves.

Det finnes mange forskjellige kvalitative forskningsdesign som *fenomenologi, etnografi, grounded theory og case design* (Johannessen et al., 2010). Disse har igjen sine styrker og svakheter, men det er til syvende og sist, oppgavens problemstilling som har vært med på å forme hvilket design som er mest hensiktsmessig å benytte seg av i studien. Som nevnt i det foregående avsnittet har studien benyttet seg av kvalitativ metode. Kvalitative studier kjennetegnes ofte ved at de går i dybden på relativt få, men strategiske utvalgte enheter. Ved en slik avgrensning av det empiriske arbeidet vil det derfor være viktig med en begrunnelse. En vanlig strategi for å avgrense studien kan være å bruke en eller flere caser. Ved å velge en casestudie avgrenser man dermed arbeidet til å omhandle kunnskap om casen eller casene (Tjora, 2017). Yin (2007) påpeker at felles for casestudier er at de ulike datakildene er tid- og stedsavhengig og at datainnhenting er detaljert og omfattende (Johannessen et al., 2010). Siden vi ønsker å se på hvordan aktører i bransjen definerer og forholder seg til sirkulær økonomi, vil det derfor være ønskelig å avgrense oppgaven i form av en casestudie.

Case som forskningsdesign er en prosess som “*innebærer utforming av en problemstilling, valg av teoretisk forankring, analyseenheter og datainnsamlingsteknikk samt kriterier for å analysere og tolke data*” (Johannessen et al. 2016, s. 205). Yin (2009) opererer med to dimensjoner i design av

casestudier: enkelt- eller flere casestudier, samt én eller flere analyseenheter, som vist i figur 12. I denne masteroppgaven er det benyttet en flere casestudie hvor forskerne har samlet informasjon om flere enheter innenfor en kontekst (Johannessen et al., 2016). Enhetene i studien inkluderer byggherrerepresentant, prosjektledere, prosjekteringsledere, prosjekteringsgruppen, arkitekter, miljørådgivere, og interesseorganisasjoner innenfor konteksten "sirkulære byggeprosjekter".



Figur 12: Illustrasjon som viser at vår studie er beskrevet i boksen nederst til venstre. Egenprodusert figur basert på Bråthen et al. (2020, s. 65).

### 3.5 Datainnsamling

Ifølge Yin (2009) er en av de viktigste kildene i en case-studie, informasjonen fra intervju. Formålet med intervju er som regel å forstå eller beskrive noe. Intervjuer består av mer dialog, enn rene spørsmål og svar slikt som et spørreskjema vil gi (Johannessen et al., 2010). Kvalitativ intervjuer egner seg godt til å få større innsikt i menneskers erfaringer og oppfatninger, da den som blir intervjuet har mulighet til å være med å påvirke hva som skal tas opp i intervjuet. Det er derfor ønskelig å benytte

seg av kvalitative intervjuer, da det vil gi en mulighet for å avdekke nye tema underveis eller få frem flere nyanser rundt problemstillingen (Johannessen et al.,2010).

Det er blitt ulike datainnsamlingsmetoder som grunnlag for studiets forskningsresultater, som vist i tabell 4 og 5. Resultatene er basert på intervjuer av prosjektdeltakere og interesseorganisasjoner som primærdata, samt sekundærdata for å støtte opp om funnene fra casestudien.

<b>Forskningsspørsmål</b>	<b>Metode</b>	<b>Datainnsamling</b>	<b>Kilder</b>
Hvordan settes sirkulær økonomi på dagsorden i byggebransjen?	Kvalitativ	Dybdeintervju Dokumentanalyse Litteraturstudie	Oria Google Google Scholar Research Gate Dybdeintervju
Hva kjennetegner en sirkulær økonomisk prosjekteringsprosess?	Kvalitativ	Dybdeintervju Dokumentanalyse Litteraturstudie	Oria Google Google Scholar Research Gate Dybdeintervju
Hva innebærer prosjekteringsledelse, dens rolle og ansvar i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt?	Kvalitativ	Dybdeintervju Dokumentanalyse Litteraturstudie	Oria Google Google Scholar Research Gate Dybdeintervju
Hvilke drivere og barrierer kan identifiseres i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt?	Kvalitativ	Dybdeintervju Dokumentanalyse Litteraturstudie	Oria Google Google Scholar Research Gate Dybdeintervju

Tabell 4: Oversikt over datainnsamlingsmetoder for å besvare masteroppgavens problemstillingen og forskningsspørsmål.

Type kilde	Data
Primær	Intervju med prosjektdeltakere
Primær	Intervju med interesseorganisasjoner
Sekundær	Erfaringsrapporter
Sekundær	Forskningsartikler, bøker, pressemeldinger, rapporter fra offentlige myndigheter og interesseorganisasjoner

Tabell 5: Oversikt over datainnsamlingsmetoder for å besvare masteroppgavens problemstillingens og forskningsspørsmål.



### 3.5.1 Litteraturstudie

Litteraturen er utgangspunktet for oppgaven og hva problemstillingen drøftes i forhold til. Det er derfor viktig å beskrive hvorfor litteraturen er valgt og hvordan valget ble tatt. Ved å beskrive disse valgene vil det gi oppgaven bedre troverdighet og faglighet (Dalland, 2012). Litteraturstudie av det aktuelle temaet er en viktig start for arbeidet med oppgaven. Søket etter litteratur ble startet allerede forrige semester gjennom emnet AAR 4874 - Teori og metoder for masteroppgaver. Det har vært fokus på å finne tidligere skrevet litteratur om temaene og studere problemstillingen dypere. Det ble fokusert på sirkulær økonomi som konsept, sirkulær økonomiske prinsipper og hvilke tilnærminger byggebransjen har til temaet i dag. Det ble også fokusert på prosjekteringsprosessen, samt suksessfaktorer og fallgruver for prosjekteringsledelse. Tilnærmingen har vært å søke etter nøkkelord i ulike forskningsdatabaser og biblioteksdatabaser. Søkingen har foregått både med norske og engelske søkeord. Metoden "Backwards snowballing" har også vært benyttet der man har funnet gode kilder.

Litteraturen er basert på forskning som er skrevet av andre, derfor er kildekritikk en viktig del av utvelgelsen av relevante kilder (Jacobsen, 2015). Det har derfor blitt benyttet TONE-prinsippet. Ifølge NDLA (2018) så står TONE for fire viktige nøkkelord, som skal vurderes ved valg av kilde:

- Troverdig: Er kilden sikker?
- Objektiv: Er kilden nøytral?
- Nøyaktig: Finner du slurv og juks?
- Egnet: Kan du finne de svarene du trenger?

Det har hovedsakelig blitt brukt søkemotorer som Oria, Google Scholar og Google. Oria og Google Scholar har vært hovedprioritet, da disse er fagfellevurdert. Google har vært brukt som et supplement, da det var ønskelig med flere syn på temaet i form av artikler, tidsskrifter eller andre kilder. Det har i tillegg til blitt brukt relevant litteratur fra Arkitekturbiblioteket ved NTNU og fra masterstudiets pensumliste. Det har vært ønskelig å benytte oppdaterte og dagsaktuelle kilder, utgangspunktet var derfor å utelukke kilder som var over 20 år. Det har likevel i enkelte tilfeller blitt vurdert at slike kilder ville være relevante for oppgaven. En oversikt over litteraturstudiets søkematrise er presentert i tabell 6.

Tema	Søkeord	Sentrale kilder
Sirkulær økonomi	Sirkulær økonomi Sirkulære bygg Circular economy Circular buildings	Towards the Circular Economy (EMF, 2013; 2015).  Building revolutions (Cheshire, 2016)  Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi (Deloitte, 2020). Kriteriesett for sirkulære bygninger (FutureBuilt, 2020)
Prosjekteringsprosess	Prosjekteringsprosess Prosjektering for sirkulære bygg Tidligfasen +bygg Design process Design for circular buildings Sirkulære prinsipper	Neste steg (Bygg21, 2015a)  Samspillet i byggeprosessen (Hansen, 2019)  Prosjekt i tidligfasen (Samset,2015)  Design for disassembly (Crowther, 2005)  Building a Circular Future (3XN Architects, 2019)
Prosjekteringsledelse	Prosjekteringsledelse Design management VDC Suksessfaktorer for prosjekteringsledelse	Miljøriktig prosjektering av bygninger. (Byggemiljø, 2009)  Building design management in the early stages (Knotten, 2018)  Virtual Design and Construction (Kunz og Fischer, 2009; 2012)

Tabell 6: Søkematriksen benyttet i litteraturstudien med eksempel på brukte søkeord og sentrale kilder.

## 3.5.2 Dokumentstudier

Dokumentstudier er en type kvalitativ datagenerering, hvor man bruker dokumenter som er produsert til andre formål enn forskning. Dokumentstudier er en såkalt ikke-påtrengende metode, og gir dermed mindre belastning på deltakere enn for eksempel intervju eller observasjon. Ved hjelp av allerede eksisterende dokumenter kan man bruke informasjon om saksforhold til å analysere (Tjora, 2017). Det er viktig å være observant på bakgrunnen til informasjonen, som hvilket sted, hvilket tidspunkt og ikke minst hvilken type lesere er informasjonen ment for. Det å sette informasjonen i kontekst vil derfor være viktig for videre analysearbeid.

De fleste forskningsprosjekter benytter seg av dokumenter som en del av datamaterialet. I vårt tilfelle har vi benyttet oss av dokumenter som bakgrunnsdata, også kjent som sekundær- eller tilleggsdata. Dokumentene som har blitt benyttet er både casespesifikke og generelle.

Følgende dokumenter er benyttet:

- Erfaringsrapport: Det har for et av prosjektene blitt utarbeidet to erfaringsrapporter. Disse rapportene er blitt brukt som et supplement til dybdeintervjuene for å få et større innblikk av omfanget i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt. Disse er referert til som erfaringsrapport 1a og erfaringsrapport 1b.
- Kriteriesett: FutureBuilt sitt kriteriesett for sirkulære bygg er blitt brukt som et supplement for definisjonen av sirkulær økonomi i byggebransjen.

## 3.5.3 Dybdeintervju

Det er anvendt dybdeintervju, også kalt semistrukturert intervju for innhenting av data (Tjora, 2017). Dybdeintervju baserer seg på et fenomenologisk perspektiv, med hensikt å forstå informantens opplevelser og hvordan informanten reflekterer over disse. Som følge av manglende kunnskap på temaet, er denne metoden godt egnet. Dybdeintervju ble derfor ansett å kunne gi oss bedre innsikt i temaet ved å utforske nyansene og erfaringene som kommer frem av intervjuet.

### **Utvalg av informanter**

Det bør tas et bevisst valg knyttet til antall informanter som skal medvirke i en studie. Valget må baseres ut fra tid og ressursene forskeren har til rådighet (Jacobsen, 2015). Ved valg av informanter i

kvalitative intervjustudier er det vanlig å velge informanter som av ulike grunner anses å kunne uttale seg på en reflektert måte om det aktuelle temaet. Slike utvalg kalles strategiske eller teoretiske. Siden det er gjennomført en casestudie, vil utvalget av informanter avgrenses naturlig. Det vil ofte være naturlig å snevre inn utvalget ytterligere, ved å velge seg ut mulige informanter som man anser å kunne bidra til å gi best innsikt i vår problemstilling (Tjora, 2017). Spesielt dersom man skal gjennomføre en flercasestudie, vil det være viktig at utvalget av case beskriver temaet eller casen. Selv om man behandler intervjudata som subjektive posisjoner, skal intervjuet i hovedsak beskrive nettopp casen og det er derfor viktig at intervjuobjektene innad casene gir gode beskrivelser temaet.

For å sikre at vi skulle få samlet inn nødvendig data, ble det derfor utført en strategisk utvelgelse av informanter (Johannessen, 2016, s. 117). I forkant av intervjuene ble det laget en liste over relevante aktører som vi ønsket å komme i kontakt med. Et viktig kriterium ved utvalget var at de hadde erfaringer om oppgavens tema. Det var ønskelig å komme i kontakt med prosjekteringsledelsen og prosjekteringsgruppen (arkitekt, entreprenør og miljørådgiver) i prosjekter som har hatt fokus på sirkulær økonomi. Siden dette er et område med få eksempelprosjekt, ble det også vurdert å intervju aktører fra prosjekter med høyt miljøfokus. Det var også ønskelig å snakke med interesseorganisasjoner som har fokus på temaet. Jacobsen (2015) påpeker at data fra intervju ofte er rike på opplysninger og detaljer. Som følge av dette bør det ikke samles inn for mye informasjon, slik at man ikke får gjennomført en grundig analyse. Det ble derfor konkludert med at 12 informanter var hensiktsmessig med tanke på kvaliteten av analysen.

Det har ved rekruttering av informanter blitt tatt utgangspunkt i de nevnte kriteriene. Da det ikke var alle av de tiltenkte informantene som kunne stille opp, har det også blitt benyttet snøballmetoden. Snøballmetoden utvalgsmetodikk, hvor man begynner med et lite utvalg som vokser som følge av tips fra førstegangskontaktene (Tjora, 2017). Selv om vi hovedsakelig hadde tenkt å intervju kun prosjekteringsledelsen og prosjekteringsgruppen, ble det etter hvert et behov for å snakke med flere. Dette var som følge av at problemstillingen er sammensatt og at man derfor så på det som hensiktsmessig for å få et mer nyansert bilde.

De aktuelle informantene ble hovedsakelig kontakten på e-post, hvor oppgavens tema ble presentert med problemstilling og forskningsspørsmål. Det ble så avklart om de ønsket å stille til et intervju. Det ble så sendt en ny mail med intervjuguide og informasjonsskriv om oppgaven og intervjuet (se vedlegg 2 og 3).

## Oppnådd utvalg til dybdeintervju

Det er innhentet empiri av informanter fra 5 ulike prosjekter i BA-bransjen i Norge. Informantene har fra 5 år til over 20 års erfaring i bransjen. Totalt var det 12 informanter som samtykket til å bli intervjuet. Informantene ble informert om at de skulle bli anonymisert i masteroppgaven. Tabell 7 viser hvor mange informanter som deltok i prosessen og deres roller. Tallene under intervjuobjekt og prosjekt/interesseorganisasjon representerer hvilken case de ulike informantene representerer.

Intervjuobjekt	Prosjekt/ interesseorganisasjon	Lengde	Fremgangsmåte
Arkitekt 1	1	1 time	Teamsintervju
Prosjekteringsleder 1	1	30 minutter	Teamsintervju E-post
Miljørådgiver 2a	2	1 time	Teams gruppeintervju
Miljørådgiver 2b			
Prosjekteringsleder 2	2	1 time	Teamsintervju
Miljørådgiver 3	3	50 minutter	Teamsintervju
Prosjekteringsleder 3	3	45 minutter	Teamsintervju
Byggherre 3	3	30 minutter	Teamsintervju
Miljørådgiver 4	4	1 time	Teams gruppeintervju
Prosjektleder 4			
Prosjektleder 5	5	1 time	Teamsintervju
Arkitekt 5	5	1 time	Teamsintervju
Representant 1 fra interesseorganisasjon	1	45 minutter	Teamsintervju
Representant 2 fra interesseorganisasjon	2	45 min	Teamsintervju

Tabell 7: Oversikt over intervjuobjekter.

## **Dokumentasjon av intervjuene**

Det ble i forkant av intervjuene sendt ut et informasjonsskriv utarbeidet i samarbeid med NSD. Det ble i de fleste intervjuene benyttet lydopptak på telefon, med samtykke fra informantene. Alle lydopptak er blitt transkribert, og blir slettet ved ferdigstilling av oppgaven. I de intervjuene som ble gjennomført uten lydopptak ble det notert skriftlig.

## **Intervjuguide**

Ved å benytte en semistrukturert intervjuguide som utgangspunkt for intervjuet, gir det frihet i forhold til rekkefølge på spørsmål og temaer. Dette gir i tillegg informanten mer frihet i forhold til hvordan man ønsker å svare, da informanten kan formulere svarene med egne ord. Det vil være hensiktsmessig å først identifisere sentrale deltema som inngår i den overordnede problemstillingen ved utarbeidelse av intervjuguiden. Videre vil det være lurt at intervjuguiden inneholder noen underpunkter eller underspørsmål, som oppmuntrer informanten til å komme med utdypende informasjon. Ved å ha et slikt delvis strukturert intervju gir det forskeren mulighet til å være fleksibel, samtidig som det også vil være noe standardisering mellom intervjuene (Johannessen et al., 2010).

Det har blitt utarbeidet individuelle intervjuguide til hvert intervjuobjekt. For å opprettholde noe standardisering vil det være en del fellestrekk ved spørsmålene, men også noen tilpassede spørsmål til de ulike intervjuobjektene. Det ble hentet inspirasjon til utformingen intervjuguide fra Tjora (2017, s. 145-147). Ved å ha noe standardisering på intervjuguiden, har det gjort det enklere å se funnene opp mot hverandre og sammenligne (se vedlegg 2).

## **Gjennomføring av dybdeintervjuer**

Før man skal gjennomføre intervjuet vil det være viktig å være bevisst på hva som skal telle som data i intervjusituasjonen, og hvordan man skal dokumentere intervjuet. Ved bruk av delvis strukturerte intervjuer gir det frihet i forhold til å kunne justere hva man ønsker å vite. Det er derfor enda viktigere at forskeren lytter godt og klarer å tilpasse meningsfulle spørsmål underveis i intervjuet. I en intervjusituasjon er det ikke lett å få med seg alle detaljer til enhver tid, det er derfor vanlig å gjøre lydopptak, bildeopptak eller notater (Johannessen et al., 2010). Det ble på forhånd sendt ut informasjonsskriv med samtykkeerklæring på lydopptak. I informasjonsskrivet ble informantene informert om hvordan opptaket skal brukes, hvor det skal oppbevares og når det skal slettes. Der

informantene ikke hadde sendt tilbake denne skriftlig, ble det spurt om tillatelse muntlig før intervjuets start.

Ved to av intervjuene ble det ikke tatt lydopptak, men notert skriftlig. Selv om det er foretrukket å gjøre intervju med slike verktøy, så ble disse intervjuene prioritert som følge av at informantene var ansett å være sentrale. Ifølge Tjora (2017) skal man i slike tilfeller være kritisk til å bruke direkte sitering. Dette er hensyntatt i funnene våre.

Selv om det er mest ønskelig å kunne utføre dybdeintervju ansikt til ansikt, så var ikke dette en mulighet på grunn av koronasituasjonen. Intervjuene ble derfor gjennomført som Teams-intervju, med utgangspunktet i de semi-strukturerte intervjuguidene. Denne metoden ble sett på som bedre en telefonsamtaler, da det gav oss mulighet til å se informantenes kroppsspråk og andre observasjoner (Tjora, 2017).

En av informantene ønsket å svare på det semistrukturerte intervjuet skriftlig. Siden slik informasjon ikke er like rik, påpeker Tjora (2017) at det er viktig å følge opp informanten og forsikre seg om at man har forstått intervjuobjektet riktig. Det ble derfor gjennomført en samtale over Teams samme dag som svarene ble mottatt. Samtalen gav oss mulighet til å få oppklart usikkerheter rundt svarene og ta opp nye tema.

### 3.5.4 Dataanalyse

Formålet i en kvalitativ dataanalyse er å redusere den innsamlede informasjonen til mindre deler i form av ord, setninger eller avsnitt (Jacobsen, 2015, s. 198). På denne måten skal forskeren ha mulighet til å sammenligne og forstå de ulike delene i lys av helheten som dannes. I et casestudiedesign, er det ifølge Yin (2009) vanlig å operere med to ulike analysestrategier, disse er teoristyrte eller beskrivende casestudie.

Yin (2009) anbefaler å bruke det teoristyrte casestudiet. I et slikt design tolker man funnene opp mot allerede eksisterende teori på området. Det er derfor viktig å hente inn teori før man går i gang med selve datainnsamlingen. Postholm (2010) forklarer at forskeren kan ta i bruk substantiv teori i analyseprosessen for å utvikle forståelsen av det som undersøkes. Det forklares ved at de kunnskapene og erfaringene forskeren har tilegnet seg tidligere, fungerer som “briller” når man skal analysere funnene. Det handler om å være bevisst på at man ikke legger bort hele forforståelsen, for å bli så objektiv som mulig.

Teori bidrar til å gi arbeidet retning og har fungert som utgangspunkt for analysen vår. Flere av temaene fra litteraturstudiet ble brukt som grunnlag for intervjuguiden. I analysen ble funnene sett opp mot den anvendte teorien. Siden funnene ble tolket ut ifra den hermeneutiske tradisjonen, har arbeidet med analysen bestått av en fortolkningsprosess. Siden man alltid har en egen forforståelse, så har vi gjennom analysearbeidet vært bevisste på å prøve å holde oss så nøytrale som mulig.

Johannessen et al. (2010) påpeker at organisering og systematisering av datamaterialet er en forutsetning for å kunne analysere og tolke empirien. Det finnes flere metoder for å organisere datamaterialet. Ifølge Jacobsen (2015, s. 202) er idealet etter en endt intervjuprosess at intervjuet skrives ut i sin helhet. Dette gjør analyseprosessen for forskeren enklere, samtidig som at det åpner opp for kontroll av rådata. Transkribering betyr helt enkelt å gjøre om lyd- eller videoopptak om til tekst (Tjora, 2010).

I første fase av dataanalysen ble alle intervjuene transkribert. For å gjøre funnene fra intervjuene mer håndterlige, ble de transkriberte intervjuene kategorisert. Ved å bruke det Johannessen (2016) omtaler som kategoribasert inndeling, ble datamaterialet systematisk gjennomgått, brutt ned og kategorisert etter temaene i forskningsspørsmålene. En slik inndeling gav oss muligheten til å sammenligne informasjon fra de ulike informantene. Dette ble gjort i masteroppgaven ved å lese gjennom alle de transkriberte intervjuene, for så å samle de i ett dokument i henhold til stillingstittel. I og med at informantene med lik stillingstittel hadde så og si lik intervjuguide, ble også alle svarene til de ulike spørsmålene samlet. Videre ble kategoriene redusert til et sett færre og meningsfulle kategorier: tidligfase, prosjekteringsprosess og -ledelse, samt drivere og barrierer for sirkulær økonomi i byggebransjen.

### **3.6 Kvalitetssikring av oppgaven**

Det finnes to hovedkriterier for kvalitetsvurdering av forskningsresultater; reliabilitet og validitet (Johannessen et al., 2010).



### 3.6.1 Validitet (Troverdighet)

#### Intern validitet

Validitet defineres i kvalitative undersøkelser som *“Måler vi det vi tror?”*. Siden kvalitative metoder ikke kan kvantifiseres (måles), ser man i kvalitative undersøkelser på hvorvidt metoden undersøker det den har som hensikt å undersøke. Validitet i kvalitative studier dreier seg derfor om i hvilken grad forskerens fremgangsmåter og funn på en riktig måte reflekterer formålet med studien og representerer virkeligheten (Johannessen et al., 2010).

Johannessen et al., (2010) viser til to teknikker som kan øke troverdigheten ved forskningen, disse er vedvarende observasjon og metodetriangulering. Det er i denne oppgaven benyttet metodetriangulering, ved at vi har tatt utgangspunkt i flere caser. I tillegg har alle informantene fått mulighet til å se gjennom de transkriberte intervjuene. Ved å la informantene lese gjennom intervjuene, gir det dem mulighet til å rette opp eller utdype sitater. Selv om flere av informanten har takket nei til dette tilbudet, så har flere av informantene lest gjennom og benyttet seg av muligheten til å endre eller utvide sitater. Dette er med på å styrke troverdigheten av oppgaven.

Jacobsen (2015) sier at man bør ta en kritisk vurdering av kildens evne til å gi riktig informasjon om det vi studerer. Noen informanter, respondenter eller situasjoner gir bedre informasjon enn andre. Det var derfor fokus på å snakke med informanter som hadde nærhet til fenomenet. Kilden vilje til å gi riktig informasjon, bør også vurderes.

Konteksten kan også spille en rolle, med tanke på hvilken informasjon informanten gir. Informantene ble lovet anonymitet i forhold til prosjekt og stilling i forkant av intervjuene. Ved å anonymisere informantene, så oppfordrer man også i høyere grad til å la aktørene snakke fritt. To av intervjuene ble gjennomført som gruppeintervju. Det at det er andre i nærheten, kan bidra til at informanten ikke tør å si sin fulle mening. Samtidig kan det også gi styrket validitet, gjennom at intervjuobjektene kunne rette hverandre og diskutere. I dette tilfellet var det to informanter fra samme firma og prosjekt, som kan ha vært med å forme svarene. Jacobsen (2015) påpeker at informanter som er avhengige av hverandre kan ha felles motiver for å gi det samme usanne bildet av virkeligheten. Kilder bør derfor være uavhengige av hverandre. For å minske mulighetene for usannheter bør det brukes flere kilder. *“Informasjon fra flere uavhengige kilder gir en gyldig beskrivelse av fenomenet”* (Jacobsen, 2015). Siden funnene våre i de ulike casene er relativt like og støttes opp om tidligere litteratur, vil det styrke den interne validiteten.

## Ekstern validitet

Ved kvalitative forskning snakker man om overføring av kunnskap fremfor generalisering. Generalisering er assosieres hovedsakelig med kvantitative undersøkelser. Ønsket om generalisering er derimot ikke bare begrenset til kvantitative undersøkelser. I kvalitative undersøkelser ser man på hvorvidt kunnskapen kan være nyttige på andre områder enn det som er studert (Johannessen et al., 2010). Casestudier undersøker noen få enheter, som er valgt ut fra et spesielt formål. Utvalget i undersøkelsen kan dermed ikke anses for å være representativt, og man kan derfor ikke generalisere funnene (Jacobsen, 2015).

Resultatene i casestudier er som regel knyttet til en bestemt kontekst. Ved at undersøkelsen vår tar for seg fem ulike caser, øker sannsynligheten for at man kan generalisere konteksten til andre enheter (Jacobsen, 2015). Postholm (2010) forteller at kunnskapen som produseres i en kvalitativ studie er knyttet til et bestemt tidspunkt. Sirkulær økonomi i byggebransjen er et relativt nytt tema og det skjer mye utvikling på dette området, så kan det være sies at funnene har svekket ekstern validitet på grunn av dette. Dersom man ser på det i et lengre perspektiv, vil trolig mye av dagens barrierer være endret og man har tilgang på markedsplasser. Funnene er dermed tidsbegrenset. Derimot kan forskningen legge til rette for en naturalistisk generalisering. Det vil si at leseren kan kjenne igjen sin situasjon i funnene, og kan dermed være nyttige for leserens egne situasjon (Postholm, 2010).

### 3.6.1 Pålitelighet (Reliabilitet)

Det er viktig å være bevisst på at undersøkelsesopplegget, datainnsamlingen og analysen kan påvirke resultatene (Jacobsen, 2015). *“Reliabilitet knytter seg til undersøkelsens data: hvilke data som brukes, hvordan de samles inn, og hvordan de bearbeides”* (Johannessen et al., 2010, s.229). Det vil være vanskelig å kopiere en annen forsker sitt kvalitative forskningsopplegg, fordi forskeren bruker seg selv som instrument. Det vil alltid være forskjell på forskeres bakgrunn, erfaringer og måten man tolker på. I tillegg er kvalitativ forskning verdiladet og kontekstavhengige (Johannessen et al., 2010). Det er på grunn av dette viktig å beskrive de metodene som er blitt brukt, slik at andre forskere kan gjennomføre forskningsprosessen med mest mulig likt resultat. Ved hjelp av et omfattende metodekapittel som beskriver fremgangsmåten i forskningsprosessen øker det påliteligheten av studiet vårt.

Det kan i kvalitative undersøkelser som dybdeintervju være vanskelig å teste påliteligheten. Dette er fordi man ikke kan gjennomføre et intervju flere ganger med samme resultat på grunn av intervju-effekten (Jacobsen, 2015). Intervju-effekten handler om at intervjuobjektet sine svar kan bli påvirket av den som intervjuer. Dette kan igjen, påvirke resultatet siden intervjuobjektet sine svar kan reflektere hvordan intervjueren har opptrådt. Alle intervjuene i oppgaven ble gjennomført via Teams på grunn av den pågående Covid-19 situasjonen. Hvorvidt dette kan ha påvirket resultatet eller ikke er vanskelig å si, men det kan tenkes at denne konteksten for de fleste informantene opplevdes som naturlig da de fleste enten satt på hjemmekontor eller arbeidsstedet sitt (Jacobsen, 2015). Dette kan føre til at informasjonen blir mer pålitelig fordi informanten er i trygge omgivelser når intervjuet avholdes. På den andre siden kan det å avholde intervju over digitale kommunikasjonskanaler føles kunstig for noen informanter. Dette kan ha påvirket tillitsfølelsen hos informantene, som igjen kan ha vært med å påvirke hva de delte med oss. Dette ble prøvd å motvirke ved å starte intervjuet med å presentere oss og bli bedre kjent med informanten.

Det ble i forkant av alle intervjuene sendt ut en intervjuguide til intervjuobjektet. Dette kan ha påvirket svarene og kunnskapen til informanten fordi det var mulig å forberede seg før intervjuet skulle avholdes. Til tross for at intervjuene ble gjennomført med en intervjuguide, så ble det også stilt spontane spørsmål underveis i samtalen. I samtlige intervju hendte det at intervjuobjektene svarte på et spørsmål som kunne knyttes direkte opp mot et eller flere spørsmål som kom senere i intervjuguiden. I disse tilfellene gjorde vi informanten oppmerksom på at vi hoppet over et eller flere spørsmål fordi de allerede var besvart. Informanten fikk likevel muligheten til å utbrodere svaret ytterligere.

Kort tid etter hvert intervju ble det transkribert ordrett fra lydopptak. I de intervjuene der det ikke hadde blitt benyttet lydopptak ble det gjennomgått notater umiddelbart etter intervjuet, for å diskutere at begge hadde samme oppfatninger. Det at ikke alle intervjuene ble gjennomført med lydopptak er med å svekke påliteligheten, da notering kan påvirkes av forskerens interesse og evne til å notere (Jacobsen, 2015). Siden hukommelsen ikke er laget for å huske store mengder detaljert informasjon, så ble det også stilt noen oppfølgingsspørsmål per e-post til noen av informantene. Det kan diskuteres hvorvidt dette er med på å svekke påliteligheten eller ikke fordi skriftlig informasjon har en annen karakter enn muntlig informasjon. I denne sammenhengen mener vi at det har vært med på å styrke påliteligheten, i form av at man fikk oppklart i informasjon og ikke bare tolket selv.

Det er ifølge Tjora (2010) viktig at forskeren belyser hvilken informasjon som er hentet gjennom datainnsamling og hva som er forskerens egne analyser. I kapittel 4 presenteres funnene fra det analyserte datamaterialet. Funnene som er presentert er de funnene som vi mener egner seg best for å belyse masteroppgavens problemstilling. Det er også gjengitt direkte sitat for å styrke funnernes pålitelighet og synliggjøre informantenes stemme (Tjora, 2010).

### 3.7 Etikk

Ifølge Jacobsen (2015, s. 45) har: *"samfunnsvitenskapelige undersøkelser konsekvenser, både for de som blir undersøkt og for samfunnet"*. Det er derfor viktig at forskerne tenker nøye gjennom hvordan forskning potensielt kan påvirke de det skal forskes på, hvordan forskningen kan bli oppfattet og til slutt bli brukt.

Den nasjonale forskningsetiske komité har vedtatt forskningsetiske retningslinjer, med hovedfokus på tre hensyn:

- Informantens rett til selvbestemmelse og autonomi
- Forskerens plikt til å respektere informantens privatliv
- Forskerens ansvar for å unngå skade

I forbindelse med masteroppgaven meldte vi forskningen til Norsk Senter for forskningsdata (NSD). Dette er en digital plattform hvor man som forsker eller student må melde seg inn i når man skal behandle personopplysninger i forbindelse med et forskningsprosjekt (NSD, u.å). Plattformen skal sørge for at data om mennesker og samfunn kan hentes inn, bearbeides, lagres og deles på en trygg og lovlig måte. Informantene fikk et informasjonsskriv med mulighet til å samtykke til forskningen i forkant av intervjuene. De ble også opplyst om at det var mulig å trekke seg fra forskningen på hvilket som helst punkt.

For å sikre informantenes privatliv har informantene og casene blitt anonymisert. Dette bidrar til at man ikke kan spore opp de ulike utsagnene og meningene.

Det siste hensynet er hovedsakelig relevant innen medisinsk forskning. I dette studiet har man prøve å unngå skade i form av at man har prøv å unngå belastning i forhold til å skade omdømmet til informanten eller selskapet casene representerer.

## 4. Presentasjon av funn

I dette kapitlet presenteres funnene fra den kvalitative forskningsprosessen. Funnene er kategorisert, slik at hver enkel informant ikke presenteres separat. Kapitlet gir først en oversikt over informantene som har deltatt i studien og en liten oversikt over de forskjellige casene. Først presenteres strategien og motivasjonen for prosjektene. Videre blir kategoriene tidligfase, prosjekteringsprosessen, drivere og barrierer presentert. Avslutningsvis blir det presentert en oppsummering av oppgavens funn.

### 4.1 Oversikt over de utvalgte casene og informanter

De valgte casene og informantene har blitt anonymisert, men det blir allikevel i dette delkapitlet presentert en oversikt av de ulike prosjektene. Dette har blitt gjort for å gi leseren en bedre forståelse av prosjektene som vist i tabell 8 og 9.

Prosjekt	Byggherre sektor	FutureBuilt prosjekt	Virksomhets-område	Entrepriseform
1	Privat	Ja	Næring	Hovedentreprise/ Delt entreprise
2	Privat	Ja	Næring	Totalentreprise
3	Offentlig	Ja	Bolig og formålsbygg	Totalentreprise
4	Offentlig	Ja	Formålsbygg	Totalentreprise
5	Privat	Ja	Bolig	Totalentreprise

Tabell 8: Enkel fremstilling av de ulike casene sin prosjektinformasjon.

Prosjekt	1	2	3	4	5
Har fulgt FutureBuilt sine kriterier for sirkulære bygg	Ja	Ja	Nei	Nei	Delvis
Forbildeprosjekt i FutureBuilt (mål om 50% kutt i klimagassutslipp)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Prosjektering for demontering	Ja	Ja	Ja	Nei	Delvis
Prosjektering for tilpasningsdyktighet	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Prosjekterings for avfallsminimering?</b>					
LEAN	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Gjenbruk av materialer	Ja	Ja	Delvis	Nei	Delvis
Rehabilitering av eksisterende bygg	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei
Avfallsminimering på byggeplass	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Delingsøkonomi</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Tabell 9: Oversikt over prosjektenes erfaringer med sirkulære prinsipper.

## 4.2 Mål, visjon og strategi

Sirkulær økonomi er en ny tankegang for alle aktørene. Arkitekt 1 forteller at mye vil trolig endre seg i de nærmeste tiårene. Bransjen har mulighet til å endre den lineære tankegangen, og utdyper: ”Innredning blir gjerne kastet etter 5 år. Når det kommer en ny leietaker, så river de alt og bygger på nytt. Det kan ikke fortsette lengre. Vi må derfor begynne å endre loopen, ved å begynne med sirkulær økonomi og finne løsninger”. Prosjekteringsleder 1 mener at prosjekteringsleder, sammen med prosjektleder, må ta et større ansvar for å få med byggherre på å gjennomføre prosjektene etter sirkulære prinsipper. Representant 2 forteller at spesielt byggherrer må begynne å tenke på hvordan man kan unngå og kaste restmaterialer og rivningsmaterialer. Det er viktig at man tar ansvar og gjør en vurdering om materialet kan gjenbrukes først. Prosjektleder 5 er klar på at det ikke kun kan ligge på byggherre, men at det må løses som et samarbeid i hele bransjen. Det å endre tankegangen med hvordan man ser på byggets slutfase, blir også påpekt av arkitekt 5. Ved at de som prosjekterer er mer bevisste på hva som skjer med produktet etter at det ikke lengre er behov for det, så gjør det noe med hvordan man betrakter sluttproduktet.

Kriteriesettet til FutureBuilt er ment som et godt utgangspunkt for de som vil prøve seg på sirkulær økonomi. Representant 2 forteller at hvorvidt man kaller det sirkulært eller ikke, muligens ikke er så viktig. Det som er viktig for klimasituasjonen, er at vi klarer å gjøre nytte av de materialene som allerede er i loopen. Miljørådgiver 4 påpeker at fokus på robusthet og lang levetid på de tunge materialene er vel så viktig. Videre forteller informantene at man i første omgang bør se på sirkulære løsninger og ombrukbarhet på de materialene som man vet har kortere levetid. Representant 2 tror det er en holdningsendring på vei, og utdyper: ”Flere yngre har mer aksept for å kjøpe brukt, arve og dele. Jeg er veldig optimistisk på at det kommer en generasjon som har dette tankegodset mer inne, men vi må få med alle og det er gjerne godt voksne gamle menn som sitter på toppen”.

### 4.2.1 Motivasjon for prosjektene

I prosjekt 1 var det besluttet å beholde bygningen fra start, forteller prosjekteringsleder 1. Målet med prosjektet var å gjennomføre et pilotprosjekt med ombruk i større skala. Det ble gjennomført mulighetsstudie på hva som kunne ombrukes på stedet og hva man ønsket å anskaffe, og dette ble grunnlaget for ombruksprosjektet. I tillegg har prosjektet forholdt seg til FutureBuilt sine kriterier for sirkulære bygg.

Utgangspunktet for prosjekt 2 var et bygg som er vernet. Miljørådgiver 2 sier at de har høye miljøambisjoner i selskapet generelt, men påpeker at sirkulær økonomi er blitt et av hovedelementene i bærekraftsarbeidet deres. Selv om det som var innvendig i bygget ikke var vernet, ble det bestemt at man ønsket å bevare det som var innvendig også. Miljørådgiver 2a forteller videre at FutureBuilt sitt kriteriesett var veldig i vinden, så de bestemte seg for å bruke det som hovedmiljøambisjon for bygget.

I prosjekt 3 var det satt høye miljøambisjoner, men sirkulær økonomi var ikke satt som et krav. Byggherre 3 forteller at de ikke har hatt sirkulær økonomi som en del av klimastrategien deres. Videre forteller byggherre 3 at som følge av at sirkulær økonomi er nytt og et diffust marked, så har de vært forsiktige med å sette spesifikke tiltak og krav. Prosjekt 3 var ikke definert som et sirkulært prosjekt, men de har hatt et krav om demonterbarhet fra FutureBuilt forteller miljørådgiver 3. Prosjekteringsleder 3 forteller at det var litt for å blidgjøre byggherren at det ble signert på at prosjektet skulle bygges for fremtidig demontering, og fortsetter: *“Vi måtte svare ut det punktet, så det var egentlig kjente løsninger som ble brukt, og som ikke medfører så mye jobb eller kostnader for oss. Det var ikke noe veldig bevisst. Vi var også usikker på hvor hardt byggherren ville kjøre oss på det punktet i det hele tatt”*.

I prosjekt 4 startet de prosjektet med en tanke om å gjennomføre en rehabilitering av bygget. Prosjektleder 4 forteller at de generelt pleier å se på muligheten for rehabilitering av bygninger, og prøver så langt det lar seg gjøre å unngå og rive. Det ble likevel bestemt at man skulle rive i dette tilfellet, som følge av at det ble vanskelig å dekke alle kravene i den gamle bygningsmassen. Det å rive et gammelt og ærverdig bygg førte til misnøye blant flere av kommunens innbyggere. Miljørådgiver 4 forteller at det derfor ble sett på mulighetene for sirkulær økonomi. Sirkulær økonomi var ikke et hovedmål, men noe som kom inn i prosjektet etter hvert. Etter at det ble besluttet å rive, ble det bestemt at man skulle lage en gjenbruksplan for prosjektet for å redusere CO<sub>2</sub>-utslippet. Prosjektleder 4 forteller at siden teglsteinen utgjorde 95% av massene i det gamle bygget, var det naturlig å ta tak i den delen. Siden teglsteinen ville gjøre mest utslag på CO<sub>2</sub>, ble det derfor sett på gjenbruk og sirkulær økonomi. Prosjektleder 4 forteller: *“Vi har fått mye blest rundt prosjektet, men det vi har fått til er ikke så veldig mye. Vi hadde store ambisjoner, men vi har ikke fått til alt det vi hadde ønsket oss”*.

Prosjektleder 5 forteller at selskapet har som ambisjon å være med på å gjøre større miljøtiltak i bransjen. Som en del av å redusere klimagassutslippene, er derfor sirkulær økonomi viktig. *“Det å bygge med gjenbrukt materiale slår veldig positivt ut i et klimagassregnskap”*, forteller prosjektleder



5. Siden dette er et stort prosjekt, har man hatt rom for å teste ut nye ting. Helt fra starten av prosjektet har FutureBuilt vært involvert, og det ble sammen med de satt opp en liste over kriterier som skulle testes i prosjektet. Det ble derfor bestemt at man skulle teste flere av de sirkulære kriteriene på et mindre bygg i boligprosjektet. Arkitekt 5 og prosjektleder 5 refererer til det mindre bygget som et pilotprosjekt som til slutt vil bygges som et permanent bygg som skal følge FutureBuilt sine kriterier for sirkulære bygg. Tanken bak pilotprosjektet har vært å lære av prosessen og ta med erfaringer til det permanente bygget. I boligprosjektet er det derimot ikke satt krav til sirkulær økonomi, men det har vært en tanke om at man kan videreføre de sirkulære prinsippene i deler av boligprosjektet, dersom prosessen med det mindre bygget viser at det ikke medfører for store konsekvenser.

### 4.3 Tidligfasens betydning

Det er en enighet blant alle informantene om at sirkulær økonomi må være tydelig definert i prosjektets tidlige fase og at det er helt essensielt å få det kontraktfestet. Sirkulær økonomi er for mange et nytt begrep, noe som også gjør det utfordrende å vite hva som skal inn i kontrakt og ikke.

Prosjekteringsleder 2 forteller at det som har med sirkulær økonomi og ombruk å gjøre, hva som skal rives og ikke, det må tas i forprosjektet: *“(…) man kan ikke bruke tid på det senere i prosjektet”*. Miljørådgiver 3 forteller at FutureBuilt kom inn i prosjektet etter tidligfasen. Videre blir det påpekt at på det tidspunktet var ting priset og signert kontakt på, som gjorde at dersom man ønsket endringer så ville det medføre ekstra kostnader. Dette påpeker også prosjektleder 4 som forteller at byggherre må implementere den sirkulære tankegangen på et tidlig stadium i prosjektet. Dette fordi det vil påvirke prosjektet både med tanke økonomi og tidsbruk. Informanten beskriver arbeidet med sirkulære prinsipper som “nytt” og forteller videre: *“Man beveger seg på ukjent grunn og da kan man ikke ligge på vanlige, ordinære fremdriftsplaner, man må ha litt tid til å undersøke og forske på det”*. Det legges også til: *“Jeg tror ikke en vanlig totalentreprise er egnet for sånne ting, man bør ha samspill. Entreprenøren bør være med på å gjøre vurderingene av materialene som skal brukes, det hjelper ikke at vi har noen tanker og meninger, hvis de sier at det ikke går”*.

Det er også en enighet blant informantene at det er viktig å foreta en ombruksanalyse når det er bestemt at et bygg må eller skal rives. Representant 2 trekker frem at et godt samarbeid med fagfolk vil være nødvendig i en ombrukskartlegging for å kunne ta en vurdering på hva som kan få et videre liv og ikke. Arkitekt 1 forteller at de hadde et eget ombruksteam bestående av byggherre, ombruksrådgivere, arkitekter og leietaker som søkte etter brukte materialer. Spørsmål som: *“Finnes*

*dette materialet? Får vi til å bruke dette materialet?”,* samt fordeler og ulemper ble vurdert fortløpende. Ifølge erfaringsrapport 1b ble materialet vurdert mot en rekke kriterier, fra kostnad og levetid, til metode og tekniske ytelser. Materialet måtte fraktes og lagres, og dersom de kom fra et annet bygg måtte de re-sertifiseres. Deretter måtte materialet tilpasses ny bruk og settes inn i en kontekst hvor de kan få et nytt liv. Rapporten viser også til at gjennom denne prosessen er et tverrfaglig samarbeid veldig viktig. I prosjekt 2 ble dette løst på en lignende måte. Miljørådgiver 2a forteller at det i tillegg til ombrukskartlegging ble gjennomført en konsekvensanalyse dersom det var noen avvik knyttet til de elementene som det ble sagt at skulle ombrukes, men ikke ble det.

Byggherre 3 sier at den manglende kunnskapen på sirkulær økonomi gjør det vanskelig å stille riktig krav i tidligfase av prosjektet. De kommer derfor til å se nærmere på det i sitt neste sirkulære byggeprosjekt. Byggherre 3 forteller at de ikke var tydelig nok i forhold til hvordan miljøambisjonen skulle være da de lyste ut konkurransen. Dette gjorde at det ble opp til tilbyderne å beskrive hva de kunne få til innen sirkulære prinsipper. Sett i ettertid forteller informanten at de ikke har vært konkret nok på hva som egentlig skal leveres. Byggherre 3 forteller: *“Der jobber vi med å bli tydeligere. Det handler litt om at det var veldig tidlig, at man nå vet mer om hva som er fornuftig å kreve og prøve på med tanke på sirkulær økonomi”*. Da prosjektleder 5 ble spurt om det har vært vanskelig å stille krav, er svaret at de hadde kravene fra FutureBuilt fra oppstart av prosjektet. Derimot var det ikke bestemt hvordan man skulle løse kravene i prosjektet. Informanten forteller videre at det var vanskelig å komme til enighet hvordan man skulle løse dette, innenfor gitte kostnadsrammer.

På spørsmålet: *“Ville du endret noe i fremgangsmåten til prosjekteringen hvis dere skulle gjort det på nytt?”* svarer prosjekteringsleder 2: *“Det er lett å være etterpåkløkk (...)”* og presiserer: *“Jeg skulle nok ha vært litt hardere med byggherre i tidligfasen på at vi må få mer tid til å gjøre jobben riktig. Jeg tror mange av disse tingene ligger i valgene som byggherren tar, og i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt hvor man skal ha dette inkludert i totalentreprisen, så må det foreligge et dokument som sendes ut med alle forespørsler med hva man skal ombruke. F.eks. at fliser skal være restfliser fra disse aktørene, og at man må påregne tidsbruk på det slik at man får sammenlignbare priser (...)”*. Informanten forteller videre at dette kunne vært løst med et notat og matriser med tanke på ansvarsgaranti fordi det vil tvinge byggherren til å være tydelig.

## 4.4 Prosjekteringsprosessen

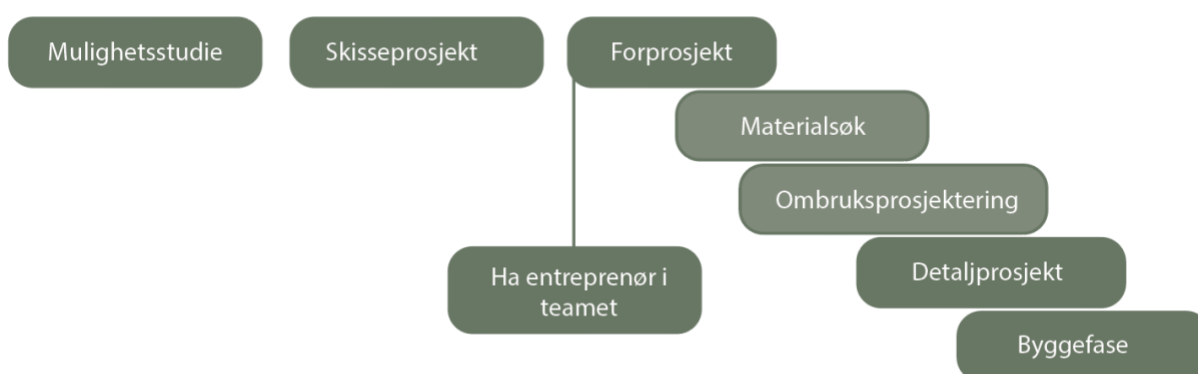
Til tross for at FutureBuilt har utarbeidet et kriteriesett for sirkulære bygg uttalte miljørådgiver 2a at det fortsatt er usikkert hva kriteriesettet vil bety for prosjekteringsprosessen og dens fremdrift. Et av fellestrekkene for alle prosjektene er at de har prøvd å følge en tradisjonell prosjekteringsprosess. Prosjekt 2 planla å følge en normal fremdrift og prosjektering, og implementerte sirkulære prinsipper underveis, men det viste seg tidlig å være utfordrende. Dette bekrefter også prosjekteringsleder 1 som sier at de ikke visste på forhånd hvordan prosjekteringen best kunne legges opp for et sirkulært byggeprosjekt. Prosjekteringen ble derfor stort sett gjennomført på tradisjonelt vis, men man måtte være åpne for å endre til brukte bygningsdeler når dette kom inn: *“Det ble mye prøving og feiling”*. Prosjekteringsleder 1 legger til at det har vært avgjørende at de prosjekterende har sett muligheter og ikke begrensninger. Likevel ser de i ettertid at noe av det arbeidet som ble lagt ned i prosjekteringen kan ha vært unødvendig. Flere ganger ble det nødvendig med omprosjektering etter at de brukte elementene kom inn. Prosjekteringsleder 1 forteller: *“Hvis man klarer å få inn de brukt elementene tidligere i prosjektet, vil det gjøre prosjekteringen enklere, det er imidlertid ikke så enkelt ennå”*.

Flere av de andre informantene bekreftet at noe av det som har skilt seg mest fra et vanlig byggeprosjekt er selve prosessen. Representant 2 beskriver prosessen: *“Fasene går litt mer over i hverandre i sirkulære prosjekt. Så det føles litt som et stigespill av og til, og at du kan rykke litt tilbake. Du har fulgt et spor et stykke, og så ser du at det ikke fungerer og må tilbake å finne noe helt annet”*. Når man skal arbeide med ombruksmaterialer må man ta høyde for at man må tegne om underveis etter tilgjengeligheten på materialer. Arkitekt 1 forteller: *“Vi måtte tegne om flere ganger. Alle fag har omprosjektert mange ganger”*. Dette førte til merarbeid, vanskelig fremdriftsplanlegging og en mindre forutsigbar produksjon. Videre påpekes det av arkitekt 1 at prosjekteringsprosessen har skilt seg ut som illustrert i figur 13, og utdyper: *“Vi hadde ikke forprosjekt, detaljprosjekt og byggefase, alt var samtidig og parallelt med leietakermøter, fordi de også måtte godkjenne løsninger og være med å akseptere”*.



Figur 13: Illustrasjon av hvordan prosjekteringen har foregått i prosjekt 1. Egenprodusert figur basert på erfaringsrapport 1b.

Erfaringsrapport 1b viser til at prosjekteringen i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt er tidkrevende, hvor prosessen påvirkes av hvilke materialer som er tilgjengelig. Det vil derfor være et større behov for vurdering, omprosjektering og beslutningsrunder. Arkitekt 1 påpeker at det som skiller seg i et sirkulært prosjekt er at man trenger en ny fase, for å søke etter brukte materialer og tegne etter disse. Ifølge erfaringsrapport 1b inkluderer den nye fasen i prosjekteringen materialsøk og ombruksprosjektering, samt tidlig involvering av entreprenør. Denne fasen blir foreslått å ligge mellom forprosjektet og detaljprosjekteringen som vist i figur 14.



Figur 14: Illustrasjon av en optimal prosjekteringsprosess. Egenprodusert figur basert på erfaringsrapport 1b.

Flere av informantene forteller at det å jobbe tverrfaglig har vært enda viktigere i byggeprosessen med sirkulære bygg. Det at ulike faggrupper jobber sammen og at alle kommer inn tidlig, blir påpekt av representant 1. Representant 2 understreker også dette, og forteller at man må jobbe i større

team i sirkulær økonomiske byggeprosjekter. Arkitekt 1 og arkitekt 5 opplever at rollene har endret seg i prosjekteringen og at man har måtte gjøre noen ekstra oppgaver. Begge beskriver prosessen som en slags dugnad. Arkitekt 5 påpeker at det har vært en tettere dialog med håndverkerne og underleverandørene, for å finne ut hvordan man kan løse ting. Viktigheten av miljørådgivers rolle blir påpekt av flere av informantene. Miljørådgiver 2b forteller at de vanligvis ikke har arbeidet så tett på prosjekteringsgruppen i andre prosjekter. Videre påpekes det av informanten at i sirkulær økonomiske byggeprosjekt, vil det å arbeide tettere med arkitekt for å finne gode løsninger med ombruksmaterialer være viktig. Det oppleves også av miljørådgiver 2b at oppgavene har blitt endret og at man har fått litt nye oppgaver.

#### 4.4.1 Prosjekteringsledelse

Prosjekteringsleder 1 forteller at det har vært spennende, lærerikt og utfordrende å lede et prosjekt med høye ambisjoner om ombruk. Informanten forteller videre: *“Det har vært mange oppturer sammen med flinke folk som har drevet frem prosjektet og gått opp nye veier for bransjen. Det har også vært noen nedturen, blant annet i form av krevende prosesser for å tilfredsstille krav til dokumentasjon. Det har medført at vi har funnet brukte produkter som har tilfredsstilt teknisk krav, men ikke kravene til omsetning og derfor ikke kunne benyttes”*.

På spørsmålet om rollen som prosjekteringsleder har endret seg i forhold til et konvensjonelt byggeprosjekt, så svarer prosjekteringsleder 1 at rollen som prosjekteringsleder har endret seg i prosjektet. Informanten trekker frem at organiseringen av prosjektet har skilt seg ut som utfordrende. Dette fordi det var knyttet usikkerhet til hvilke prosesser og roller det ville være behov for i prosjektorganisasjonen. Samtidig var det utfordrende å vite hvilke regler som gjaldt for ombruk, hvordan disse skulle tolkes og hvordan det skulle dokumenteres. Endringene i rollen som prosjekteringsleder utdypes av informanten: *“Man må være åpen for å legge inn ekstra tid og ressurser til å gjennomføre sirkulære prinsipper i prosjekteringen”*. Videre forteller prosjekteringsleder 1 at det har vært hyppig rapportering på økonomi og fremdrift, for å kunne ha kontroll på hvor langt man kunne gå med ombruk, samt koordinering med leietaker og arkitekt for å få det ombrukte til å passe inn.

Den største endringen for prosjekteringsleder 2 er at han har vært fullstendig involvert fra oppstart av forprosjektet sammen med byggherre i en samspillsavtale. Prosjekteringsleder 2 anser det å ha god bakgrunn i valg og tidligfasen som en fordel. Motivasjon blir også påpekt å være en viktig faktor for å

lykkes med sirkulær økonomiske byggeprosjekter, og prosjekteringsleder 2 fortsetter: *“Vi må fortsette å se framover, og hvis jeg skal være en bra prosjekteringsleder så må jeg håndtere det her (sirkulær økonomi) og være motivert”*. Prosjekteringsleder 2 forteller at faglig så har ikke prosjekteringsledelse vært annerledes på grunn av sirkulær økonomi.

På spørsmål om hva de andre aktørene så for seg at kunne være utfordrende for prosjekteringsleder i sirkulær økonomiske byggeprosjekter, var det flere som svarte omfanget. Arkitekt 1 opplever at det må ha vært mer utfordrende for prosjekteringsleder å ha oversikt over alt, sammenlignet med et konvensjonelt byggeprosjekt. Dette begrunnes med størrelsen på teamet og at mye var nytt. Prosjektleder 5 forteller at det er en del nye momenter i sirkulær økonomiske byggeprosjekter, som fører med seg en del usikkerhet. Spesielt usikkerhet knyttet til brukte materialer, kan medføre en del risiko samt være vanskelig å håndtere. Prosjektleder 5 fortsetter: *“Da tenker jeg det er viktig å ha et godt team rundt seg. Samt at man kan utforske ulike løsninger og hente litt erfaringer fra lignende prosjekter. Nå er det ikke så mange prosjekter som har gjort dette med sirkulære kriterier, så der er det nok ikke så veldig mange erfaringer å hente foreløpig, men det kommer flere og flere prosjekter man kan lære av”*.

#### 4.4.2 Informasjonsflyt og samarbeid

Selv om prosjekt 1 har fulgt en tradisjonell prosjekteringsprosess, har det vært en del ekstra koordinering mellom fag på grunn av ombruk. Arkitekt 1 forteller at koordineringen har fungert bra for alle fag, men trekker frem: *“Dersom man skulle gjort det igjen, hadde man kanskje løst ting litt annerledes. Prosessen kan optimaliseres og alle aktørene kan gjøre ting litt annerledes”*. Både arkitekt 1 og arkitekt 2 påpeker at jevnlig møter mellom byggherre, arkitekt, entreprenør og rådgivere har vært ekstra viktig i prosjektet. Arkitekt 2 uttaler: *“Det er viktigere enn noen gang når man gjør nye ting og man ikke kan forvente at ting blir gjort som det alltid har blitt gjort”*.

Arkitekt 1 forteller at det at hele prosjekteringsgruppen har hatt et sterkt ønske om å få det til, er en viktig faktor for å lykkes med implementeringen av sirkulære prinsipper. Byggherre 1 forteller at arkitektene har vært mer mottakelig enn entreprenørene med tanke på å bygge etter sirkulære prinsipper. Prosjektleder 4 opplevde at entreprenørene var litt mer nølende og negative til de sirkulære løsningene, og knytter det opp til at det bryter opp den vanlige leveransekjeden. Entreprenørene er opptatt av å ha en god flyt i produksjonen, slik at de kan være effektive og tjene

penges. "Samarbeid er utrolig viktig når prosjektet blir komplisert og avansert", forteller arkitekt 1. Arkitekt 2 påpeker også viktigheten av samarbeid, men også hvor viktig det er at man ikke skifter ut folk underveis i prosjektet: *"Dersom man har etablert et team som fungerer godt, og så blir den ene aktøren byttet ut med noen som kanskje ikke vet hvordan ting er rigget, så kan det føre til at ting stopper opp".*

Kommunikasjon mellom de ulike aktørene angående håndteringen og lagringen av ombrukt materiale blir nevnt av både prosjekteringsleder 3 og miljørådgiver 2a. I begge prosjektene har deler av de brukte materialene ikke blitt brukt likevel. Siden ikke alle i prosjektet har hatt oversikt over ombrukskartleggingen, påpeker miljørådgiver 2b at det er behov for et bedre system for hva som skal ombrukes og hva som skal ut av bygget. Miljørådgiver 2a forteller at med mange involvert i prosjektet, så har ikke alltid den som skal rive vært med i det foregående arbeidet. Det påpekes derfor at informasjonsflyt er viktig. Prosjekteringsleder 3 forteller at informasjonsflyten kunne vært bedre: *"Vi kunne spredt informasjonen bedre, og da hadde vi nok også kunne tatt bedre vare på hulldekkene. Det er bare at ting har gått litt fort i svingene for enkelte, som har resultert i at ting har blitt ødelagt".* Miljørådgiver 3 bekrefter også at det var dårlig informasjonsflyt innad i prosjektet som førte til de ødelagte hulldekkene. Det at viktig informasjon forsvinner mellom de ulike fagene virker som å være et felles problem i flere av prosjektene. Arkitekt 1 forteller også at informasjonsflyt har vært et tema som har vært vanskelig i prosjektet. Videre forteller arkitekt 1: *"Informasjonsflyten kunne selvsagt ha vært bedre, men på hvilken måte man kunne ha forbedret den på, er jeg usikker på".*

#### 4.4.3 Prosjektering for demontering

Prosjektering for demontering gir føringer for de prosjekterende med tanke på bygningers utforming, valg av materialer og komponenter dersom det skal bli enklere å demontere og dermed gjenbruke deler eller hele bygget i fremtiden.

Representant 2 påpeker at enkelte bygningstyper og konstruksjonssystemer er enklere å ombruke enn andre, men at man i norsk byggebransje ikke har hatt en tradisjon om å bygge med tanke på fremtidig demontering. Arkitekt 5 opplever derfor at FutureBuilt sitt kriterium om 20% ombrukt materiale for sirkulære bygg er vanskelig å oppnå, fordi det er lite tilgang på den type materiale i dagens marked. Derimot påpeker arkitekt 5 at det er enklere å få til kriteriet om 20% ombrukbare materialer ved å prosjektere for fremtidig demontering. Ifølge flere informanter krever dette at man må gå bort ifra

tankegangen hvor man bygger et ferdig produkt, fordi man ser at levetiden til mange bygg er så kort. Isteden må bransjen begynne å tenke at bygg må kunne tilpasse seg endringer gjennom dets levetid, og til slutt kunne demonteres istedenfor sanering. For å lykkes med fremtidig demontering og gjenbruk påpeker representant 2 at bygg også må rives på en annen måte enn den tradisjonelle rivepraksisen. Ifølge informanten betyr dette at materiale som fraktes ut av bygg, må fraktes ut på en mer forsiktig og systematisk måte. Informanten understreker at dette også medfører en del merarbeid i riveleddet.

Det er en enighet blant samtlige informanter at prosjektering for demontering ikke er en utfordring, men at man må være bevisst på hvilke typer materiale og festemetoder som brukes i bygget. På spørsmålet om hvordan det har vært å prosjektere for fremtidig demontering svarer miljørådgiver 3: *“Ikke så veldig annerledes, annet enn at vi har valgt mange prefabrikkerte løsninger”*. Informanten trekker frem at det har sine fordeler og ulemper, hvor en av fordelene er at det er kjappere å bygge fordi man ikke har all produksjon av byggelementene og lignende på tomte. Når prosjekteringsleder 3 får spørsmål om implementering av prosjektering for demontering gir noen fordeler for prosjektet gis følgende svar: *“Fordeler for hvem? Det er litt i forhold til hvilket perspektiv man snakker”*. Informanten trekker frem at det som totalentreprenør ikke så spiller så stor rolle, men at byggherre ønsket at de skulle bruke skrudde forbindelser: *“Dette sa vi ok på. Det er på denne måten vi ønsker å montere på uansett”*. Informanten legger også til at de ikke har noe eiendomsrett på materialene: *“Så det er ikke slik at vi kan plukke det ned senere og bruke det på et annet prosjekt”*.

På spørsmål om prosjektering for demontering er like aktuelt i boligbygg som næringsbygg svarer prosjektleder 5: *“Jeg har lyst å si ja, men det er egentlig ikke det. Bolig har et helt annet tidsintervall enn næring, kulturbygg eller andre typer bygg. Graden av riving og rehabilitering er helt annet på slike bygg”*. Videre utdyper informanten at det er ønskelig at boligene som bygges i dag bygges med mulighet for demontering. Spesielt ved materialer som har behov for rehabilitering, slik at det enkelt kan byttes ut med noe annet. Informanten avslutter med: *“Det er noe med å ha litt fleksibilitet. Det er veldig mye av det vi bygger, som vi ikke får endret på”*.

#### 4.4.4. Verktøy og metoder

På spørsmålet om det er blitt brukt noen spesielle verktøy eller metoder i prosjekteringen kom det frem at BIM har blitt brukt aktivt i alle prosjektene. Det å etablere et felles rammeverk mellom de ulike fagene og at disse jobber i felles BIM-modeller, er ifølge representant 2 avgjørende for å sikre en sømløs prosess.



Prosjekt 1 og prosjekt 2 har fulgt FutureBuilt sitt kriteriesett for sirkulære bygg. Prosjekteringsleder 2 forteller at systematikken de har brukt for prosjekteringen er miljøoppfølgingsplan som ivaretar FutureBuilt sitt kriteriesett for sirkulære bygg. Ifølge prosjekteringsleder 2 ble det i miljøoppfølgingsplanen sortert etter fag og hvem som har ansvar for å løse de ulike oppgavene, samt at miljøoppfølgingsmøtene ble delt opp i tekniske fag og byggfag for at sekvensene ikke skulle bli så lange. I prosjekt 3 forteller miljørådgiver 3 at det i tillegg til BIM også er blitt brukt inkluderende planlegging underveis i prosjekteringen. Informanten forklarer at dette er en arbeidsmetodikk hvor man ser på rekkefølger og hvem som er avhengig av hverandre for å prosjektere videre.

Arkitekt 1 forteller at prosessen har vært utfordrende med tanke på at dette er et nytt system og metode å jobbe etter. Informanten forteller at: *“Prosjekteringen har ikke vært LEAN fordi fremdriften av prosessen ikke har vært strømlinjet, men har gått frem og tilbake”*. Prosjekteringsleder 3 trekker også fram at de har møtt på noen utfordringer underveis i prosessen og at prosjekteringen ikke har blitt gjort på en helt optimal måte: *“Sett i ettertid kunne jeg tenkt meg å ha målt prestasjonene. Litt sånn VDC tankegang med målinger. Det tror jeg at jeg kommer til å gjøre neste gang. Da tror jeg ting hadde gått litt lettere”*.

## 4.5 Drivere og barrierer

Dette delkapittelet redegjør for hvilke barrierer og drivere informantene vi har snakket med opplever ved å implementere sirkulær økonomi. Informantene hadde mange like tanker om barrierer og driverne, så disse er presentert etter noen hovedkategorier.

### 4.5.1. Drivere

#### Konkurransefortrinn

Samtlige informanter trekker frem at implementeringen av sirkulær økonomi i byggebransjen kan være et konkurransefortrinn, samt bidra til å skape nye forretningsmodeller. For eksempel tror miljørådgiver 2a at sirkulær økonomi vil være et konkurransefortrinn og forretningsmodell som kan gagne bedriften i fremtiden. Ifølge informanten kan dette sees både i form av leietakere som blir mer opptatt av sirkulær økonomi, og i finansbransjen som også begynner å bevege seg i de baner. Informanten legger

også til at det dukker opp en del ny innovasjon rundt det med sirkularitet og at det på sikt vil bli etablert nye markeder som dekker behovene i bransjen. Miljørådgiver 2b forteller også at det å legge ned litt ekstra arbeid, tid og økonomi i de første sirkulær økonomiske byggeprosjektene til bedriften vil kunne bidra til at man får etablert gode systemer. Informanten uttaler at de tror dette er lønnsomt til syvende og sist, selv om det har gått med store ressurser til dette prosjektet.

På spørsmålet om sirkulær økonomi kan være et konkurransefortrinn i bransjen svarer prosjekteringsleder 2: "Ja". Informanten utdyper at det å ha vært med på et sirkulært økonomisk byggeprosjekt kan være verdifullt å ha på CV-en, samt et konkurransefortrinn i fremtiden. Informanten mener likevel at det i første omgang vil være en større fordel for byggherren å ha gjennomført et sirkulært økonomisk byggeprosjekt med tanke på at bygget vil være mer attraktivt for leietakere. Prosjekteringsleder 1 påpeker noe lignende, og trekker frem at deres leietaker profilerer seg på at dette er et ombruksprosjekt med et håp om at dette blant annet vil kunne bidra til at de får flere kunder. Prosjektleder 5 svarer også på samme spørsmål og sier at de håper at sirkulær økonomi vil være et konkurransefortrinn i fremtiden, men at boligkjøpere ikke er helt der enda. Informanten utdyper: *"Vi tror det er noe som kommer. Folk blir mer og mer bevisste på fotavtrykket sitt, så det å kunne kjøpe en bolig som har høye miljøambisjoner blir nok satt pris på etter hvert"*. Informanten legger til at det i første omgang kan bidra til å skape et bedre omdømme i bransjen.

## Insentiver

Det er en enighet blant samtlige informanter at byggebransjen trolig kan drives frem av insentiver til å gjennomføre sirkulære byggeprosjekter. Prosjektleder 5 mener at et av de viktigste driverne for at det skal bli bygget flere prosjekter med sirkulære kriterier er først og fremst myndighetskrav. Informanten påpeker at det ikke er alle byggherrer som ønsker eller påtar seg slike prosjekter, dersom man ikke får krav om det: *"Det enkleste kriteriet er nok da å stille krav om et klimagassregnskap, som har et visst nivå som man ikke kan overskride"*. Videre forteller informanten at et slikt krav kan bidra til at det blir aktuelt å bruke brukte materialer. Prosjektleder 5 trekker også frem at det ikke har vært et krav for deres prosjekt, men et ønske om å være med på å påvirke og teste ut andre måter å bygge på, samt å få vist seg frem som en relevant aktør for både kjøpere og andre som jobber med slike prosjekter: *"Sånn sett kan man se på det som en driver, det å være tidlig ute"*.

Prosjekteringsleder 1 er klar på at bransjen kan drives frem ved insentiver. Det at det er lempet på noen regler er ikke nok, myndighetene må gå enda lenger. Prosjekteringsleder 3 mener også at det må

være noen fordeler med ombruk eller gjenbruk, kanskje økonomiske incentiver for å gjøre det, eller at det kommer inn under noe regelverk. Informanten nevner også at det må være en etterspørsel etter det brukte hos de som skal ta i bruk byggene, og legger til: *“Jeg tenker at det på denne måten kan tilføre byggherren en eller annen verdi i form av leieinntekter”*. For at man skal lykkes med sirkulære prinsipper må bestilleren tåle at ting får et litt annet uttrykk og muligens endre forventningene sine.

I Nederland har de introdusert noen regler og rutiner, hvor alle bygg må ha en viss prosent demonterbarhet, forteller arkitekt 1. Det trekkes også fram at hvis et lignende regelverk hadde blitt introdusert i Norge vil det bidra til at flere bygg blir demonterbare, og muliggjør fremtidig ombruk. *“Dersom det blir et krav eller noe man må tenke på i alle prosjekter, så blir flere med, men dersom det ikke er det, blir det ikke flere”*, fortsetter informanten. Arkitekt 1 tror at interessen er der i privat sektor mellom f.eks. byggherre, utvikler, arkitekter, og at bransjen er klar for et skifte fra lineær til sirkulær økonomi, men at myndighetene ikke er klare. Byggherre 3 påpeker at et incentiv for å få flere til å tenke sirkulært kunne vært å innføre en panteordning, eller at det ikke er lov å kaste ting. Dersom man måtte betale dobbelt så mye for en ny ting, så hadde det lønt seg å ta den gamle. Så hadde kanskje flere gjort det.

## FutureBuilt som pådriver

Representant 2 forteller at FutureBuilt har holdt på med sirkulære bygg lenge, men at det er først for noen år siden at de lagde en slags systematikk rundt det. Informanten påpeker at det finnes mange strategier og tilnærminger for sirkulære bygg, men at kriteriesettet utarbeidet av FutureBuilt er det eneste i Norge. Videre forteller informanten at byggherrer som ønsker å bygge et FutureBuilt forbildeprosjekt pålegger seg en del ekstra arbeid, men at de bistår både med faglig kompetanse, samt at forbildeprosjektene får noen ekstra fordeler. Disse fordelene består blant annet av raskere byggesaksbehandling i kommunen, reduserte gebyrer, samt at de får formidlet prosjektene sine via organisasjonen. Informanten legger til at FutureBuilt ikke bygger selv, men fungerer som en slags katalysator.

Det er ulike meninger om hvordan det har vært å samarbeide med FutureBuilt. For eksempel så forteller Arkitekt 1 at: *“Det å jobbe med FutureBuilt har gjort at vi har fått mange samarbeidspartnere, på ulike nivåer og fag. Vi har blitt et stort team, noe jeg synes er spennende”*. Prosjekteringsleder 2 er fornøyd med samarbeidet, men at FutureBuilt kom litt sent inn i prosjektet. Prosjekteringsleder 3 uttaler at: *“Jeg er ikke den som har hatt mest med FutureBuilt å gjøre, men vi synes ikke at de tilfører*

*prosjektet så mye*". Miljørådgiver 3 mener at FutureBuilt ikke nødvendigvis bidrar til at det blir et bedre miljøbygg, men at det i stedet medfører en del merarbeid knyttet til rapportering.

Prosjekteringsleder 1 forteller at med å være et forbildeprosjekt i FutureBuilt forplikter blant annet å oppfylle noen gitte krav til kvalitet og miljø. For prosjekt 1 var dette å oppfylle kriteriene for sirkulære bygg. FutureBuilt sine kriterier ble revidert underveis i prosjektet sammen med deres rådgivere etter erfaringer fra prosjektet. Det lå også i avtalen at det skulle avholdes workshops for å jobbe med konkrete problemstillinger innen ombruk. Det ble da blant annet avholdt flere møter med en rekke aktører i bransjen for å vurdere regelverket for omsetning og bruk av brukte bygningsdeler. Prosjektleder 1 forteller at ved å sette i gang arbeidet med prosjekt 1, så kan det ha vært en pådriver for at myndighetene i det siste har foretatt endringer i regelverket, som gjør ombruk noe enklere. Prosjekteringsleder 1 legger også til at FutureBuilt har gitt økonomisk støtte til prosjektet, noe som også kan være et insentiv for å få flere til å bygge etter deres kriterier for sirkulære bygg.

Prosjektleder 5 omtaler kriteriesettet som et veldig fint verktøy som er ganske greit å forholde seg til, men påpeker: *"Hadde man spurt arkitektene, så tror jeg de hadde stilt seg litt annerledes i forhold til hvor enkelt det er å oppfylle kriteriesettet"*. Informanten legger til at det å jobbe med vektspørsmål er en ny måte for arkitektene å jobbe på og at det nødvendigvis ikke er like lett å si hvor mye alt veier før man har satt det inn i en BIM-modell og sikret at man har fått med alle elementer. Arkitekt 5 er også usikker på om vekt er riktig verktøy for å fastslå hvorvidt et bygg kan defineres som sirkulært eller ikke. Informanten påpeker likevel at de har hatt en god dialog med FutureBuilt og at organisasjonen gjør en viktig jobb for bransjen: *"(...) det er viktig at noen i bransjen setter opp en liste over krav og sier: fyll disse kravene – så får dere denne tittelen"*. Videre forteller informanten at det nesten er irrelevant å tenke i en prøve/feile periode som bransjen er i nå om kriteriene er gode eller ikke: *"(...) du må på en måte kaste de litt ut i bransjen også må vi som aktører svare på det og si:" hei, det der med å veie ting det ble veldig klønete, det får ikke vi til"*. Informanten legger til at det er på denne måten man skaper en dialog, også kan man få til et bedre regelverk som bransjen etter hvert kan få testet ut.

## 4.5.2 Barrierer

### Krav og regelverk

Representant 1, representant 2 og arkitekt 5 trekker frem lovverket som en stor barriere, fordi det er spesifikke juridiske krav til materialer man bygger med i Norge. Alle som utvikler nye byggematerialer

må sertifisere materialet sitt, slik at det blir godkjent for salg. Det at man mangler et godt system i regelverket for brukte byggevarer blir nevnt av flere informanter. Reglene for hva som må gjøres med brukte materialer er ikke klare nok. Prosjektleder 4 forteller at regelverket og leietakers tøffe krav, ofte gjør det vanskelig å gjenbruke gammelt materiale. Videre utdyper prosjektleder 4: *“Det med brannkrav og lydkrav, skal man gjenbruke materialer tror jeg at man må begynne å fire på noen krav”*. Arkitekt 1 forteller at som følge av at man må få dokumentert og teste de gamle materialene, blir det fort dyrt å bygge med brukte materialer.

Prosjekteringsleder 2 forteller at det er han og de prosjekterende som skal sørge for at det bygges i henhold til regelverket. Prosjekteringsleder 2 uttaler at det ikke holder at byggherren er tydelig på at man ønsker å ombruke, og utdyper hvor problemet ligger: *“Det er når vi kommer til detaljprosjekteringen vi ikke får lov. Altså, myndighetene sier at det ikke er lov. Det er et dilemma som må løses. Konstruksjonssikkerhet er det naturlovene som styrer, og det kan ikke myndighetene gjøre noe med. Men det er myndighetene som har satt de kravene som gjør ombruk praktisk talt umulig”*.

Prosjekteringsleder 3 er en av de som synes det er vanskelig å vite hvilke regler som gjelder ved ombruk og påpeker: *“Det kan ikke jeg godt nok hvert fall. Det er nok en hindring der. Hva er lov og hva er ikke lov - i forhold til at produktene må være godkjent for ytelsen ”*. Prosjekteringsleder 2 og prosjektleder 5 er enige om at dagens lover og regler ikke er tilpasset for omsetning av brukte bygningsdeler. Miljørådgiver 3 forteller at regelverket er utformet slik at dersom man skal rive et bygg, hvor det er satt inn helt nye inngangsdører (brannklassifiserte og lydklassifiserte dører), så kan de nødvendigvis ikke demonteres og brukes i det nye bygget. *“Det skyldes at de mister all sertifiseringen, og da har vi ikke dokumentasjon nok til å si at de er bra nok med tanke lyd og brannikkerhet”*, forklarer miljørådgiver 3. Dokumentasjon er derfor en stor barriere ved ombruk, miljørådgiver 3 forteller videre: *“Du skal klare kravene. Dersom man tar et vindu fra et gammelt bygg og skal ha det over i et nytt bygg, så får du et vindu med dårlig u-verdi. Vil du da klare energikravene i TEK? I dag får man ikke noe “rabatt” på energikravene, selv om du har brukte vinduer”*. Representant 2 forteller at med tanke på det miljøbesparende er det best å benytte seg av mest mulig lokalt. En annen grunn til at det lønner seg å benytte seg av mest mulig lokalt, er at da har man ikke samme dokumentasjonskravet. Byggherre 3 påpeker også dette: *“Det er lettere å bruke våre egne ting enn å kjøpe ting fra andre, fordi det er andre krav til produktmerking og resertifisering. Så derfor har vi tenkt at vi fortrinnsvis skal gjenbruke ting fra egne prosjekter”*.

Flere av informantene nevner at det har vært en del usikkerhet rundt sertifisering av brukte materiale eller bygningsdeler, og at det kan være vanskelig å finne noen som vil «gå god for» brukte materialer. En av konsekvensene av at det ikke finnes gode løsninger for sertifisering, er at det fort kan koste like mye å rehabilitere som å bygge nytt. Miljørådgiver 4 mener at man derfor burde se på om rehabiliterte bygg skal møte de samme kravene som nybygg. Miljørådgiver 4 fortsetter: *“Kravene gjør nok at man beslutter å rive flere bygg enn nødvendig, hvis man kunne ha lempet litt på noen krav ville det hjulpet”*. Det blir foreslått av flere av informantene at det ville hjulpet med en rehabiliterings-TEK. Prosjektleder 5 sier at det å lempe på kravene for å gjøre gjenbruk lettere er noe alle burde ha interesse av. Det at myndighetene har lempet noe på kravene til CE-merkede produkter i det siste blir trukket frem som positivt av flere informanter, men regelverket er fortsatt en barriere. Arkitekt 5 viser til at det er et eksempel på at barrierene ikke er faste, men dynamiske.

## Markedsplass

Dokumentasjon og tilgang av ombrukbare materiale blir nevnt som en barriere i alle prosjektene. Miljørådgiver 2a forteller at det er mangel på åpne og eksterne digitale plattformer, hvor man kan gå inn å handle materiale fra andre bygg. I prosjektet har dette blitt løst ved å kommunisere på mail med bilder og excel-filer. Miljørådgiver 2a påpeker at for at man skal få til ombruk i større skala, så er det viktig at det åpnes eksterne plattformer. Miljørådgiver 4 forteller at de har som praksis å kartlegge alt av materiale og elementer som kan ombrukes, men at de mangler en database for å tilgjengeliggjøre det, og sier: *“Det blir litt jungeltelegraf, har du et lager tilgjengelig?”*. Miljørådgiver 3 forteller at uten et godt system, så er det vanskelig tidsmessig å ta imot eller finne gjenbrukte materialer. Videre påpekes det at for å lykkes med sirkulær økonomi: *“(…) Så må vi få en sentral aktør som henter byggematerialer fra bygg, henter de, lagrer dem, klassifiserer og sørger for all dokumentasjon, slik at et byggeprosjekt bare kan henvende seg der når de trenger ulike materialer”*.

Arkitekt 1 påpeker at en ordentlig markedsplass hadde tatt bort mye usikkerhet og risiko, og uttaler følgende: *“I dag er det en del risiko og usikkerhet med sirkulær økonomi, som byggherre eller prosjekteringsleder må ta. Det kan for eksempel være forbundet med det å si ja eller nei til materialer, med tanke på fremdriften og prosjektering”*. Representant 2 forteller at sammenlignet med å kjøpe byggevarer i en butikk, så må man vente og se hva som kommer. Dette gir lite forutsigbarhet i prosjektet, og gjør at man i mange tilfeller må omprosjekttere.

Arkitekt 1 forteller at det har gått mye tid og ressurser til å planlegge for brukte materialer og finne ut hvor man skal starte. I prosjekt 1 har de fått hjelp av Resirqel, og Arkitekt 1 er klar på at man må ha flere slike profesjonelle aktører for å få til sirkulær økonomi. Arkitekt 1 uttaler: *“Dersom vi hadde hatt mer tilgang på brukte materiale eller om markedsplassen var på plass, så hadde det vært mye lettere. Da hadde det nesten vært som et vanlig prosjekt”*. Arkitekt 1 forteller at et annet problem er at det er så store forskjeller mellom de ulike elementene i forhold til ombruk. Hvert element har sin egen karakter og regelverk, som gjør at det er behov for spesialister. Informanten uttaler: *“Produsenter burde også bli med i den prosessen. Et firma som bare er eksperter på f.eks. dører eller hulldekker. Produsenter burde satse på ombruk av sine produkter, slik at når man går inn på nettsiden deres, kan man gå inn å velge mellom både nytt og gammelt og velge størrelse osv.”*. Byggherre 3 forteller også om at det at byggematerialer er veldig forskjellig alltid er en barriere. Dersom byggematerialer er likere og standardiserte størrelse, så blir det lettere å gjenbruke.

Representant 2 forteller at det foreløpig er få aktører på banen som tilbyr markedsplass og lagring. Representant 1 bekrefter også dette, men tilføyer at det heldigvis begynner å komme noen løsninger. Representant 2 påpeker at slike markedsplasser er viktig både for å kunne kjøpe, men også for å levere overskuddsvarer. Representant 2 fortsetter: *“Vi har ikke en infrastruktur i dag som er oppe og går. Så man må nesten lete fra prosjekt til prosjekt, men i Danmark har de et bruktmarked, hvor man kan gå inn på nett og finne dimensjon og type byggevarer. Der er det nesten som en nettbbutikk. Det gjør prosessen mye lettere, enn å måtte reise rundt på rivningsplasser og finne ett og ett vindu”*.

Byggherre 3 bekrefter også dette behovet og forteller at det krever en enorm logistikk å ta vare på ting, kategorisere det og systematisere det for å bruke det på nytt. Byggherre 3 fortsetter: *“Det er på en måte ikke tid til å gjøre dette ekstra arbeidet i prosjektene. Vi trenger noen som kan komme inn å plukke ut det som kan brukes og lagrer det et sted, slik at det er en systematikk på det. For nå blir det litt sånn, at det er tungvint og at når man prøver å gjenbruke så blir det fort 10 ganger så dyrt»*. Arkitekt 2 sier at lagring og logistikk kan være et problem ved ombruk, men i prosjektet hadde de en stor tomt hvor det var mulighet for å oppbevare materialet frem til det skulle bli brukt. Det påpekes også at risikoen med å sitte på materialet må løses. Miljørådgiver 3 forteller at de i prosjektet hadde planer om å ombruke noen hulldekker. En utfordring var at hulldekkene måtte oppbevares i 2 år fra de ble demontert, og til de skulle brukes. Det gjorde at hulldekkene ble liggende ute på byggeplassen i en lang periode. Som følge av dette ble de flyttet på flere ganger. Siden hulldekkene var gamle og relativt skjøre ble to av hulldekkene ødelagt under forflytning, og ble derfor ikke brukt i prosjektet som tiltenkt.

Flere informanter påpeker at logistikken knyttet til tilgjengeligheten av materialer og hvordan man skal lagre materialet i mellomtiden må løses for å lykkes med ombruk i en større skala.

## Kunnskapsmangel

Prosjektleder 5 mener at det er holdninger i bransjen på at sirkulær økonomi medfører kostnader. Videre påpekes det at det trolig er fordyrende, i hvert fall i starten. Informanten trekker likevel frem viktigheten av å få opp nok pilotprosjekter, slik at andre kan følge i fotsporene: *“Det er noe av det viktigste vi gjør i prosjektet vårt, at vi tester ut ting, får erfaringer, men også at vi deler denne kunnskapen slik at flere i bransjen kan bli kjent med det. Slik at det ikke blir like skummelt for nestemann som skal by seg ut på noe. For det ser man at byggherrer kan være litt risikoaverse, og helst ikke påtar seg noe som er helt nytt”*. Representant 1 påpeker at det bør settes av mye tid til rådgivertimer, fordi det er en del ukjente momenter som vil dukke opp i sirkulær økonomiske byggeprosjekt. Videre påpekes det at sirkulær økonomiske byggeprosjekter er et område der man ikke har like mye flyt, representant 1 presiserer: *“Det er innovasjon det som skjer!”*. Det påpekes av flere informanter at dette med sirkulær økonomi er nytt for alle. Den manglende erfaringen og hvordan ting skal løses er derfor en stor barriere.

Representant 1 forteller at en utfordring er å definere ambisjonsnivået for hva et sirkulært bygg skal være. Miljørådgiver 2a forteller at det at det ikke er en klar definisjon på sirkulære bygg, har gjort at det var en del skepsis i starten av prosjektet. Miljørådgiver 2a forteller hvordan noen av aktørene reagerte: *“Dette her kan vi ikke forholde oss til”, “Vi kan prøve, men vi vet jo ikke hva dette betyr” og “Vi må ha en klarere definisjon, og hvordan skal vi prise dette?”*. Aktørene satt igjen med veldig mange spørsmål.

Det er en felles oppfatning blant arkitekt 1, prosjekteringsleder 3 og prosjektleder 5 at det er entreprenørene som er mest skeptiske til sirkulære løsninger. Arkitekt 1 siterer hvordan entreprenørene har reagert på sirkulære løsninger: *“Hvordan skal vi få det til? Er det veldig komplisert? Krevende? Er det mulig å bygge sånn?”*. Det viste seg underveis i prosjektet at grunnen til skepsisen var manglende kunnskap og erfaring med sirkulære løsninger. Prosjektleder 5 påpeker at det trolig har en sammenheng med at entreprenørene skal gå god for det som bygges. Da er det enklere å bygge på den måten som de alltid har gjort, og forholde seg til det som finnes i bransjen i dag. Prosjekteringsleder 3 bekrefter denne påstanden, og forteller at entreprenører ofte liker å gjøre det de kan og gjør ofte, for det er da man tjener penger. Prosjekteringsleder 3 fortsetter: *“Ting vi ikke gjør*



*så ofte går som regel dårlig. Vi må få øvd. Alt nytt blir litt farlig. Vi liker de trygge tingene vi har gjort før*". Arkitekt 1 forteller at til tross for en del skepsis til å begynne med i prosjekt 1, så ble entreprenørene positive og stolte av arbeidet sitt. Prosjektleder 5 sier at en god tilnærming for å løse noen av disse problemene er å teste ut sirkulær økonomi i mindre prosjekter og gjøre de ulike aktørene kjent med den måten å jobbe på.

## Risiko

Risiko er en barriere som blir nevnt i alle prosjektene. Arkitekt 1 forteller at sirkulær økonomi i dag fører med seg en del risiko ved å bruke brukte, istedenfor nye materialer. Det er flere momentet man må tenke på dersom man for eksempel ønsker å bruke en brukt dør: *"Er døren god nok? Kan vi sertifisere det? Hvem kan gi en garanti – selger, kjøper eller er det entreprenør? Hvem tar ansvar? Derfor tenker jeg det er masse muligheter for nye businessmodeller*". Det er spesielt risikoen knyttet til garanti, kvalitet og holdbarhet som blir trukket frem av flere informanter.

Prosjektleder 5 påpeker også at det er en del risiko knyttet til implementeringen av brukt materiale i prosjekter, og at det derfor vil være viktig å ha de nødvendige godkjenningene i orden. Videre påpeker arkitekt 1 at det har vært vanskelig å kontraktfeste prosjektet med entreprenør. Spesielt med tanke på at det er vanskelig å planlegge hvilke byggematerialer man har tilgjengelig. Prosjekteringsleder 2 forteller at det var en del ting knyttet til ombrukt materiale som ikke ble dokumentert eller satt i kravene. Dersom de hadde blitt satt som krav tidlig, måtte de ha priset det og beregnet hvor lang tid ting tar. Prosjekteringsleder sier: *"Det gjør at prisen, kall det usikkerheten vår øker*".

Prosjekteringsleder 2 forteller at det er en del ekstra risiko for entreprenør når man skal ombruke materialer og utstyr. Det er knyttet stor risiko til tekniske anlegg hvor prosjekteringsleder 2 utdyper: *"De tekniske har garantitider, og dersom det ikke fungerer må det byttes. Vanligvis om det hadde skjedd er det leverandørene sitt ansvar, men hvem er leverandøren av et brukt aggregat? Det er ikke ventilasjons entreprenøren, så det blir egentlig byggherren som må ha garantien, tenker jeg. Det er en del grenser som blir visket ut i dette oppsettet her*". Miljørådgiver 3 opplyser også om at garanti er et problem i slike prosjekter, og at det trolig er de som entreprenør som må ta en del av risikoen i forhold til det. Miljørådgiver 2a forteller også at det alltid er risiko å bruke noe som er brukt på grunn av garanti. Miljørådgiver 2 a forteller at man må se på hvordan man skal løse ansvarsfordelingen på det. Det påpekes at det er ønskelig at det kommer noen modeller etter hvert, som gjør at risikoen ikke bare havner et sted hos byggherren. Byggherre 3 mener at risiko er en barriere, men at de som byggherre

må være villige til å ta den risikoen, spesielt med tanke på garantisaker.

Prosjekteringsleder 3 forteller også at det er vanskelig å prise hva det koster å gjenbruke materialer og hvor man skal kjøpe det fra. Hvordan kontrakten er utformet med tanke på risiko, kan også være en stor barriere dersom den er helt urimelig. Videre sier prosjekteringsleder 3: *“Jeg vet heller ikke om det finnes, når du overleverer en vanlig vegg så finnes det jo en norsk standard som sier noe om hvordan ting skal se ut. Hva er godt nok for et gammelt gulvbelegg? Det er mye sånne ting som bransjen må lage noe regelverk og standarder på slik at vi vet hva vi skal forholde oss til”*.

Arkitekt 2 opplever at byggherrene og entreprenørene er spesielt engstelig for å eksperimentere i boligsektoren. Det begrunnes i at man i et boligprosjekt vil ha flere parter å forholde seg til med tanke på garanti. Prosjektleder 5 forteller at å bruke ombruksmateriale i et boligprosjekt medfører en større risiko for utbygger enn dersom det var et næringsbygg grunnet eierstrukturen. Derfor var det ikke ønskelig å prøve på ombruk i boligprosjektet, men teste det først i en mindre bygning av utbyggingen for å få erfaring til de senere byggetrinnene.

Et annet problem som arkitekt 5 forteller om, er hvordan den tradisjonelle prosessen er rigget. Det er vanlig at man lager et forprosjekt, for at så priser entreprenør det. I prosjekter der man skal bruke ombrukt materiale, er det ikke like enkelt for entreprenør å hente inn priser hos leverandører. Arkitekt 5 fortsetter: *“På grunn av all usikkerheten, blir det risikotillegg på alt, og det kan være et hinder for at man får gjort noen ting.”* Heller ikke arkitektene kan lage en fullstendig beskrivelse av prisgrunnlaget til entreprenør. Arkitekt 5 konkluderer med at det anbefales derfor at arkitektene går lengre sammen entreprenør, og at man ikke kan forvente å få prisen på et så tidlig tidspunkt som man vanligvis gjør.

Prosjektleder 4 forteller at sirkulær økonomi er en god tanke, men vanskelig å gjennomføre, og uttaler: *“Økonomi vil alltid være et viktig aspekt med det vi jobber med og ting blir veldig dyrt når norske håndverkere skal begynne å håndtere ting”*. Videre forteller prosjektleder 4 at gjenbruk og sirkulær økonomi ikke var noe de opprinnelig hadde budsjettetert med, så de var avhengig av ekstra midler. Det ble regnet på hva det ville koste og det ble noen skikkelige høye summer. Prosjektleder 4 uttaler: *“Det så ut som vi hadde blåst opp tallene, og jeg ba han dempe tallene, det kan ikke være så dyrt, så vi sendte inn et foreløpig anslag før jul og på nyåret satte vi å vente og vrei på det”*. Da pristilbudet på hva det ville koste å håndplukke telg ut av rivemassene og gjenbruke tegl kom, ble det bestemt at det var for dyrt. Prosjektleder 4 fortsetter: *“Så det ble bare sånn at vi tok og brukte det symbolsk - vi har*

*et par innvendige teglvegger da og det ble plukket ned manuelt og pakka og sendt og lagra i 2 og halvt år”.*

## Økonomi

Det påpekes av flere informanter at det blir mye merkostnader som følge av omprosjektering. Økonomi er en stor barriere ifølge flere av informantene. Prosjektleder 4 mener at det må være økonomi til det om flere byggherrer skal ønske å bygge sirkulært. Det trekkes frem at de fleste private byggherrer har økonomiske motiver i det de gjør: *“Hvis de ikke kan regne hjem et prosjekt, så blir ikke prosjektet gjennomført”*. Til sammenligning står offentlige byggherrene i et litt annet lys, hvis politikerne vil og bevilger penger så kan det gjennomføres: *“Vi trenger ikke å ha en lønnsomhetsanalyse på det vi gjør der”*. Prosjektleder 4 mener derfor at offentlige byggherrer må gå foran og utvikle, samt at det må bli dyrere å kaste materiale: *“Nå er det relativt rimelig å kaste ting. Det må bli dyrere, fordi da må regnestykket og økonomien se annerledes ut”*.

Alle informantene er klare på at sirkulær økonomiske byggeprosjekter er dyrere enn et konvensjonelt byggeprosjekt. Miljørådgiver 3 sier at gjenbruken er åtte ganger så dyrt som nytt. Miljørådgiver 3 fortsetter: *“(…) jeg tror du vil slite med å finne en byggherre som vil ha et nytt bygg som bare er bygd av gjenbrukt materiale, og som er villig til å betale 6-7 ganger så mye for det. Så kostnader er en stor utfordring der”*. Miljørådgiver 4 påpeker: *“Vi som byggherre må av og til ta noen økte kostnader, men de må ikke være urimelige”*. Arkitekt 5 forteller at noe av årsaken til de økte kostnadene er at prosessen med ombruk har nesten like lang produksjonslinje, som det å produsere nye materialer. Som et resultat av at bransjen ikke er rigget for ombruk, blir ikke ombruk nødvendigvis billigere. Arkitekt 5 tror det er en forventning blant aktører at sirkulær økonomiske byggeprosjekter med fokus på ombruk er billig. Informanten påpeker: *“Sirkulære prinsipper i et byggeprosjekt kan derfor være utfordrende å jobbe etter dersom folk tror at det skal bli billigere, men så ender det opp med å bli mye dyrere. Jeg mener likevel at vi må tåle at det er litt dyrere å ombruke materialer til vi har fått det hele i gang. Det handler om en vilje til å satse”*.

Prosjekteringsleder 2 påpeker også at økonomi spiller en viktig rolle og at det derfor må være klare rammer, og utdyper: *“Vi som entreprenører gjør det byggherren vil at vi skal gjøre, men det har en kostnadskonsekvens og det kan være både positivt og negativt det. Jeg tenker at det her (sirkulær økonomi) må vi håndtere i tiden framover, men jeg vil ikke betale for det. Rammene må være tydelige for at vi skal kunne prise riktig”*. Miljø er sjeldent gratis, påpeker miljørådgiver 3. Videre forteller

miljørådgiver 3 at de godt kan legge inn gjenbrukte hulldekker, men at det koster penger. *“Den kostnaden må byggherre ta. I tillegg så er det litt det med reklamasjon osv, at byggherre må være klar over konsekvensen av å velge gjenbrukte vindu og man har ikke samme garanti og reklamasjonsmuligheter på det.”*, utdyper informanten. Prosjektleder 5 forteller at siden sirkulær økonomi er relativt nytt, så vil risikoen med ombruk kunne påvirke kostnaden. Som følge av usikkerhet, vil derfor entreprenør ofte ta et påslag for risiko. På spørsmål om hvem som skal ta den risikoen, svarer prosjektleder 5: *“Jeg tror ikke nødvendigvis at det kun skal ligge på byggherre, at det er vi som skal stå for garantien. Jeg tror heller det må løses som et samarbeid i hele bransjen. Det å jobbe med sirkulær økonomi er ikke kun en byggherreoppgave. Det er en bransjesak”*.

Prosjekteringsleder 1 forteller at det er første gangen de prøver ombruk i så stor skala, og har satset veldig i dette prosjektet. Videre påpeker informanten: *“Det koster veldig med pilotprosjekter, når du skal gå opp nye veier slik vi har gjort. Man er på en måte banebryter, så da håper vi det blir lettere for andre i bransjen”*. Miljørådgiver 2b sier at også de ønsker å legge ned ekstra ressurser i de første prosjektene med sirkulære løsninger. Det begrunnes med at de ønsker å etablere gode system og få den kunnskapen som trengs. Miljørådgiver 2a forteller at ombruk kan bidra til mindre kostnader der de vanligvis ville ha betalt andre for å gjøre jobben med å fjerne og kaste. Videre påpekes det at sirkulær økonomi ikke bare er tidskrevende og kostnadsdrivende, men kan også føre til en positiv økonomisk gevinst. Videre er ikke informanten i tvil om at dette er lønnsomt til syvende og sist.

Sirkulære byggeprosjekt er ekstra utfordrende på grunn av at man skal levere et prosjekt på budsjett og til en viss tid. Miljørådgiver 4 forteller at noe av grunnen til at de måtte gå bort fra ombruk i prosjektet var kostnadene. I prosjekt 5 måtte man også gå bort fra ombruk i boligprosjektet, fordi det ble for dyrt når man regnet på det, forteller arkitekt 5. Høye kostnader begrunnes med at Norge ikke er rigget for ombruk. Dersom man hadde hatt flere profesjonelle aktører, hadde ombruksprosessen kunne blitt mer kostnadseffektiv. Prosjektleder 5 forteller at dersom myndighetene kommer med flere krav til sirkulære prosjekter eller lavere klimautslipp, så kan det påvirke etterspørselen etter ombruksmaterialer. Det bør derfor være med i vurderingen at byggekostnadene på slike materialer kan stige i takt med etterspørselen. Det vil derfor også være et behov for at det profesjonaliseres og kommer en markeds plass eller et system for dette.

## 4.6 Oppsummering funn

Tema	Utfordringer	Løsning
<b>Tidligfase (Mål, visjon og strategi)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mangel på entydig definisjon, kunnskap og erfaring</li> <li>● For sen involvering av nøkkelpersoner (entreprenør, miljøkoordinator osv.)</li> <li>● Usikkerhet mtp. tilgjengelighet på materialer og risiko</li> <li>● Gjennomføringsmodell</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Involvering av nøkkelpersoner og interesseorganisasjon</li> <li>● Samspillmodell</li> <li>● Benytte sirkulære kriterier</li> <li>● Sette mål og strategi om sirkulære valg tidlig</li> <li>● Ombruksanalyse og materialsøk</li> </ul>
<b>Prosjekteringsledelse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Prosjekteringsprosessen endrer seg</li> <li>● Nye momenter og ansvarsforhold</li> <li>● Omprosjektering</li> <li>● Uforutsigbarhet og vanskelig fremdriftsplanlegging</li> <li>● Dårlig flyt i prosessen</li> <li>● Ulike mål hos aktørene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tverrfaglig arbeid for å finne løsninger</li> <li>● Sørge for helhetlig tenking</li> <li>● Samlet prosjektkultur</li> <li>● Hyppig rapportering på fremdrift og økonomi</li> <li>● Fokus på informasjonsflyt og grensesnittutfordringer</li> <li>● VDC og LEAN</li> </ul>
<b>Prosjektering med sirkulære prinsipper</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Lite tilgang på ombrukt materialer</li> <li>● Krav og regelverk</li> <li>● Logistikk og lagring</li> <li>● Kunnskapsmangel</li> <li>● Risiko og garantier</li> <li>● Høye kostnader</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Flere bygninger prosjektert med fokus på demontering</li> <li>● Ombruksmarkeder</li> <li>● Nye forretningsmodeller</li> <li>● Konkurransefortrinn</li> <li>● Insentiver</li> </ul>

Tabell 10: Oppsummering av oppgavens funn.

## 5. Diskusjon

Dette kapitlet diskuterer funnene fra forskningsprosessen som ble presentert i forrige kapittel opp mot egen tolkning og eksisterende teori. Forskningsspørsmålene vil bli gjennomgått og diskutert hver for seg. Diskusjonen legger grunnlaget for å besvare problemstillingen gjennom de tilhørende forskningsspørsmålene i oppgaven. Som nevnt innledningsvis, så er problemstillingen:

**“Hvordan kan prosjekteringsledelsen legge til rette for sirkulær økonomiske byggeprosjekter?”**

For å besvare nevnte problemstilling skal også disse forskningsspørsmålene besvares:

- Hvordan settes sirkulær økonomi på dagsorden i byggebransjen?
- Hva kjennetegner en sirkulær økonomisk prosjekteringsprosess?
- Hva innebærer prosjekteringsledelse, dens rolle og ansvar i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt?
- Hvilke drivere og barrierer kan identifiseres i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt?

### 5.1 Hvordan settes sirkulær økonomi på dagsorden i byggebransjen?

Det er ønskelig å finne ut hvordan sirkulær økonomi settes på dagsorden og hvilken tilnærming ulike aktører i bransjen har til temaet. I dag er byggebransjen preget av å ha en lineær økonomisk tankegang, som fører til at mange bygg får en kort levetid og blir deretter revet (Leland, 2008). Konsekvensene av dette er ressursløsning og store mengder avfall, som er det motsatte av målet med sirkulær økonomi. Litteraturstudiet viser at den sirkulær økonomiske tankegangen har fokus på at man skal redusere bruken av jomfruelige ressurser. I et sirkulært økonomisk perspektiv er målet at det ikke skal oppstå avfall, men at alle ressurser skal gå i sirkulasjon (Avfall Norge, 2016).

#### Endring fra en lineær til en sirkulær byggebransje

Siden verden er ressursbegrenset, må bransjen endre tankegang dersom man ønsker å etterlate neste generasjon med et utgangspunkt med verdifulle og ikke forurensende materialer (Cheshire, 2016). For at man skal lykkes med å endre tankegangen til en mer sirkulær byggebransje, forteller arkitekt 5 at

man må fokusere på å endre tankegangen på hvordan man ser på byggets slutfase. I en sirkulær økonomisk tankegang skal ikke bygninger rives og materialene havne på deponi, men ressursene skal gå i sirkulasjon. De prosjekterende må derfor bli mer bevisste på hva som skjer med produktet etter at det ikke lengre er behov for det. Dette bekreftes også i teorien at for at byggebransjen skal endre den lineære tankegangen, må man starte med å endre tankegangen i prosjekteringen av bygninger (Cheshire, 2016).

Teorien understreker at det i dag er materialresirkulering som er det mest vanlig i byggebransjen. Sett i lys av "The value hill" (figur 4) presentert i delkapittel 2.1.5 er dette den strategien hvor man taper mest verdi av ressursene. Siden det i sirkulær økonomi er ønskelig å beholde materialer og produkter på høyest mulig verdinivå, bør det derfor sees på muligheter for vedlikehold, ombruk, gjenbruk og resirkulering, i den rekkefølgen (EMF, u.å). Cheshire (2016) mener at de prosjekterende og de utførende må reversere dagens trender i bransjen og omfavne de sirkulære prinsippene. Flere av informantene forteller at byggherre må ta et større ansvar med tanke på å gjøre vurderinger av hva som kan gjenbrukes, og hvordan man kan unngå å kaste så mye som blir gjort i dag. Prosjektleder 5 påpeker at det ikke kun kan ligge på byggherre, men at man må endre dagens praksis som et samarbeid i hele bransjen. Prosjekteringsleder 1 mener at prosjekteringsleder og prosjektleder bør ta et større ansvar for å få med byggherre på å gjennomføre prosjektene etter sirkulære prinsipper. Det at det er så blandede meninger om hvem som bør ta ansvar, kan tyde på at det må løses som et samarbeid i bransjen. Mye tyder på at det offentlige og større bedrifter bør gå foran med pilotprosjekter, slik at det blir lettere for mindre bedrifter å følge etter. Krav fra myndighetene kan også fungerer som en driver for å få flere til å tenke sirkulært.

I intervjuene med informantene kom det frem at å bygge etter sirkulære prinsippers var en ny tankegang for de fleste aktørene. Arkitekt 1 er klar på at vi ikke kan fortsette med den lineære tankegangen man har hatt tidligere, hvor man river og bygger på nytt med korte tidsintervall. Representant 2 tror også at det er en holdningsendring i bransjen, men bekrefter viktigheten av at vi må få med alle på denne endringen. De fleste av informantene er positive til at bransjen kan endre den lineære tankegangen, og begynne med sirkulær økonomi og nye løsninger. Noen av informantene forteller likevel at på grunn av en manglende definisjon som er tydelig nok på hva et sirkulært bygg er, så har det vært en del skepsis i starten av prosjektene. Dette har gjort at det blant annet har vært utfordrende å definere ambisjonsnivået.

## Hva ligger i begrepet sirkulær økonomi?

Som nevnt i teorien så finnes det en rekke ulike definisjoner av sirkulær økonomi. Det er heller ikke noen klar definisjon for hva et sirkulær økonomisk bygg er, og hvilke kriterier man må fylle for å kunne kalle det et sirkulær økonomisk bygg. Selv om det er mangel på en vitenskapelig godkjent definisjon, så viser studier at den mest brukte tolkningen av sirkulær økonomi er laget av Ellen MacArthur Foundation (EMF). EMF har laget et sett med prinsipper for å lykkes med implementering av sirkulær økonomi. Formålet med sirkulær økonomi er ifølge EMF å prosjektere for at produkter kan beholde verdien sin på høyest mulig nivå, ved at det blant annet enkelt skal kunne demonteres og ombrukes, pusses opp, omproduseres eller omfordele de tingene som er i sirkulasjon. For å lykkes med overgangen til sirkulær økonomi, må man skape nye forretningsmodeller som fokuserer på å beholde verdien av produkter og materialer, samt tilby tjenester fremfor å selge produkter. Tankegangen med produkter som tjenester er at produsentene og utviklerne får egeninteresse i å holde byggene og materialene lengre i bruk. Ved en typisk lineær tankegang så stopper utviklernes ansvar ved overlevering av bygget eller produktet. Dersom produsenter eller utviklere blir ansvarlige for sine produkter gjennom hele levetiden, vil det trolig føre til at de ønsker å investere i bygg eller produkter som kan repareres eller demonteres og brukes på nytt. Dette vil være en stor driver for at komponenter og produkter vil kunne få en lengre levetid.

I de kvalitative intervjuene ble det avdekket at begrepet sirkulær økonomi var relativt nytt for de fleste av intervjuobjektene. Det var kun et fåtall av informantene som hadde kjennskap til sirkulær økonomi i forkant av prosjektet. Det ble på den andre siden påpekt at det har skjedd mye i bransjen de siste årene og at sirkulær økonomi har fått mer fokus. Informantene refererer hovedsakelig til FutureBuilt sin definisjon av sirkulære bygg i intervjuene. Dette er trolig et resultat av at alle casene har vært en del av FutureBuilt sitt forbildeprogram. FutureBuilt har utformet et kriteriesett for sirkulære bygg som er ment som et utgangspunkt for de som ønsker å prøve seg på sirkulær økonomi i Norge. Kriteriesettet er ment å sette en standard for hva som bør være ambisjonsnivået for et sirkulært bygg. Kriteriesettet er delt inn i 5 hoveddeler: miljøbasert beslutning om rehabilitering eller rivningsamhandling, ressursutnyttelse i rive- og byggefase, ombruk av komponenter, ombrukbarhet og endringsdyktighet (FutureBuilt, 2020). 3 av de 5 prosjektene i dette studiet har benyttet seg helt eller delvis av kriteriesettet til FutureBuilt og definisjonen deres. De resterende prosjektene hadde også kjennskap til kriteriene. Flere av informantene forteller at de hovedsakelig har fokusert på to viktige hovedprinsipper når det kommer til sirkulære bygg. De to prinsippene er fremtidig ombrukbarhet og bruken av ombrukt materiale.



Dette er trolig et resultat av de kvantitative kravene i FutureBuilt sitt kriteriesett. Sett opp mot EMF sin modell er det en del likheter. Både FutureBuilt og EMF har fokus på å beholde verdien av bygninger og bruke minst mulig ressurser. Begge modellene har også et fokus på å planlegge slik at man legger til rette for at bygninger kan demonteres og brukes på nytt ved slutten av bygningens liv. Den største forskjellen på de to modellene er at FutureBuilt sitt kriteriesett for sirkulær økonomi ikke fokuserer på delingsøkonomi. Deling er en av de innerste sirklene i EMF sin modell, som vil si at den har høyest prioritet. Deling kan føre til at man maksimerer utnyttelsen av bygninger gjennom for eksempel samlokalisering, delte eller fleksible områder eller leie ut hele bygget. Det kan også ses i sammenheng med deling av materialer og utstyr. Dersom man lykkes med slike tankeganger, kan det bidra til å holde ressurser lengre i sirkulasjon og minimere uttaket av nye ressurser.

Til tross for at informantene har kjennskap til FutureBuilt sin definisjon, så har informantene ulike tolkninger av hva som kan anses som sirkulært. Dette er trolig et resultat av at sirkulær økonomi et nytt, og at det er eksisterer ulike definisjoner. Samtidig påpeker representant 2 at hvorvidt man kaller det sirkulært eller ikke, muligens ikke er så viktig. Det som er viktig for klimasituasjonen, er at vi klarer å gjøre nytte av de materialene som allerede er i loopen. Ser man opp på hovedessensen i sirkulær økonomi er det akkurat det som er hovedformålet. Som litteraturen reflekterer så er det mange ulike prinsipper og metoder for å endre bransjen til å bli mer sirkulær. Selv om flere av informantene ikke omtaler deling og delingstjenester som en del av de sirkulære prinsippene, har flere av casene hatt fokus på dette i prosjektene sine. Det kan ha sammenheng med at de er delaktig i noen av FutureBuilt sine andre forbildeprosjekter som også har fokus på andre områder for å minske klimautslippene.

En av informantene forteller at et annet viktig fokus er gjenbruk av selve bygget og det å prøve å unngå å rive. Dette kan sees i sammenheng med prosjektering for tilpasningsdyktighet, som er en av prinsippene for sirkulær økonomisk prosjektering. RIF (2008) bekrefter også at en viktig forutsetning for at bygninger skal vare lenge, er at de består av materiale og konstruksjon som er av høy bestandighet. En informant mener at man burde ha en strategi som fokuserer på robusthet og lang levetid på tunge materialer, og at det vil være enklere å se på sirkulære løsninger og ombrukbarhet på materiale med kortere levetid. Dersom man ser på bygg som komponenter med ulike levetid, vil det muligens være noen deler som er viktigere å legge til rette for fremtidig demontering. Slik informanten påpeker, vil det være viktig at man kan demontere og utskifte komponenter med kort levetid. Som Brand (1994) laginndelings modell viser i figur 9, så vil bærekonstruksjoner som oftest ha en lengre levetid, enn for eksempel planløsning. Derfor bør man prosjektere bygg slik at man kan bytte ut ulike

komponenter, uten at det går utover de andre komponentene (Multiconsult & Byggemiljø, u.å). Både det å prosjektere for demontering, avfallsminimering, tilpasningsdyktighet og laginndeling er i litteraturen nevnt som sirkulære prinsipper. Det viser seg at informantene ikke nødvendigvis omtaler tilpasningsdyktighet og laginndeling som sirkulære prinsipper. Dette er trolig et resultat av at det ikke er en entydig definisjon av sirkulær økonomi. Det at det var blandede svar på hvorvidt delingsøkonomi, tilpasningsdyktighet og laginndeling er en del av sirkulære prinsipper, kan tyde på at det er behov for mer kunnskap og forståelse for konseptet sirkulær økonomi hos aktørene.

## Sirkulære prinsipper

I Neste steg skal man i byggets siste livsfase vurdere i et bærekraftig perspektiv hvorvidt bygget skal ombygges, selges eller rives. Ifølge Cheshire (2016) så burde man før man går i gang med byggeprosjekter, se hva som er tilgjengelig fra før og så prioritere de innerste sirklene i EMF sin modell. For bygninger vil dette si at man skal prioritere vedlikehold, ombruk, og gjenbruk, fremfor rivning. Det viste seg i intervjuene at det var flere av informantene som synes at det var vanskelig å stille krav i starten av prosjektet. Dette ble begrunnet med at det er lite kunnskap hos aktørene, mangel på en entydig definisjon og at man har få eksempler på sirkulære byggeprosjekt i Norge. Det å benytte seg av kriteriesettet vil kunne gi bransjen noe mer konkret å forholde seg til og gjøre det lettere å definere ambisjonsnivået på et tidlig stadium. Samtidig viser funn til at kriteriene som er basert på vekt, muligens ikke er den beste målingen på hvorvidt et bygg er sirkulært eller ikke, men at det foreløpig er et verktøy som er greit å forholde seg til. Det blir også nevnt at det viktigste er ikke om kriteriene er gode eller ikke, men at man skaper en dialog i bransjen.

Dersom man skal lykkes med mer ombruk i fremtiden, er det viktig at man tilrettelegger for at bygninger ved slutten av sin levetid kan demonteres og brukes et annet sted (Cheshire, 2016). Ifølge 3XN Architects (2019) kan bygninger sees på som materialbanker, hvor ressurser er midlertidig lagret for fremtiden. Selv om det i dag er blitt vanligere å bruke prefabrikasjon og standard elementer i byggeprosjekter, så blir det påpekt av informantene at det i dag er få tilgjengelige bygg som kan demonteres og ombrukes. Dette skyldes trolig at mange av de byggene som i dag rives eller demonteres, ikke var prosjektert med tanke på å kunne demonteres. FutureBuilt sitt kriterium om 20% ombrukt materiale oppleves derfor av samtlige informanter som utfordrende som følge av lite tilgang på slikt materiale i dagens marked. Dette understreker viktigheten av å legge til rette for prosjektering for fremtidig demontering.

Funn viser til at samtlige informanter opplever kriteriet om 20% ombrukbare materialer som enklere å oppnå, enn kriteriet om 20% ombrukte materialer. Dersom flere begynner å prosjektere for fremtidig demontering, vil det trolig bli like enkelt å oppfylle kriteriet for bruk av ombrukt materiale også. Dette fordi bygg som er prosjektert med tanke på fremtidig demontering vil kunne fungere som materialbanker, hvor ressurser er midlertidig lagret for fremtiden. Samtlige informanter er enige om at prosjektering for demontering ikke er utfordrende, men at man må være bevisst på hvilke typer materiale og festemetoder som brukes i bygget.

En av informantene påpekte at det ikke var så annerledes å prosjektere for demontering, annet enn at de har valgt mange prefabrikkerte løsninger og brukte skrudde forbindelser. Ifølge Crowther (2005) gir prefabrikasjon mindre arbeid og avfall på stedet, samt større kontroll over kvaliteten. Videre forteller informanten at det er den måten de ønsker å montere på uansett. Informanten forteller at de prefabrikkerte løsninger gir fordeler i form av at det blir mindre produksjon på tomte og at det går kjappere å bygge på denne måten. Dette viser at en sammenheng mellom teorien og de opplevde fordelene. Videre påpeker informanten at som entreprenør, så spiller ikke prosjektering for demontering så stor rolle, siden de ikke kan plukke det ned senere og bruke det på et annet prosjekt. Dette kan sies å være motsigende, da informanten selv påpeker at det gir fordeler som mer effektive byggeprosesser. Samtidig vil eier av bygget trolig sitte på den største fordelene, i form av verdien av de ombrukbare materialene og muligheten disse kan gi i fremtiden. Ved å velge en samspillmodell vil derimot begge parter kunne ha felles økonomiske interesser. En slik modell vil derfor i høyere grad oppfordre til økt verdiskapning og færre interessekonflikter. Nye forretningsmodeller der hvor man leaser ulike bygningskomponenter og utstyr, vil også kunne fungere som et insentiv for å legge til rette for demontering. I slike forretningsmodeller, er det leverandøren som skifter komponentene når det er nødvendig og som sitter med eierskapet.

### **Oppsummering av forskningsspørsmål 1: Hvordan settes sirkulær økonomi på dagsorden i byggebransjen?**

- Mangel på kunnskap, en entydig definisjon og pilotprosjekter gjør det vanskelig å stille krav i starten av sirkulær økonomiske byggeprosjekt
- De fleste informantene omtaler ombruk og prosjektering for demontering som sirkulære prinsipper.
- Konseptet sirkulær økonomi handler om å gjøre nytte av de materialene som allerede er i loopen. Delingsøkonomi, laginndeling og tilpasningsdyktighet kan derfor også sees på som sirkulære prinsipper.

- På grunn av lite tilgang på ombrukbare komponenter og materialer, så opplever informantene at ombruk er vanskeligere enn prosjektering for demontering.

## 5.2 Hva kjennetegner en sirkulær økonomisk prosjekteringsprosess?

Det å ha en overordnet forståelse av byggeprosessen og dens innhold er viktig for å forstå prosjekteringsprosessen og ledelsen av denne (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Fasene i byggeprosjekter kan overlappe hverandre og avhenger av hverandre på ulikt vis. Dette gjør at fasene kan defineres ulikt både i litteraturen og i praksis (BA, 2015). Det er derfor viktig å ha et innblikk i forutsetninger og rammebetingelser som kan forme byggeprosjektet.

### Strategiske valg i tidligfase

Ifølge BA (2016) så legges grunnlaget for suksess i tidligfasen. Samset (2015) beskriver et prosjekts tidligfase som det stadiet hvor prosjektet kun eksisterer konseptuelt, før det operasjonaliseres. Tidligfasen omfatter alle aktiviteter fra idéen blir unnfanget helt til endelig beslutning om gjennomføring av prosjektet er tatt. For å gjøre riktig valg i tidligfasen er det viktig å identifisere prosjektets rammer og begrensninger, slik at man unngår ubehagelige overraskelser på et senere tidspunkt (Hansen, 2019).

Under de kvalitative intervjuene bekreftet informantene at tidligfasen er svært viktig for hvor vellykket implementeringen av sirkulære prinsipper er. Funn viser til at de sirkulære prinsippene må inn i tidligfasen, siden det vil påvirke prosjektet både med tanke økonomi og tidsbruk. Det å klargjøre mål og strategi for prosjektet tidlig, er viktig for å tydeliggjøre en felles retning for prosjektet. Målene er også svært viktige for ledelsen av prosessene og aktivitetene (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). RIF (2008) påpeker at man må sette av nok tid allerede i fremdriftsplanen, for å oppnå grundig prosjektering med løsninger som er miljøvennlig. Dette kan sees i sammenheng med at endringer i løpet av byggeprosjekt fører til økte kostnader, i takt med prosjektets faser (Leikvam og Olsson, 2014). Informantene viser til at man ikke kan forholde seg til normale fremdriftsplaner i sirkulær økonomiske byggeprosjekt. Den sirkulære tankegangen er ny i bransjen, og man må sette av litt ekstra tid til å undersøke og forske på det. Endringer kan i tillegg til økte kostnader, føre til frustrasjon og usikkerhet for de delaktige (Leikvam og Olsson, 2014). Det vil derfor være viktig å hente inn riktig ressurser på et tidlig stadium.

Det å først tenke på miljøhensyn i forprosjektet er derfor altfor sent. Det bør være fokus på miljøhensyn allerede i programfasen. Faktorer som tomtevalg, plassering og form på bygget, arealutnyttelse med mere, vil være avgjørende for hvor miljøeffektivt prosjektet blir (Byggemiljø, 2009). I prosjekt 3 ble det satt høye miljøambisjoner på et tidlig stadium, men man var forsiktig med å definere spesifikke tiltak og krav om sirkulær økonomi. Dette begrunnes med manglende kunnskap hos byggherre. Det var derfor ikke definert at prosjektet skulle følge sirkulære prinsipper. Miljørådgiver 3 forteller at FutureBuilt kom inn i prosjektet etter tidligfasen. På dette tidspunktet var arbeidet priset og signert kontrakt på, som gjorde at dersom man ønsket å foreta endringer foreslått av FutureBuilt ville dette kostet ekstra penger. Dette viser viktigheten av at miljøkoordinator eller noen med riktig kompetanse er delaktig i tidligfasen for å utforme byggene med tanke på sirkulære løsninger, slik at man kan ta hensyn til det i budsjettet.

I prosjekt 4 hadde man heller ikke noen tanke om sirkulær økonomi til å begynne med. Det at det ble bestemt at man skulle rive et gammelt og ærverdig bygg, førte til misnøye blant flere av kommunens innbyggere. Som følge av dette ble det derfor bestemt at prosjektet skulle se på mulighetene for gjenbruk og sirkulær økonomi. I begge prosjektene har det vært problemer relatert til at tankene om sirkulær økonomi ikke kom inn fra starten av prosjektet. Prosjektleder 4 forteller at de la fra seg planene om sirkulær økonomi, som følge av at de ikke hadde budsjettet med det og at det ble altfor dyrt. Videre påpekes det at de hadde høye ambisjoner, men at det ikke har fått til så mye. Heller ikke i prosjekt 3 har man lyktes helt med gjenbruk i større skala. Dette bekrefter teorien om hvor viktig det er å få sirkulær økonomi definert og utforsket i tidligfasen. Dette har sammenheng med at påvirkningsmulighetene er størst tidlig i prosjektet, og kostnadene ved å gjøre større endringer i løpet av prosjektet øker i takt desto lengre ut i prosessen de foretas, som vist i figur 7 (Samset, 2015). Funnene viser at det er viktig å definere mål og ta strategiske valg knyttet til sirkulære prinsipper i tidligfasen. Ved å velge en gjennomføringsmodell der viktige aktører er til stede fra start, vil det kunne gjøre det lettere å sette riktige mål og krav.

## Organisering av sirkulær økonomiske byggeprosjekter

Informantene er tydelige på at det er essensielt å definere sirkulær økonomi og få det kontraktsfestet. Det bør derfor velges en gjennomføringsmodell som tilrettelegger for å utforske sirkulære økonomiske muligheter på et tidlig stadium.

Prosjekteringsleder 1 forteller at det er vanskelig å finne ut hvilken entreprisemodell som passer for sirkulær økonomiske prosjekt. Videre påpeker informanten at det burde velges en samarbeidsmodell hvor arbeidet utføres etter medgått tid og materiell med budsjett. Selv om det ikke finnes noen fasit på hvordan man best gjennomfører et sirkulært byggeprosjekt, så vil det være noen typer gjennomføringsmodeller som er mer gunstig enn andre. I prosjekter med fokus på miljø bør man legge til rette for tverrfaglig arbeid (Byggemiljø, 2008). Prosjektering for sirkulære løsninger krever også økt materialkunnskap, som gjør at det er viktig å inkludere utførende allerede i en tidlig fase av prosjektet (Leland, 2008). Samhandling mellom aktørene blir også i teorien trukket frem for å være hensiktsmessig i prosjekter med økt miljøfokus. Som følge av dette burde velges en gjennomføringsmodell som oppmuntret til samhandling (Byggemiljø, 2009; Circle Economy, 2019; Fufa & Mellegård, 2020).

Til tross for at prosjekt 1 har fulgt hoved/delt entreprise, og prosjekt 2-5 totalentreprise, viser funn til at de mer tradisjonelle entrepriseformene trolig ikke er egnet for sirkulær økonomiske byggeprosjekt. Hovedårsaken til dette er at det i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt vil være vanskelig å beskrive et godt nok anbudsgrunnlag som dekker alle de ukjente momentene som dukker opp i slike prosjekter. Dette har sammenheng med et lite etablert ombruksmarkedet, som er uoversiktlig og uforutsigbart. Utfordringen med totalentreprise vil derfor være at byggherre vil ha mindre mulighet for å påvirke utførelse og kvalitet etter at kontrakten er inngått. I delt entreprise vil byggherre derimot ha større påvirkningsgrad når det kommer til løsninger og kvalitet. Delte entrepriser gir likevel ikke noen garanti for suksess, da det krever en god prosjektorganisasjon med nødvendig kompetanse og kapasitet. Basert på teori og funn foreslås det derfor å bruke samspillsmodell i sirkulær økonomiske byggeprosjekt (Fufa & Mellegård, 2020). På denne måten kan man få entreprenøren til å gjøre fortløpende vurderinger av materialene som skal brukes, slik at man ikke planlegger for noe som ikke lar seg gjennomføre. Det blir påpekt av en av informantene at dersom sirkulær økonomiske prosjekter skal gjennomføres som totalentreprise, så bør det foreligge et dokument med tydelige forespørsler på hva man skal ombruke og at man må påregne ekstra tidsbruk.

IPD er et eksempel på en samarbeidsmodell som kan være godt egnet i sirkulær økonomiske byggeprosjekter. Modellen har som formål å bedre samspillet og gi større eierskap til prosessen og sluttresultatet. Gjennom en felles kontrakt utvikler, prosjekterer og utfører man prosjektet basert på kostnadsdekning med deling av gevinst/tap i forhold til målpris (Bråthen, et al., 2020). Dette kan være med å løse noen av barrierene om hvem som skal ta risikoen, samt oppfordre de involverte til å jobbe mot et felles mål. Slike modeller legger til rette for å unngå opportunistisk atferd, gjennom å dele på

risiko og belønning. Samtidig legger modellen til rette for at man kan bruke kompetansen til deltakerne til å øke produktiviteten og kvaliteten av prosjektet gjennom LEAN-tenking. Ved bruk av IDP er det også hensiktsmessig å benytte seg av for eksempel bygningsinformasjonsmodellering (BIM), for å optimalisere prosessen (Hansen, 2019). Dette vil kunne gjøre det mulig å fokusere på helheten og prosjektets mål ved å jobbe i en felles modell.

## Prosjekteringsprosessen i sirkulær økonomiske byggeprosjekter

Ifølge Knotten (2018) kan prosjekteringsprosessen sees på som en endeløs iterativ prosess, som gjør at det er behov for styring og planlegging. Litteraturgjennomgangen viser til at prosjekter som er nyskapende og innovative har en mer iterativ tidligfase sammenlignet med prosjekter hvor det meste er definert og kjent (Hansen, 2019). Prosjekteringsprosessen er komplisert som følge av parallelle aktiviteter og de ulike avhengighetene. Sirkulær økonomiske byggeprosjekter er i høy grad iterative, og trenger flere runder med omprosjektering og beslutninger. I sirkulær økonomiske prosjekter vil det være en rekke ukjente aktiviteter, som gjør at det kan være vanskelig å planlegge. Det krever tverrfaglig samarbeid for å løse slike prosjekts mål, og prosjektene har derfor høy grad av resiproke og intensive avhengigheter. Det vil derfor være viktig at prosjekteringsledelsen kjenner til de ulike avhengighetene, slik at man kan tilpasse prosjektet etter disse (Knotten, 2018). Sirkulære byggeprosjekter krever derfor en annen tilnærming med tanke på koordinering, styring og ledelse.

Funn tyder på at prosjekteringsprosessen for et sirkulært byggeprosjekt er komplisert og vil være annerledes sammenlignet med den tradisjonelle måten å prosjektere på. Felles for de fleste prosjektene er at de ikke visste på forhånd hvordan prosjekteringen kunne legges opp. Tilnærmingen hos samtlige av prosjektene var derfor å følge en tradisjonell prosjekteringsprosess, og i stedet implementere sirkulære prinsipper underveis, som for eksempel brukte bygningsdeler når dette kom inn i prosessen. En av informantene trekker frem at det ble mye prøving og feiling underveis, og at noe av arbeidet som ble lagt ned i prosjekteringen kan ha vært unødvendig. Dette fordi det stadig var nødvendig med omprosjektering. Dette har trolig sammenheng med at tradisjonelle lineære prosjekteringsprosessen ikke er gode til å takle slike komplekse utfordringer, som sirkulær økonomi. I prosjekter hvor det er stor grad av avhengigheter, kaos og uforutsigbarhet, er det viktig at prosjekteringsledelsen skaper tydelige forventninger til planleggingen og prosessene. Dette kan oppnås ved bruk av metoder som LEAN og involverende planlegging som ivaretar en realistisk planlegging av prosjektets framdrift. Dette kan sikre et godt grunnlag for å styre prosjekteringen samt hente frem nødvendig informasjon til beslutningene i det aktuelle tidsvinduet. Dette vil være spesielt

viktig i sirkulære byggeprosjekter hvor det er både resiproke og intensive avhengigheter i store deler av prosjekteringsprosessen.

Kunnskap og erfaring underveis i prosjekt 1 resulterte i identifiseringen av en ny fase i prosjekteringen; materialsøk og ombruksprosjektering. Denne fasen ble foreslått å ligge mellom forprosjektet og detaljprosjekteringen. Hovedårsaken til dette er at det er vist at tidslinjene og prosessen gjennom et sirkulært økonomisk byggeprosjekt vil påvirkes av tilgjengeligheten av materialer, og hvordan man samarbeider om å bruke materialene. Det ble også bekreftet i de andre prosjektene at det vil være et større behov for vurdering, omprosjektering og beslutningsrunder. En løsning kan derfor være en ny fase i prosjekteringen av sirkulære bygg. Som vist i figur 14 er det viktig at entreprenører blir inkludert tidlig i prosessen. Likeså viktig vil det være at nøkkelaktører som miljøkoordinator blir inkludert i denne fasen. På den måten kan man få kunnskap om hvorvidt komponenter og materialer er brukbart. Dersom man inkluderer en slik fase, hvor man i samspill vurderer de gjenbrukte komponentene, vil det trolig kunne føre til færre omprosjekteringer på sikt.

## Miljøkoordinator og ombruksteam

I en samspillmodell blir entreprenør og leverandør inkludert i prosjektet tidlig i utviklingen før alle rammene og løsningene er bestemt. Byggemiljø (2008) forteller at en annen viktig forutsetning for å oppnå et godt miljøresultat, er at prosjektleder og prosjekteringsleder har rett holdning og kompetanse. Dette kan ses i sammenheng med suksessfaktorene for prosjekteringsledelse, der blant annet team- og kunnskapsledelse er to hovedområder som er viktige. Det er derfor viktig at prosjekteringsledelsen motiverer og leder gruppen mot prosjektets mål. Det blir videre konkludert med at der hvor det er mangel på kompetanse, så bør det benyttes en miljøkoordinator som er involvert fra start. Flere av informantene forteller at det har vært utfordrende å vite hva som skal inn i kontrakt og ikke. Prosjekteringsleder 2 forteller at han skulle ha vært tydeligere mot byggherre i tidligfase, på å få mer tid til å gjøre jobben riktig. Byggherre 3 forteller at de heller ikke var tydelig nok når de skulle stille krav. Det blir forklart av informantene at dette har sammenheng med at sirkulær økonomi er såpass nytt, som har gjort det vanskelig å vite hva som er fornuftig å kreve og prøve på. Det kan tyde på at det er manglende bestillerkompetanse knyttet til sirkulær økonomiske prosjekter. Sett i sammenheng med teorien, vil det som følge av lite kunnskap være hensiktsmessig å benytte en miljøkoordinator med erfaring i tidligfasen som kan angi riktig miljøkrav i kontrakten.



Prosjektleder 5 synes derimot ikke at det er vanskelig å stille krav, men at det er vanskeligere å komme til enighet om hvordan man skal løse dette med sirkulær økonomi, innenfor gitte kostnadsrammer. Dette kan ses i sammenheng med kunnskapsmangel og lite erfaring hos samtlige av aktørene. Det at det er få pilotprosjekter og lite tilgjengelige gjenbrukbare materialer, vil også påvirke risikoen entreprenørene er villige til å ta. For å minske risikoen og oppnå en mer forutsigbar byggeprosess, er det viktig å få en god oversikt over tilgjengelige komponenter på et tidlig stadium. Circle Economy (2019) påpeker også viktigheten av innhenting av gjenbrukte byggekomponenter i starten av prosjektet. Viktigheten av å foreta en ombruksanalyse blir også påpekt av informantene. Representant 2 forteller at samarbeid med fagfolk er nødvendig i en ombrukskartlegging. Dette kan ses i sammenheng med at HMS-fokus er en viktig faktor for suksess i prosjekteringsledelse. Prosjekteringsledelsen bør derfor sørge for tidlig involvering av produksjonskompetanse, slik at man kan ta riktige beslutninger om materialene. Prosjekt 1 og 2 har hatt egne ombruksteam bestående av en rekke ulike fagfolk, hvor man vurderte hva som kunne brukes eller ikke brukes. For å oppnå en mer forutsigbar byggeprosess vil det også være behov for eksterne markedsplasser, slik at man har tilgang på sertifiserte komponenter og materialer.

### **Oppsummering av forskningsspørsmål 2: Hva kjennetegner en sirkulær økonomiske prosjekteringsprosess?**

- Det å planlegge for sirkulære prinsipper i tidligfasen har betydning for hvor vellykket gjennomføringen av prosjektet blir.
- Kriteriesettet til FutureBuilt eller involvering av rådgivere med kunnskap om sirkulær økonomi er viktige tiltak for å kunne sette krav i tidligfasen.
- Det bør velges en gjennomføringsmodell som oppfordrer til tverrfaglig samspill og eierskap til prosessen og sluttresultatet.
- Tidlig involvering av alle aktørene kan bidra til bedre tverrfaglig forståelse og gi et bedre utgangspunkt for god kommunikasjon, planlegging og felles målsettinger.
- Det er behov for en ny fase i prosjekteringen: materialsøk og ombruksprosjektering.

## 5.3 Hva innebærer prosjekteringsledelse, dens rolle og ansvar i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt?

### Prosjekteringsledelse

Litteraturen antyder at det er et stort forbedringspotensial knyttet til ledelse og planlegging, men at det stiller betydelig kompetansekrav til prosjekteringsledelsesfunksjonen (Westgaard, Arge og Moe, 2010). Det er etablert at prosjekteringsledelse er en ledelsesoppgave som innebærer planlegging, organisering; og ledelse av personer, deres kunnskap, og informasjonsflyt for å oppnå målene til prosjektet (Knotten, 2018). I Knottens avhandling fra 2018 trekker han frem 10 suksessfaktorer for prosjekteringsledelse som presentert i delkapittel 2.4.2. Prioriteten av de ulike suksessfaktorene vil variere ut ifra prosjekteringsledelsen, aktørene og prosjektet. Disse suksessfaktorene vil også være viktige i prosjekteringen av et sirkulært økonomisk byggeprosjekt. Hovedmålet i en prosjekteringsprosess er utveksling av informasjon, og transformasjon av ideer og løsninger i samspill med de andre i prosjektet (Knotten, 2018). Med tanke på forutsigbarhet og tid, ønsker man å kunne planlegge aktivitetene i byggeprosjekter. I prosjekteringsprosessen kan derimot denne planleggingen være vanskelig, siden prosessen er iterativ og nye aktiviteter blir til underveis (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Funn fra intervju med de ulike aktørene viser at denne oppgaven er spesielt vanskelig i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt på grunn av at det er uoversiktlig hva som er tilgjengelig av ombrukbare komponenter. Dette blir også begrunnet med at det er en ny måte å arbeide på, lite forutsigbarhet og høy usikkerhet. Prosjekteringsleder 1 forteller at man derfor må være åpen for å legge inn ekstra tid og ressurser til å gjennomføre sirkulære prinsipper i prosjekteringen.

Flere informanter trekker frem at det må være mer utfordrende for prosjekteringsleder å få oversikt over alt, sammenlignet med et konvensjonelt prosjekt. I henhold til Knottens (2018) 10 suksessfaktorer for prosjekteringsledelse, vil planlegging også være en spesielt viktig faktor for suksessen i et sirkulært byggeprosjekt. Det er flere fag som skal koordineres, samtidig som det dukker opp en del nye momenter i sirkulær økonomiske byggeprosjekt. Momenter som ombrukskartlegging, søk etter gjenbrukt materiale, omprosjektering og det å holde oversikt over hvilke regler som gjelder ved bruk av brukte elementer, er nevnt som de største utfordringene. I tillegg utfordres aktørenes rolle med endringer underveis i prosjektet, med nye oppgaver og ansvarsområder. Prosjekteringsprosessen kan derfor oppleves som kaotisk og uforutsigbar, og vil kreve en annen type ledelse enn en vanlig tilnærming til prosjekteringsledelse. Prosjekteringslederen må derfor forsøke å kartlegge de ulike

aktørenes oppgaver i forkant, og etablere klare ansvarsforhold, sørge for åpenhet og sanntidsinformasjon i prosessen (Knotten, 2018). Dette kan derimot være en vanskelig oppgave i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt på grunn av manglende erfaring, og fordi tema fortsatt er nytt i bransjen. En løsning på dette kan derfor være å benytte seg av målinger som er en del av rammeverket VDC. Ved å evaluere gruppens leveranser opp mot prosjektets mål underveis, kan man justere planene og benytte kompetansen mest mulig optimalt.

Det kan virke som at det er enda høyere uforutsigbarhet og usikkerhet knyttet til prosjekteringen av sirkulære bygge. Det er spesielt knyttet mye usikkerhet til lite erfaring og tilgangen på brukte materialer. Flere av informantene trekker frem at det har vært utfordrende å vite hvilke regler som gjelder for ombruk og hvordan man skulle tolke disse reglene, valg av tilgjengelig brukte bygningsdeler og koordinering med leietaker og arkitekt for å få det til å passe inn har også vært en utfordring. Hvordan man skal dokumentere for ombruk, hvordan få det demontert, lagret og bearbeidet og hvordan tilpasse for brukte bygningsdeler på byggeplassen, frister for å anskaffe og tilføre brukte komponenter på byggeplassen uten å forstyrre fremdriften og å holde styring på økonomien i prosjektet blir også trukket fram. Informantene mener at dette kan medføre en del risiko og som gjør det vanskelig for prosjekteringslederen å håndtere. Prosessen blir på denne måten lite forutsigbarhet og gjør at man i mange tilfeller også må omprosjekttere. Prosjekteringsleder 1 uttaler at det er blitt brukt hyppig rapportering for å kunne ha kontroll på hvor langt man kan gå med ombruk.

Meland (2000) påpeker i sin doktorgradsavhandling forhold som kan påvirker fiaskograden i byggeprosjekter. Disse er tidspress i prosjekteringen, prosjekteringsleders mangelfulle arbeidsmetodikk, priskonkurranse på prosjektering, og prosjekteringsleders mangelfulle kompetanse. Som nevnt under tidligfasen så er valg av riktig entreprisemodell viktig for et sirkulært økonomisk byggeprosjekt. En samarbeidsmodell blir sett på som det mest passende av informantene. Ved å gjennomføre prosjektet som en samspillmodell vil flere av Melands fallgruver kunne løses. En samspillmodell kan blant annet sørge for at prosjekteringsledelsen får en bedre tverrfaglig forståelse og bedre forståelse av hele byggeprosessen. Det kan også bidra til bedre kommunikasjon, planlegging og felles målsettinger. Prosjekteringslederne forteller at i sirkulære byggeprosjekt må man sørge for god organisering og påse at man følger reglene for ombruk. Det er derfor viktig at man er tidlig ute med å kartlegge behovet og iverksette søk etter brukte bygningsdeler. Det bør legges til rette for en god prosess med beslutningstakerne om de brukte bygningsdelene, samt planlegge for et opplegg som man enkelt kan tilpasse eller omprosjekttere. Prosjekteringsleder 2 anser det å ha vært involvert og ha god bakgrunn i valg i tidligfasen som en fordel.

## Mål og samarbeid

Siden sirkulær økonomi er såpass nytt og forbundet med en rekke utfordringer, bør det etableres en kultur for å løse utfordringer sammen. God kommunikasjon mellom de ulike aktørene er en avgjørende faktor i prosjekteringsprosessen. Det er mange aktører involvert og mange interesser som må tas hensyn til. PROBY (2013) trekker frem viktigheten av å etableres felles mål og holdninger på tvers av faggruppene og bygge en ønsket prosjektkultur. I tillegg er det viktig å legge til rette for god informasjonsflyt (Westgaard, Arge og Moe, 2010). Funn viser til at det først og fremst er byggherre som må ta en del beslutninger og målsetninger lenge før prosjekteringslederen kommer på plass, og at det er prosjekteringslederen sin oppgave å sy det sammen underveis. Selv om byggherre har satt mål og strategi for prosjektet, så er det ikke alltid det blir med i alle fasene (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). For at man skal klare å oppnå mål, er det viktig at de er tydelige og at alle aktørene forstår dem. Prosjekteringsledelsen bør derfor fokuserer på god informasjonsformidling, slik at man klarer å bygge en ønsket prosjektkultur som jobber mot samme mål. For å lykkes med implementeringen av sirkulære prinsipper viser funn til at prosjekteringsleder må være motivert, og at hele prosjekteringsgruppen må være bevisste, samt ha et sterkt ønske om å få det til.

Byggherre 3 forteller at de ikke var tydelig nok i forhold til hvordan miljøambisjonen skulle være da de lyste ut konkurransen. Dette gjorde at det ble opp til tilbyderne å beskrive hva de kunne få til innen sirkulære prinsipper. Prosjekteringsleder 3 forteller at det var litt for å blidgjøre byggherren at det ble signert på at prosjektet skulle bygges for fremtidig demontering, men at de var usikre på hvor hardt byggherren egentlig ville kjøre de på det punktet. Sett i ettertid forteller byggherre 3 at de ikke har vært konkret på hva som egentlig skulle leveres. Byggherre 3 forteller at de derfor jobber med å bli tydeligere. Dette viser viktigheten av å ha tydelige mål og krav tidlig i byggeprosjektet og at man etablerer en samlet prosjektkultur med felles mål. For å holde aktørene motiverte kan det også være viktig at prosjekteringsledelsen setter delmål og markerer når disse nås.

## Grensesnitt og Informasjonsflyt

Westgaard, Arge og Moe (2010) påpeker at grensesnitt er en viktig suksessfaktor i prosjekteringsledelse. Prosjekteringsleder 1 opplever at grensesnittet mellom fagene har vært håndterbare. Det har likevel dukket opp noen nye grensesnitt som har vært mer utfordrende. Det som har vært en større utfordring i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt er: brukergrensesnittet med beslutninger på hva som kan anskaffes og benyttes av det brukte, grensesnittet mot regelverk og dokumentasjonskrav og grensesnittet mellom det som er brukt mot det øvrige prosjekterte.

Prosjekteringsleder 1 påpeker at grensesnittene krever at man må tenke annerledes enn normalt og at man må finne egne prosesser for å håndtere de. Prosjekteringsledelsen spiller en sentral rolle for å håndtere grensesnitt utfordringer mellom prosjektering og produksjon. Funnene viser til koblinger mellom prosjekteringsleders rolle og ulike grensesnitt utfordringer. Flere av informantene er tydelige på at informasjonsflyten i prosjektet ikke har vært optimal. For eksempel ble noen av materialene som skulle bli ombrukt ødelagt, som følge dårlig informasjonsflyt. Det kan se ut til at kommunikasjon rundt håndtering og lagringen av ombrukt materiale har vært problematisk i flere av prosjektene. Det blir nevnt at noe av problemet bunner ut i at informasjon ikke blir med videre i neste fase. Miljørådgiver 2a forteller at med mange involvert i prosjektet, så har ikke alltid den som skal rive vært med i det foregående arbeidet. Prosjekteringsledelsen bør derfor sørge for at nye aktører får input fra tidligere aktører til riktig tid (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Dette kan gjøres ved å etablere gode rutiner for å håndtere og sortere informasjon. Prosjekteringsleder 1 påpeker at dette har vært spesielt utfordrende siden det var en enorm informasjonsflyt i prosjektet. Dersom det kommer flere digitale tjenester eller systemer for å registrere brukte bygningsdeler vil det gjøre informasjonshåndteringen enklere. Det å kunne registrere informasjon om de brukte elementene digitalt vil gjøre det mer tilgjengelig for alle aktørene, og man kan oppdatere statusen på de brukte komponentene og materialene.

## Omprosjektering

Ifølge PROBY-rapporten (2013) kan feil og mangler i prosjekteringen føre til flere negative konsekvenser. Rapporten trekker frem at dette kan bety at byggherre må bruke mer penger enn forutsatt, uten at man oppnår ønsket kvalitet, omprosjektering, entreprenørene ikke får produsert som forutsatt, samt endringskrav og fokusskifte hos entreprenør fra å løse prosjektet til å sikre seg økonomisk. Omprosjektering i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt er vanlig, og det betyr nødvendigvis ikke direkte feil eller mangler utført av de prosjekterende. Det har i flere tilfeller vært nødvendig å gjøre endringer på tegningene, som følge av at komponenter eller materiale ikke var tilgjengelig eller brukbart. Dette bekreftes gjennom flere av intervjuene hvor det har kommet frem at omprosjektering har vært nødvendig, hovedsakelig fordi man ikke har hatt oversikt over tilgjengelig gjenbrukbart materiale ved prosjektets oppstart. I tilfeller der man måtte omprosjektere påpeker informantene at det vært viktig å samarbeide på tvers av fag for å finne alternative løsninger. Før eksterne ombruksmarkeder er på plass i en større skala, vil det være vanskelig å unngå omprosjektering. Det vil likevel være viktig at den informasjonen man sitter igjen med etter

ombrukskartelegging eller om de tiltenkte gjenbrukte materialene blir delt på tvers av fag og faser. Ved å få en tidlig avklaring av tilgjengelig materiale, vil man kunne redusere risikoen for omprosjektering. Selv med en tidlig avklaring vil det fortsatt være behov for et tett samarbeid på tvers av faggruppene for å komme frem til best mulig løsninger.

## Verktøy og metoder

Det har det siste tiåret kommet en rekke nye rammeverk og hjelpemidler som skal forenkle kommunikasjon og informasjonshåndteringen i byggeprosjekter (Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013). Merrild, Jensen, & Sommer (2016) nevner spesielt verktøyet BIM og rammeverket VDC som relevante for prosjekteringen og byggeprosesser med fokus på sirkulær økonomi. I intervjuene kom det frem at BIM har blitt brukt aktivt i alle prosjektene. Kunz og Fischer (2012) påpeker også at BIM kan brukes for å analysere og styre prosjektering og produksjonen. Det å etablere et felles rammeverk mellom de ulike fagene og at disse jobber i felles BIM-modeller, er ifølge representant 2 avgjørende for å sikre en sømløs prosess. Ved å sammenstille modellene i en felles BIM-modell, gir det alle aktørene mulighet til å se helheten og gjennomføre kollisjonskontroll. Dette gir en bedre felles forståelse, samhandling og kommunikasjon mellom de ulike aktørene (Kunz og Fischer, 2012). Informasjonen som lagres i BIM kan brukes til å gi informasjon om den videre driften av bygget eller som oversikt over mulig ombruk av materialer (Arup,2016). Bruken av BIM-modeller vil derfor være viktig for både prosessen, men også fremtidig ombruk.

Flere av informantene trekker frem av prosjektering for sirkulære bygg krever en egnet arbeidsmetodikk. Ombruk krever mye av de ulike aktørene i prosjektet, og det er essensielt med et godt samarbeid. Dammerud et al. (2013) påpeker at prosjekteringslederen må kunne håndtere mengder informasjon ved bruk av ulik, og i noen tilfeller kompleks teknologi, hvor informasjonen som innhentes må koordineres mellom en rekke aktører. Dette gjør prosessen spesielt kompleks å lede. Teorigjennomgang i delkapittel 2.4.6. peker på at dette kan løses ved hjelp av implementeringen av VDC. Bruken av VDC skal effektivisere prosjekteringen og minske sløsing, som samsvarer med LEAN. Målet med bruken av VDC er å oppnå en mer helhetlig tilnærming til prosjektet, ved hjelp av verktøy som BIM, ICE og målinger for å nå prosjektets mål (Khanzode et al., 2006). Disse verktøyene kan brukes til å planlegge og utforme prosessen.

Sett i sammenheng med informasjonen informantene gav, vil bruken av VDC kunne bidra til en mer optimal prosess. Det er tre aspekter i prosjekter man kan kontrollere: produktet, organisasjonen og

prosessen, kjent som POP-modellen (Khanzode et al., 2006). POP-modellen er brukt som et utgangspunkt for utviklingen av de virtuelle modellene som benyttes i VDC. Målet med å ha fokus på POP-modellen tidlig i byggeprosessen, er å sørge for at man ikke bruker penger og ressurser på feil ting (Mandujano et al., 2015). Ved hjelp av POP-modellen kan prosjekteringsteamet simulere kompleksiteten i sirkulære byggeprosjekt og løse eventuelle fallgruver tidlig i prosessen (Khanzode et al., 2006). Ved å benytte seg av en slik metode så vil prosjekteringsledelsen og de andre involverte kunne oppnå en mer helhetlig tilnærming til prosjektet, noe som er spesielt viktig i sirkulære byggeprosjekt.

Ingen av informantene hadde benyttet seg av konseptet VDC. Prosjekteringsleder 3 forteller at de har benyttet involverende planlegging i prosjekteringen, for å se på rekkefølgen med tanke på hvem som er avhengige av hverandre. Involverende planlegging tar sikte på å hente frem nødvendig informasjon til beslutningene i det aktuelle tidsvinduet. Tettere integrasjon kan også bidra til at verdifull informasjon fra for eksempel ombrukskartleggingen i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt ikke går tapt i grensesnittet mellom prosjektering og produksjon. Ved å fokusere på å skape en overlapping mellom fasene og sørge for integrering mellom de prosjekterende og utførende, vil det kunne føre til at informasjonsutvekslingen blir enklere (Westgaard, Arge og Moe, 2010; Østby-Deglum, Svalestuen og Drevland, 2013).

Prosjekteringsleder 2 forteller at systematikken de har brukt for prosjekteringen er miljøoppfølgingsplan. Flere av informantene er enige om at prosjekteringen ikke har blitt løst på en helt optimal måte. En av informantene påpeker at prosjekteringen ikke har vært LEAN fordi prosessen ikke har vært strømlinjet, men gått frem og tilbake som følge av omprosjektering. Det er prosjekteringsleder som skal sørge for at det foregår minst mulig omprosjektering. Prosjekteringsleder bør derfor benytte metoder som hindrer sløsing og har fokus på planlegging. På den måten kan man ha styring på rammene rundt prosjektet, og trolig reduserer tid og kostnader. Ved å benytte ICE-møter vil man kunne bli enige om løsninger på stedet og unngå at beslutninger utsettes til senere.

En annen informant mener at implementeringen av VDC med et spesielt fokus på målinger kunne vært med på å sikre en bedre prosjektering. Siden prosjektering er en kreativ og iterativ prosess, vil man gjennom å etablere et plansystem sikre fremdrift i prosjektet. Dette kan bidra at aktørene får noe mer konkret å strekke seg etter. Planer kan virke hemmende på kreative prosesser, men man kan også planlegge for å legge til rette for kreativitet. Ved å lage planer i felleskap kan man i større grad sørge for realistiske mål, som kan virke motiverende på de involverte. Målene kan brukes for å kunne

gjennomføre kontinuerlig kartlegging av gruppens leveranser opp mot prosjektets mål (Kunz og Fischer, 2009). Rammeverket VDC legger opp til at man kan arbeide på en felles plattform, diskutere ulike problemstillinger og bli enige om løsninger på stedet. VDC kan på den måten sikre bedre flyt i prosjekteringsprosessen og redusere prosjektets planleggings- og beslutningstid (Hansen, 2019).

### **Oppsummering av forskningsspørsmål 3: Hva innebærer prosjekteringsledelse, dens rolle og ansvar i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt?**

- Prosjekteringsledelsen må sørge for at prosjektets mål og strategi blir forstått av alle aktørene og blir med i alle fasene
- Prosjekteringsledelsen må samtidig effektivisere prosessen gjennom å planlegge og sørge for at beslutninger blir tatt til riktig tid
- Bruken av rammeverket VDC blir anbefalt som en egnet arbeidsmetodikk for å lykkes med prosjekteringsledelse i sirkulær økonomiske byggeprosjekter
- VDC kan bidra til en helhetlig tilnærming til prosjektet, og benyttes for å håndtere informasjonsflyten og grensesnitt i sirkulær økonomiske byggeprosjekter

## **5.4 Hvilke drivere og barrierer kan identifiseres i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt?**

Det er gjennom litteraturstudie og ved gjennomføringen av kvalitative intervju med aktører identifisert en rekke drivere og barrierer i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt. Forskningsspørsmålet er sammensatt og det er i denne delen av diskusjonen forsøkt å se driverne og barrierene i sammenheng.

I rapporten "Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi" presenterer Deloitte (2020) en oversikt over barrierer som hindrer byggebransjen i overgangen fra en lineær økonomi til en sirkulær økonomi. Barrierekategoriene som blir trukket fram i rapporten er: regulatorisk og politisk, økonomisk, teknologisk, strukturelt, samt kunnskap og kultur. Samtidig har Ellen MacArthur Foundation gjennom sitt arbeid identifisert fire byggesteiner som må til for å lykkes med sirkulær økonomi: ferdigheter innen sirkulær produktdesign og produksjon, nye forretningsmodeller, ferdigheter for omvendt syklus og muliggjøring av forbedret ytelse på tvers av sykluser og sektorer. Barrierekategoriene presentert av Deloitte (2020), og byggesteinene presentert av EMF (2013; 2015) sees i sammenheng med funnene fra de kvalitative intervjuene. Disse blir igjen lagt til grunn for å



identifisere hvilke drivere og barrierer som eksisterer i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt. Funnene viser at samtlige aktører opplever barrierekategoriene, og mener at disse kan bekjempes av byggesteinene.

## Krav og regelverk

I likhet med de regulatoriske og politiske barrierene som blir trukket frem i Deloitte (2020) rapport, viser funn at samtlige informanter mener at regelverket er en stor barriere for at bransjen skal bli mer sirkulær. Det er spesielt lovverket knyttet til spesifikke juridiske krav til materialer i Norge som oppleves som utfordrende. I dag eksisterer det ikke et godt nok system i regelverket for brukte byggevarer. Det medfører en del usikkerhet knyttet til sertifiseringen og dokumentasjonen av brukte materialer og bygningsdeler. Samtlige informanter trekker også fram at det kan være vanskelig å finne noen som kan "gå god for" brukte materialer. På en annen side kan man også betrakte regelverket som en pådriver ved at myndighetene gjennom lover og forskrifter har muligheter til å legge til rette for eller tvinge aktørene til å ta flere sirkulære økonomiske beslutninger.

Til tross for at myndighetene har lempet på noen av kravene til CE-merkede produkter er regelverket fortsatt en barriere. Flere av informantene etterlyser en rehabiliterings-TEK som vil kunne være en viktig driver for at flere i bransjen skal implementere sirkulære prinsipper i større grad. Det stilles også spørsmål til hvorvidt rehabiliterte bygg skal møte de samme kravene som nybygg. En av informantene tror at en av grunnene til at mange byggherrer beslutter å rive flere bygg enn nødvendig kommer av de strenge kravene, og at det kan koste like mye å rehabilitere som og bygge nytt. Denne påstanden blir bekreftet av Deloitte (2020) som viser til at byggeteknisk forskrift ikke gir gode nok incentiver til rehabilitering og effektiv arealbruk. En løsning for å få flere byggherrer til å gjennomføre sirkulær økonomiske byggeprosjekt kan derfor være å revidere TEK som legger til rette for rehabilitering og ombruk av byggematerialer.

## Tilgang på ressurser, markedsplass og logistikk

Litteraturen peker på at det er en mangel på digitale verktøy som fremmer sirkulær økonomi og som gir tilstrekkelig oversikt over tilgjengelige materialer og kvaliteten på disse (Deloitte, 2020). Funn fra de kvalitative intervjuene bekrefter også dette. En av informantene påpeker at denne mangelen skaper en del risiko og usikkerhet for byggherre og prosjekteringsleder med tanke på prosjektets fremdrift og

i prosjekteringen. Slik situasjonen er i dag, blir store deler av søket etter brukt og tilgjengelig materiale gjort manuelt, noe som både er tid- og kostnadskrevende. EMF (2015) påpeker at skiftet til en sirkulær økonomi krever innovative forretningsmodeller, som enten erstatter dagens lineære modeller eller griper nye muligheter. Det foreslås i litteraturen at bedrifter med betydelig markedsandel i den lineære verdikjeden kan spille en viktig rolle innenfor innovasjon i sirkulær økonomi. Dette underbygges også i funnene fra de kvalitative intervjuene. En av informantene påpeker at det er behov for et system med en sentral aktør som henter, lagrer og klassifiserer materialene, samt sørger for all nødvendig dokumentasjon knyttet til materialene for å bekjempe denne barrieren.

De første aktørene som implementerer den sirkulære tankegangen, kan oppleve dette som et konkurransefortrinn i bransjen. Funn i fra de kvalitative intervjuene påpeker at implementeringen av sirkulær økonomi i byggebransjen kan være et konkurransefortrinn, samt bidra til å skape nye forretningsmodeller. En av informantene forteller at det begynner å dukke opp en del ny innovasjon rundt det med sirkularitet og at det på sikt vil bli etablert nye markedet som dekker behovene i bransjen. Blant annet har to av prosjektene fått hjelp av Resirqel og Loopfront. Dette er to aktører i markedet som har spesialisert seg på sirkulær økonomi, ombruksrådgivning og materialforvaltning. Likevel er samtlige informanter tydelig på at det må komme flere aktører på banen for å lykkes med sirkulær økonomi i større skala. Markedsplasser er viktig både med tanke på å kunne kjøpe materiale, men også levere overskuddsvarer. En av informantene trekker frem at vi i Norge ikke har infrastruktur som er oppe og går i dag, slik at man må lete etter materiale fra prosjekt til prosjekt. Ser man til Danmark kan man handle brukt på nett, samt enkelt finne riktig dimensjon og type byggevare. Hadde man hatt like enkel tilgang på brukt materiale, vil et sirkulært økonomisk byggeprosjekt trolig ikke være så annerledes i forhold til et konvensjonelt byggeprosjekt. Samtidig beskriver litteraturen byggebransjen som digitalt umodent (Deloitte, 2020). Dette kan tyde på at det vil ta tid før behovet for digitale markedsplasser blir dekket, og før konvensjonelle byggeprosjekt og sirkulær økonomiske byggeprosjekt blir sidestilt.

## Risiko og kunnskapsmangel

Ifølge EMF (2015) må bedrifter bygge kjernekompetanse innen sirkulær produktdesign og produksjon for å muliggjøre gjenbruk, resirkulering og nedsirkulering av produkter. Funnene viser til at det er behov for kompetanseheving knyttet til gjenbruk. Dagens byggebransje er i dag preget av at mye av kunnskapene er flyttet fra håndverkerne til produksjonen. Gjenbruk vil i større grad kreve

bearbeidinger og samarbeid, for å oppnå gode løsninger. For å få til dette krever det spesialisert kompetanse og arbeidsmetoder som ikke er lett tilgjengelig i dag. Funn fra de kvalitative intervjuene støtter opp om dette. Ved å legge ned litt ekstra ressurser i de første sirkulære byggeprosjektene til bedriften, mener en av informantene at dette vil kunne bidra til at man får etablert gode systemer, kunnskap og erfaring. Likevel påpeker litteraturen at det finnes strukturelle barrierer knyttet til enkelte aktører med ulike interesser i bransjen som bidrar til at det er vanskelig å samarbeide om å oppnå sirkulære løsninger (Deloitte, 2020). For eksempel påpeker en av informantene at det er entreprenørene som har vært mest skeptisk til å implementere sirkulære løsninger. Det er blitt stilt spørsmål til hvordan man kan få det til og hvor komplisert det er å bygge på den måten. Det viste seg underveis i flere av prosjektene at grunnen til skepsisen var manglende kunnskap og erfaring med sirkulære løsninger.

Studier viser også til at det er generelt knyttet stor risiko til at opprinnelsen til ombruksmaterialer ofte vil være ukjent (Nordby, Bugge og Lia, 2018). Dette medfører at få eller ingen vil påta seg et ansvar dersom det senere skulle vise seg at bruken av dem innebærer ulempe eller tap for byggherre. En av informantene bekrefter også at skepsisen trolig har en sammenheng med at entreprenørene skal gå god for det som bygges. Det bør derfor etableres nye systemer og insentiver for hvem som skal ta ansvar for de brukte elementene og materialene. En løsning kan være å få opp en infrastruktur og profesjonelle materialbanker, som kan stå for garantien på komponentene og materialet. Et annet alternativ er at myndighetene kommer med garantier som minsker risikoen eller gir kompensasjon og støtteordninger (EMF, 2012).

Funn viser også til en manglende motivasjon blant entreprenører for å jobbe med ombrukt materiale, som for eksempel gamle rør og ventilasjonskanaler. Prosjekteringsleder 1 påpeker at dette førte til at arbeidstempoet gikk ned, fordi det var vanskelig å ha kontroll på de ulike delene, og at man måtte håndtere utstyr med ukurante størrrelser, og fordi rørene måtte rengjøres. Dette ble foreslått løst av prosjekteringsleder 1 ved at entreprenørene hadde vært tidligere på banen for å skaffe mer egnede brukte elementer. Deloitte (2020) påpeker at billige råvarer og byggemateriale gjør at det ikke er kultur for å tenke ressursoptimalisering. Dette blir også trukket fram av en av informantene som mener at entreprenører ofte liker å gjøre det de kan og gjør ofte, fordi det er når produksjonen er effektivt og smidig at man tjener penger. En løsning for å motvirke denne skepsisen er å teste ut sirkulær økonomi i mindre prosjekter og gjøre de ulike aktørene kjent med den måten å jobbe på. På sikt vil dette kunne bidra til at man får etablert gode rutiner knyttet til arbeid med sirkulære prinsipper.

Deloitte (2020) peker på at kunnskapen om sirkulær økonomi, sirkulære løsninger og forretningsmodeller ikke er god nok hos aktørene i bransjen. Dette bekreftes også av funn fra de kvalitative intervjuene. Det påpekes at det er viktig å sette av nok penger i budsjettet til rådgivertimer, fordi sirkulær økonomi er nytt for alle i bransjen, og at den manglende erfaringen og usikkerheten rundt hvordan ting skal løses er en stor barriere. For eksempel uttalte en av informantene at når man jobber med ombrukt materiale er det ikke like enkelt for entreprenør å hente inn priser fra leverandører. På grunn av usikkerheten blir det lagt til risikotillegg, og det kan være et hinder for at man får gjort noen ting. Det samme gjelder arkitektene som ikke får til å lage en fullstendig beskrivelse av prisgrunnlaget til entreprenør. Det blir derfor konkludert med at det anbefales at arkitektene går lengre sammen med entreprenør, og at man ikke kan forvente å få prisen på et så tidlig tidspunkt. Dette er med på å støtte funnene om nye gjennomføringsmodeller med fokus på samspill.

## Økonomi

Deloitte (2020) viser til at det er tidkrevende og fordyrende å benytte sirkulære materialer, samt å redusere svinn, skaffe nødvendige dokumentasjon, bedre avfallshåndtering og å rehabilitere framfor å bygge nytt. Dette blir også underbygget av samtlige informanter som mener at økonomi er en stor barriere i sirkulær økonomiske byggeprosjekter. Funn viser til at det er offentlige byggherrer som bør gå foran og utvikle sirkulær økonomiske byggeprosjekt, fordi det er politikerne som bevilger penger, og de er ikke like avhengig av en lønnsomhetsanalyse som de private byggherrene. Informanten tror derfor at mange private byggherrer vil kvie seg for å bygge etter sirkulære prinsipper med tanke på hvor ressurskrevende sirkulær økonomiske byggeprosjekter er. En måte å løse dette på er ifølge informanten at det må bli dyrere å kaste ting. Dette medfører at regnestykket og økonomien i byggeprosjekt må se annerledes ut.

En av informantene tror at det har vært en forventning i bransjen om at ombrukt materialer skal være billigere, men så snart man begynner å jobbe med det så skjønner man at bransjen ikke er rigget for det. Det vil si, demontering av materialet, hente materiale, rense materialet, oppbevare og frakte det til byggeplass. Dette medfører at produksjonslinjen av et sirkulært bygg i dag er tid- og kostnadskrevende. Informanten argumenterer for at bransjen må tåle at det per i dag er litt dyrere å ombruke materialer til man har fått etablert et marked som tilrettelegger for sirkulær økonomiske byggeprosjekt. Samtlige informanter deler denne oppfatningen, hvor en av informantene påpeker at det er holdninger i bransjen på at sirkulær økonomi medfører økte kostnader. En av informantene

bekrefter at denne påstanden nok er sann, men at dette kan bekjempes ved å få opp nok pilotprosjekter for å etablere kunnskap og erfaring i bransjen. Dersom man lykkes med dette, vil det kunne være et konkurransefortrinn for de som er tidlig ute med sirkulær økonomi. Trolig vil det bli mer etterspørsel etter sirkulær økonomiske byggeprosjekter de nærmeste årene, det vil dermed være en fordel å ha tilegnet seg kunnskap på området.

Litteraturen viser til flere forhold som kan bidra i overgangen fra en lineær økonomi til en sirkulær økonomi. EMF (2015) peker blant annet på at aktører vil trenge tilgang til finansiering- og risikostyringsverktøy for å støtte opp om kapitalinvesteringer. Myndigheter kan bidra gjennom kompensasjon og andre støtteordninger for å hjelpe bedrifter som investerer i nye forretningsmodeller, samt ved å garantere for noe av risikoen. Dette underbygges også av funn hvor samtlige mener at byggebransjen kan drives mot en mer sirkulær økonomi ved insitamenter. En av informantene mener at det må være noen fordeler med ombruk eller gjenbruk, kanskje økonomiske insentiver for å gjøre det, eller at det kommer inn under noe regelverk. Det påpekes også at selv om det er lempet på noen regler er ikke dette nok, og informanten mener at myndighetene må gå enda lenger. En panteordning for byggevarer kan fungere som et økonomisk insentiv for aktører, samt bidra til å gjøre ombruk og gjenvinning lettere i bransjen. Et annet alternativ kan være hvis myndighetene innfører en strengere økonomisk sanksjon ved avfallsproduksjon. Det kan da tenkes at flere byggherrer blir mer bevisste på å holde avfallsproduksjonen til det minimum for å unngå unødvendige kostnader.

**Oppsummering av forskningsspørsmål 4: Hvilke drivere og barrierer kan identifiseres i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt?**

	<b>Barrierer</b>	<b>Drivere og mulige løsninger</b>
<b>Regulatorisk og politisk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mangel på et godt nok system i regelverket for brukte byggevarer</li> <li>• Strengt regler som gjør at det kan koste like mye å rehabilitere som og bygge nytt</li> <li>• Usikkerhet rundt sertifisering av ombrukt materiale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opprette en egen rehabiliterings-TEK</li> <li>• Endre regelverket til å oppfordre til at bransjen skal implementere sirkulære prinsipper i større grad</li> <li>• Innføre insentiver for rehabilitering og effektiv arealbruk</li> <li>• Strengere myndighetskrav</li> <li>• Panteordninger</li> </ul>
<b>Økonomisk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Søket etter brukt og tilgjengelig materiale er tid- og kostnadskrevende.</li> <li>• Produksjonslinjen av et sirkulært bygg i dag er i dag like lang som ved å produsere nye produkter</li> <li>• Merkostnader som følge av omprosjektering</li> <li>• Risikopåslag som følge av høy usikkerhet og uforutsigbarhet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruke sirkulær økonomi som et konkurransefortrinn</li> <li>• Få opp nok pilotprosjekter for å etablere kunnskap og erfaring i bransjen.</li> <li>• Myndighetene kan bidra gjennom kompensasjon og andre støtteordninger hjelpe bedrifter som investerer i nye forretningsmodeller</li> <li>• Ordentlig markeds plass hadde tatt bort mye usikkerhet og risiko</li> <li>• Lempe på regler</li> <li>• Krav om ombruk fra myndighetene</li> <li>• Miljøforebygging</li> <li>• Offentlig byggherrer må gå foran</li> <li>• IDP som gjennomføringsmodell</li> </ul>

<b>Teknologisk</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mangel på digitale verktøy som fremmer sirkulær økonomi og som gir tilstrekkelig oversikt over tilgjengelige materialer og kvaliteten på disse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ny innovasjon rundt sirkularitet og at det på sikt vil bli etablert nye markedet som dekker behovene i bransjen.</li> <li>● Digitale plattformer som tar for seg hele verdikjeden, fra kartlegging og dokumentering, samhandling, logistikk og sørger for all nødvendig dokumentasjon knyttet til materialene</li> <li>● Deling av informasjon om tilgjengeligheten, kvaliteten, plassering av ombrukt materialer</li> </ul>
<b>Strukturelt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ulike aktører med ulike interesser gjør samarbeid vanskelig</li> <li>● Vanskelig å skrive kontrakt og fordele risiko</li> <li>● Garanti</li> <li>● Den tradisjonelle byggeprosessen er ikke rigget for sirkulære prosjekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Samspillsmodell, som f.eks IDP</li> <li>● Felles mål og belønning</li> <li>● Tverrfaglig samarbeid</li> <li>● God og motivert prosjekteringsledelse</li> <li>● Tidlig involvering av entreprenør og de prosjekterende</li> </ul>
<b>Kunnskap og kultur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Manglende erfaringen og usikkerheten rundt hvordan ting skal løses</li> <li>● Manglende etterspørsel</li> <li>● Høye timekostnader på produksjon</li> <li>● Billige råvarer og byggemateriale gjør at det ikke er kultur for å tenke ressursoptimalisering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Spesialisert kompetanse og arbeidsmetoder</li> <li>● Teste sirkulær økonomi i mindre prosjekter</li> <li>● Kontrahere rådgivere med erfaring og kunnskap om sirkulær økonomi</li> <li>● Interesseorganisasjoner</li> <li>● Få en klarere definisjon av sirkulær økonomi og retningslinjer</li> <li>● Legg til rette for effektiv produksjonslinje</li> </ul>

Tabell 11: Barrierer og mulige løsninger basert på litteraturstudiet og funn.

## 6. Konklusjon

Formålet med denne masteroppgaven var å finne ut hvordan prosjekteringsledelsen kan legge til rette for sirkulær økonomiske byggeprosjekt. Oppgaven skal bidra til ny kunnskap om sirkulær økonomi i byggebransjen og hvilken sentral rolle prosjekteringsledelsen kan ha for sirkulære byggeprosjekter. I dette kapitlet vil masteroppgavens problemstilling med utgangspunkt i fire forskningsspørsmål bli besvart. Besvarelsen er basert på eksisterende litteratur og funn fra kvalitativt intervju av utvalgte informanter. Avslutningsvis i kapitlet presenteres en anbefaling til videre forskning.

### 6.1 Konklusjon av problemstilling og forskningsspørsmål

Denne masteroppgaven har hatt som hensikt å besvare følgende problemstilling:

**“Hvordan kan prosjekteringsledelsen legge til rette for sirkulær økonomiske byggeprosjekter?”**

Funnene i denne masteroppgaven viser at sirkulær økonomi er et dagsaktuelt tema. For å nå klimamålene, er byggebransjen nødt til å endre tankegangen for hvordan man prosjekterer nye bygg og hva de gjør med den eksisterende bygningsmassen. Viktige tiltak for dette er å prosjektere sirkulære bygg, gjennom å tenke langsiktig og planlegge for lengre levetid, fremtidig ombygging og demontering av bygg. Dersom man lykkes med dette vil byggene kunne ha et lengre livsløp, og man kan klare å redusere avfall og klimagassutslipp.

Sirkulær økonomi er en ny tankegang for aktørene. Mangel på kunnskap, en entydig definisjon og få pilotprosjekter gjør det vanskelig å stille krav i tidligfasen. Det eksisterer ulike tolkninger av hva som anses som sirkulære prinsipper. Det viser seg at informantene ikke nødvendigvis omtaler at delingsøkonomi, tilpasningsdyktighet og laginndeling er en del av sirkulære prinsipper. De fleste informantene omtaler ombruk og prosjektering for demontering som sirkulære prinsipper. Dette bekrefter at det er behov for mer kunnskap og forståelse for konseptet sirkulær økonomi hos aktørene. Hvorvidt man kaller det sirkulært eller ikke, er muligens ikke så viktig. Det som er viktig for klimasituasjonen, er at man klarer å gjøre nytte av de materialene som allerede er i loopen ved å fokusere på å beholde verdien av elementer, produkter og materiale (EPMs).



Det å benytte seg av kriteriesettet til FutureBuilt er nyttig for å stille krav i tidligfasen, men også for å skape dialog i bransjen. I dag er det utfordrende å oppnå FutureBuilt sine kvantitative kriterier for ombrukt materiale. Dette skyldes mangel på organisert gjenbruk, lite tilgang på slikt materiale og økte kostnader. Dersom man prosjekterer for demontering, vil det kunne gjøre fremtidens bygninger til materialbanker, som vil gjøre ombruk enklere. For å lykkes med implementeringen av sirkulær økonomi i byggebransjen må det løses som et samarbeid i bransjen. Flere av de nevnte barrierene kan potensielt bli et konkurransefortrinn for de aktørene som implementerer den sirkulære tankegangen tidlig. Det er i tillegg en rekke muligheter for nye forretningsmodeller knyttet til gjenbruk av elementer og materialer. Offentlige og større bedrifter bør gå foran med pilotprosjekter, slik at det blir lettere for mindre bedrifter å følge etter. Krav fra myndighetene kan også fungerer som en driver for å få flere til å tenke sirkulært. Det må også etableres et system og infrastruktur med løsninger for ansvarsforhold og garantier.

Det å planlegge for sirkulære prinsipper i tidligfasen har stor betydning for hvor vellykket gjennomføringen blir. Årsaken til dette er fordi det vil påvirke prosjektet både med tanke på tid, kostnader og ressurser. Det å benytte seg av kriteriesettet til FutureBuilt eller hente inn rådgivere med kunnskap om sirkulær økonomi, er derfor viktige tiltak for å kunne sette riktig krav i tidligfasen. Det bør også velges en gjennomføringsmodell som oppfordrer til samspill og eierskap til prosessen og sluttresultatet hos alle aktørene. Prosjekteringsprosessen i et sirkulært økonomisk byggeprosjekt kan oppleves som kaotisk og uforutsigbar. Det er spesielt utfordrende for prosjekteringsledelsen å skaffe oversikt over alt som følge av en del nye momenter, endrede roller og uklare ansvarsområder. Byggebransjen er ikke rigget for å kunne prosjektere etter sirkulær økonomiske prinsipper. Tidslinjene og prosessen gjennom prosjektet vil derfor påvirkes av materialene, og det vil være et større behov for vurdering, omprosjektering og flere beslutningsrunder for klare de sirkulær økonomiske kravene. Det bør kartlegges behov og søke etter brukte bygningsdeler tidlig. Det er derfor behov for en ny fase i prosjekteringen; materialsøk og ombruksprosjektering. Denne fasen er foreslått å ligge mellom forprosjektet og detaljprosjekteringen.

Suksessfaktorene for prosjekteringsledelse kan ses i sammenheng med hvor vellykket et sirkulært økonomisk prosjekt er. Flere av informantene trekker frem at prosjektering for sirkulære bygg krever en egnet arbeidsmetodikk. Bruken av rammeverket VDC er anbefalt for å håndtere informasjonsflyt og grensesnitt i sirkulære byggeprosjekter. I VDC kan man blant annet gjennom teknologiske verktøy som

BIM optimalisere prosjekteringsprosessen, visualisere løsningene og få støtte til klimaberegninger. Rammeverket kan bidra til å legge til rette for bedre tverrfaglig samarbeid, en mer helhetlig forståelse for prosjektet og felles mål. For å kunne ta de riktige beslutninger om materialer og kostnader, vil det være viktig at prosjekteringslederen sørger for at relevant kompetanse, som at miljøkoordinator og entreprenør er involvert i tidligfasen. ICE har som formål å samlokalisere relevant kompetanse og beslutningstakere. Ved å benytte ICE-møter vil man kunne bli enige om gode tverrfaglige løsninger på stedet og unngå at beslutninger utsettes til senere. Dette vil være spesielt viktig med tanke på HMS og kunnskapsledelse. Prosjekteringsledelsen må også sørge for at det etableres gode rutiner for å håndtere og sortere informasjon om gjenbrukte materialer. Digitale tjenester eller systemer for å registrere brukte bygningsdeler vil kunne gjøre informasjonshåndteringen enklere.

Prosjekteringsledelsen må videre sørge for å effektivisere prosessen gjennom planlegging, beslutninger og risikostyring. Dette kan løses med metoder som involverende planlegging og LEAN. Teamledelse er viktig for å bygge ønsket kultur og for å lykkes med å nå de sirkulær økonomiske målene til prosjektet. God planlegging gjør prosjekteringsprosessen mer åpen og forutsigbar, slik at man kan prioritere det som er viktig innenfor rammene i prosjektet. Det er viktig at prosjekteringsledelsen sørger for at prosjektets mål og visjon blir forstått av alle aktørene og blir med i alle fasene. Prosjekteringsledelsen må sørge for at målene blir fulgt opp ved hjelp av målinger, slik at man kan evaluere fremdriften i prosjektet. Dette vil være spesielt viktig i sirkulær økonomiske byggeprosjekter der prosessen er iterativ og preget av uklare ansvarsoppgaver. Det bør derfor legges til rette for forutsigbare beslutningsprosesser og planer som tar hensyn til alle avhengighetene.

## 6.2 Videre forskning

Under arbeidet med oppgaven har det dukket opp en rekke temaer som kan være interessante å gjøre videre studie av:

- Hvor store miljøgevinster ombruk av de forskjellige elementene gir. I dag er det flere forhold som gjør at man muligens må transportere elementer eller materialer over lengre strekninger for å sertifisere dem. Det hadde vært interessant å undersøke hva de totale besparelsene med ombruk er med dagens marked.

- Sirkulær økonomi kan bidra til alle de tre hovedpunktene i bærekraft. Det hadde vært interessant å sett nærmere på hvilke samfunnsøkonomiske gevinster sirkulær økonomi kan bidra til. Sirkulær økonomi kan blant annet bidra til å skape lokale arbeidsplasser.
- Det burde også studeres hvilke muligheter det er for nye forretningsmodeller. Selv om det ikke er en stor etterspørsel etter sirkulære forretningsmodeller i dag, så vil trolig disse tjenestene bli mer og mer etterspurt.
  - Det er for eksempel behov for nye forretningsmodeller på områder som for eksempel registrering og sertifisering, nye IT-verktøy, demontering, kjøp og salg, logistikk og lagring, testing, bearbeiding og tilpasning.

# Referanser

Akanbi, L. A., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Ajayi, A. O., Delgado, M. D., Bilal, M., & Bello, S. A. (2018). Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. *Resources, conservation and recycling*, 129, 175-186.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.026>

Asker kommune (u.å) *FutureBuilt – et samarbeid for bærekraftige bygg og byområder*. Tilgjengelig fra: <https://www.asker.kommune.no/asker-mot-2030/futurebuilt/> (Hentet 07.05.2021)

Arge, K. og Landstad, K., (2002) *Generalitet, fleksibilitet og elastisitet i bygninger. Prinsipper og egenskaper som gir tilpasningsdyktige kontorbygninger*. Prosjektrapport 336 (Norges byggforskningsinstitutt)

Arup (2016) *The Circular Economy in the Built Environment*. Tilgjengelig fra:

<https://www.arup.com/publications/research/section/circular-economy-in-the-built-environment>  
(Hentet 03.04.2021)

Aurora Sustainability (2021). *Om å løse klimakrisen med sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra:

<https://www.aurorasustainability.com/blog/om-a-lose-klimakrisen-med-sirkulaer-okonomi-no>  
(Hentet 20.05.2021).

Avfall Norge (2016). *Avfalls- og gjenvinningsbransjens veikart for sirkulærøkonomi*. Tilgjengelig fra:

<https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/avfall-norge-no/dokumenter/2016-XX-Avfalls-og-gjenvinningsbransjens-veikart-for-en-sirkulaer-okonomi.pdf?mtime=20171005152839&focal=ne>

(Hentet 10.03. 2021).

BA (2015) *Lean i byggeprosjekter-Veileder*. Tilgjengelig fra:

<http://v1.prosjektnorge.no/files/ba2015/lean.pdf> (Hentet 04.06.2021)

BA (2016) *Veileder- Tidligfase i byggeprosjekter*. Tilgjengelig fra: [http://v1.prosjektnorge.no/site-](http://v1.prosjektnorge.no/site-content/uploads/2016/tidligfase.pdf)

[content/uploads/2016/tidligfase.pdf](http://v1.prosjektnorge.no/site-content/uploads/2016/tidligfase.pdf) (Hentet 05.05.2021)

Bjørberg, S. & Salaj, A., S. (2019) *For å nå klimamål må livsløpet få mer oppmerksomhet*.

Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1391930> (Hentet 03.02.2021)

Brand S (1994) *How Buildings Learn: What Happens after they're Built*, Penguin, Great Britain.

Bråthen, S., Laingen, M., Torgersen, P. og Woldseth, M. K. (2020). *Samspillprosjekter i bygg- og anleggsbransjen*, Trondheim: Ex ante akademisk forlag.

Byggemiljø (2009). *Nødvendig kompetanse for prosjekterende, prosjekteringsledere og prosjektledere for miljøriktig prosjektering av bygninger*. Tilgjengelig fra:

<http://v1.prosjektnorge.no/files/pages/358/kompetanse-i-miljoriktig-prosjektering-251010.pdf>

(Hentet 12.05.2021)

Bygg21 (2015a). *Veileder for fasenormen "Neste steg"- Et felles rammeverk for norske byggeprosesser*. Tilgjengelig fra: <https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/veileder-for-stegstandard-ver-1.2-med-logoer-201116.pdf> (Hentet 30.05.2021)

Bygg21 (2015b). *Neste Steg i korte trekk*. Tilgjengelig fra: [https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/nestesteg\\_kortversjon-1.pdf](https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/nestesteg_kortversjon-1.pdf) (Hentet: 31.05.2021).

Bygg 21 (2018). *10 kvalitetsprinsipper for bærekraftige bygg og områder*. Tilgjengelig fra:

[https://www.bygg21.no/contentassets/ac0a9a5a0f59441ca160bdbff05c018a/33019\\_delrapport-3a\\_digitalt.compressed.pdf](https://www.bygg21.no/contentassets/ac0a9a5a0f59441ca160bdbff05c018a/33019_delrapport-3a_digitalt.compressed.pdf) (Hentet 20.02.2021)

Bygg21 (2019). *Gode bygg og områder har lang levetid*. Tilgjengelig fra:

<https://www.bygg21.no/rapporter-og-veiledere/10-kvalitetesprinsipper-for-barekraftige-bygg-og-omrader/6.-gode-bygg-og-omrader-har-lang-levetid/> (Hentet 20.02.2021)

Byggalliansen (2021). *Ombruk i byggeprosjekter*. Tilgjengelig fra:

<https://byggalliansen.no/kunnskapssenter/ombruk-i-byggeprosjekter/#1613729332678-9dc3fef9-b058> (Hentet 20.05.2021).

Cheshire, D. (2016). *Building revolutions: applying the circular economy to the built environment*, Newcastle upon Tyne: RIBA Publishing.s.4

Circle Economy (2019). *Building value -A pathway to circular construction finance*. Tilgjengelig fra:

<https://www.circle-economy.com/resources/building-value> (Hentet 15.03.2021)

Creswell, J. W. (2009). *Research Design - Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 3. utg. SAGE Publications: Thousand Oaks.

Crowther, P. (2005). Design for disassembly—Themes and principles. *Environment Design Guide*, 1-7. Tilgjengelig fra: <https://eprints.qut.edu.au/2888/1/Crowther-RAIA-2005.PDF> (Hentet 20.02.2021).

Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter*. 5. utg. Oslo: Gyldendal.

Dammerud, H. S., Mogstad, N. A., Aslesen, S., og Bølviken, T. (2013). *Involverende planlegging i prosjektering*. PDF. Veidekke

Deloitte (2020). *Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi- Oppsummerende rapport, 3. september 2020*. Tilgjengelig fra: [https://www.regjeringen.no/contentassets/70958265348442759bed5bcbb408ddcc/deloitte\\_kunnska\\_psgrunnlag-sirkular-okonomi\\_oppsummerende-rapport.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/70958265348442759bed5bcbb408ddcc/deloitte_kunnska_psgrunnlag-sirkular-okonomi_oppsummerende-rapport.pdf) (Hentet 28. februar 2021).

DFØ (2021). *Miljøkoordinator*. Tilgjengelig fra: <https://kriterieveiviseren.difi.no/nb/content/nb-miljokoordinator-0> (Hentet 20.05.2021)

DIKB (2021). *Prosjekteringsprosessen*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/Templates/DIBK/Pages/Veiledninger/Print/PrintChapter.aspx?chapterId=29198> (Hentet 8. mars 2021).

Eberhardt, L. C. M., Birkved, M., & Birgisdottir, H. (2020). Building design and construction strategies for a circular economy. *Architectural Engineering and Design Management*, 1-21. doi:10.1080/17452007.2020.1781588

EMF (2013). *Towards the Circular Economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Elle-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>

EMF (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*. Tilgjengelig fra:

[https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE\\_Ellen-MacArthur-Foundation\\_9-Dec-2015.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_9-Dec-2015.pdf) (Hentet 28. februar 2021)

EMF (u.å). *The circular economy in detail*. Tilgjengelig fra:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail> (Hentet 05.05.2021)

EMF, (u.å-b) *Mission and vision*. Tilgjengelig fra: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/our-story/mission> (Hentet 05.05.2021)

Emmit, S. (2007). *Design Management for Architects*. Oxford: Blackwell Publishing

Emmit, S. (2014). *Design Management for Architects*. 2. utg. Chichester: WILEY Blackwell

Evjenth, A. Sandvik, P. Almås, A. Bjørberg, S. (2011). *Grunnlag for, og krav om, utbedring av eksisterende bygninger*. Tilgjengelig

fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/08f0f11f930e427babc7b38c965710ae/utbedringeksisterendebygninger.pdf?id=2253545> (Hentet 18.03.2021)

Fisher, M. (2011). " *Virtual Design and Construction*": CIFE.

Fufa, S. M., & Mellegård, S. E. (2020). *Delingsøkonomi i byggeprosessen. Definisjoner, tiltak og eksempler*. SINTEF Notat.

Fufa, S. M., Flyen, C., & Venås, C. (2020). Grønt er ikke bare en farge: Bærekraftige bygninger eksisterer allerede. *SINTEF Fag*.

Fufa, S. F. og Mellegård, S. (2020). *Delingsøkonomi i byggeprosessen*. Tilgjengelig fra:

<https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2670358/SINTEF%2bNotat%2b%2b34.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Hentet 20.01.2021).

FutureBuilt (2020). *FutureBuilts kriterier for sirkulære bygg*. Tilgjengelig fra:

<https://www.futurebuilt.no/content/download/17947/112722> (Hentet 13.01.2021)

Geissdoerfer, M., et al. The circular economy – a new sustainability paradigm J. Clean. Prod., 143 (2017), pp. 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Grimsmo, E. (2008) *Hvordan unngå prosjekteringsfeil*. Trondheim: Trondheim Næringsbygg.

Halvorsen, K. (2008). *Å forske på samfunnet - En innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Cappelen Damm: Oslo.

Hansen, G. K. (2019). *Samspillet i byggeprosessen*. Fagbokforlaget: Bergen

Holtermann, M. (2016). *Kvalitativ metode*. Tilgjengelig fra:

<https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/kritisk-vurdering/kvalitativ-metode>.

(Hentet 21. oktober 2020)

Ibenholt, K. Frisell, M.M. Gobakken, L.R. Hegnes, A.W. Wallbækken, M. M (2020)

*Samfunnsøkonomisk analyse av redusert avfall i byggebransjen* (ISBN-nummer: 978-82-8395-073-1 ).

Direktoratet for byggkvalitet DiBK Oslo. Tilgjengelig

fra:<https://static1.squarespace.com/static/576280dd6b8f5b9b197512ef/t/5ece74e01918df58751ef858/1590588661416/R7-2020+Samfunnsøkonomisk+analyse+av+redusert+avfall+i+byggebransjen.pdf>

(Hentet 10.02.2021)

INPRO (2017). *INPRO - Integrert metodikk for prosjekteringsledelse*. Tilgjengelig fra:

<https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2017/12/INPRO-sluttrapport-2017.pdf> (Hentet

04.03.2021)

Jacobsen, D. I., (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. 3. utgave. Oslo: Cappelen Damm

Johannessen, A., Tufte, P. A. og Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 4. utg. Oslo: Abstrakt

Johannessen, A., Kristoffersen, L. & Tufte P. A. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 5. utg. Oslo: Abstrakt forlag.

Kelly, M, Burke, K & Gottsche, J. (2019). Exploring material circularity opportunities for a construction-SME on small-scale projects in Ireland. IOP conference series. *Earth and environmental science*, 225(1), p.12066. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012066>



Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling*, 127, 221-232.

Knotten, V., & Svalestuen, F. (2014). Implementing Virtual Design and Construction (VDC) in Veidekke-Using Simple Metrics to Improve the Design Management Process. *Paper presented at the Proceedings of the 22nd Annual Conference of the International Group For Lean Construction*.

Knotten, V. (2018). *Building design management in the early stages*. Doktorgradsavhandling

Kubbinga, B., Bamberger, M., Van Noort, E., Van den Reek, D., Blok, M., Roemers, G., ... & Faes, K. (2018). A framework for circular buildings—indicators for possible inclusion in BREEAM. Circle Economy, DGBC, Metabolic and SGS, Netherlands, 52. Tilgjengelig fra:

[https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/5dea6b3713854714c4a8b755\\_A-Framework-For-Circular-Buildings-BREEAM-report-20181007-1.pdf](https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/5dea6b3713854714c4a8b755_A-Framework-For-Circular-Buildings-BREEAM-report-20181007-1.pdf) (Hentet 20.02.2021)

Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D., & Ballard, G. (2006). A guide to applying the principles of virtual design & construction (VDC) to the lean project delivery process. *CIFE, Stanford University, Palo Alto, CA*. Tilgjengelig fra:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.499.7736&rep=rep1&type=pdf> (Hentet 20.02.2021).

Kunz, J. and M. Fischer (2009). Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions. *CIFE Working Paper #097 Version 10: October 2009, Stanford University*.

Kunz, J., & Fischer, M. (2012). Virtual design and construction: themes, case studies and implementation suggestions. *Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University*. Tilgjengelig fra: [https://stacks.stanford.edu/file/druid:gg301vb3551/WP097\\_0.pdf](https://stacks.stanford.edu/file/druid:gg301vb3551/WP097_0.pdf) (Hentet 23.03.2021)

Larsen, A., & Bjørberg, S. (2007). Livsløpsplanlegging og tilpasningsdyktighet i bygninger. *KOBE rapport, 116042*, 400.

Leikvam, G., Olsson, N. (2014). *Eiendomsutvikling*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS

Leland, B. N. (2008). *Prosjektering for ombruk og gjenvinning*. Tilgjengelig fra [:http://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26\\_Prosjektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf](http://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26_Prosjektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf) (Hentet 02.03.2021)

Malt, U. og Tjernshaugen, A. (2019). *Kvalitativ*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/kvalitativ>. (Hentet 21.04.2021).

Meland, Ø. (2000). *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen*. Doktorgradsavhandling. NTNU.

Nordby, A.S & Wærner, E. R (2017). *Hvordan planlegge for mindre avfall-En veileder for å redusere avfallsgenerering i byggprosjekter*. Tilgjengelig fra :

[https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/07/NGBC\\_veileder\\_Hvordan-planlegge-for-mindre-avfall.pdf](https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/07/NGBC_veileder_Hvordan-planlegge-for-mindre-avfall.pdf) (Hentet 04.03.2021).

Nordby, A.S, Bugge, L. og Lia, A. M. (2018). *Utredning av barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer og tekniske installasjoner i bygg*. Tilgjengelig fra: <https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2018/10/NHP-Barrierer-for-ombruk-v4.pdf> (Hentet 18.02.2021).

Mandujano R, M. G., Alarcón, L., Kunz, J., & Mourgues, C. (2015). *Use of virtual design and construction, and its inefficiencies, from a lean thinking perspective*. Paper presented at the Proceedings of the 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Perth, Australia. Tilgjengelig fra: [https://www.researchgate.net/publication/282574808\\_USE\\_OF\\_VIRTUAL\\_DESIGN\\_AND\\_CONSTRUCTION\\_AND\\_ITS\\_INEFFICIENCIES\\_FROM\\_A\\_LEAN\\_THINKING\\_PERSPECTIVE](https://www.researchgate.net/publication/282574808_USE_OF_VIRTUAL_DESIGN_AND_CONSTRUCTION_AND_ITS_INEFFICIENCIES_FROM_A_LEAN_THINKING_PERSPECTIVE) (Hentet 19.03.2021)

Miljødirektoratet. (2018). *Sirkulære bygg*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/kutte-utslipp-av-klimagasser/klimasats/2018/sirkulare-bygg/> (Hentet 20. 02.2021)

Minunno, R., O'Grady, T., Morrison, G. M., Gruner, R. L., & Colling, M. (2018). Strategies for applying the circular economy to prefabricated buildings. *Buildings*, 8(9), 125. DOI: [10.3390/buildings8090125](https://doi.org/10.3390/buildings8090125)

Multiconsult & Byggemiljø (u.å). *Veiledning til Tilpasningsdyktighet*. Tilgjengelig fra:

<http://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/12/Tilpasningsdyktighet-Byggemilj.veileder-04.11.08.pdf> (Hentet 06.03.2021)

NDLA (2018). *TONE - strategi for kildekritikk*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/subject:14/topic:1:185701/resource:1:169741?filters=urn:filter:80f10045-2faa-4f6f-be0f-4c7ec9618186> (Hentet 20.05.2021)

NSD (u.å). *Fylle ut meldeskjema for personopplysninger*. Tilgjengelig fra: <https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/> (Hentet 03.03.2021).

PROBY ( 2013). *Prosjekteringsledelse i byggeprosjekter*, PROBY Hovedrapport, Oslo: Prosjekt Norge.

Persvold, A.Z (2019). *Resirkulering*. Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/resirkulere> (Hentet 20.05.2021)

Postholm, M.B. (2010). *Kvalitativ metode: en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier 2. utg.*, Oslo: Universitetsforlag

Regjeringen (2016). *Sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2015/des/sirkular-okonomi/id2470468/> (Hentet 15.05.2021)

RIF (2019). *Samspill i bygge- og anleggsprosjekter. Veiledning og kontraktssmaler*. Tilgjengelig fra: <https://www.rif.no/wp-content/uploads/2019/11/Veileder-samspill-RIF-AiN-nov-2019.pdf> (Hentet 29.05.2021)

Røsdal, T., and Ørstavik, F. (2011). *Kommunikasjon i byggeprosjekter*. NIFU, Oslo. Tilgjengelig fra: <https://nifu.brage.unit.no/nifu-xmlui/handle/11250/282005> (Hentet 07.05.2021)

Samset, K., (2015). *Prosjekt i tidligfasen*. 2 utg. Fagbokforlaget: Bergen

SNL (2014). *Produkt*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/produkt> (Hentet 27.05.2021)

SNL (2019). *Bygningsmateriale*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/bygningsmaterialer> (Hentet 27.05.2021)

Strand, S. S. (2020). - *Byggenæringen blant de viktigste sektorene for grønn, sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/byggenaeringen-blant-de-viktigste-sektorene-for-gronn-sirkulaer-okonomi/1427811/> (Hentet 24.03.21).

Thelen, D., Van Acoleyen, M., Huurman, W., Thomaes, T., van Brunschot, C., Edgerton, B., & Kubbinga, B. (2018). *Scaling the Circular Built Environment: Pathways for Businesses and Government*. *World Business Council for Sustainable Development: Geneva, Switzerland*. Tilgjengelig fra : [https://docs.wbcsd.org/2018/12/Scaling\\_the\\_Circular\\_Built\\_Environment-pathways\\_for\\_business\\_and\\_government.pdf](https://docs.wbcsd.org/2018/12/Scaling_the_Circular_Built_Environment-pathways_for_business_and_government.pdf) (Hentet 23.03.2021)

Tjora, A. (2010). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Oslo: Cappelen Damn

Tjora, A. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 3. utgave. Oslo: Cappelen Damn

UNEP (2020) *2020Global status report for buildings and construction- Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector and construction sector* . Tilgjengelig fra: [https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR\\_FULL%20REPORT.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf) (Hentet 13.02.2021)

Universitetet i Bergen og Språkrådet (2021). *Element*. Tilgjengelig fra: <https://ordbok.uib.no/perl/ordbok.cgi?OPP=element> (Hentet 31.02.2021).

Westgaard, H., Arge, K. og Moe, K. (2010). *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse*. Rapport til Byggekostprogrammet, januar 2010.

Yin, R.K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods*. 4th Edition, Sage Publications: Thousand Oaks.

Østby-Deglum, E., Svalestuen, F. og Drevland, F., (2013). *Prosjekteringsledelse - teoretisk grunnlag*. Akademika forlag: Trondheim

Wilson, J. (2014). *Essentials of Business Research – A Guide to Doing Your Research Project*. 2. utg. London: SAGE Publications.

3XN (2016). *Building a Circular Future*. Tilgængelig fra:

<https://issuu.com/3xnarchitects/docs/buildingacircularfuture> (Hentet 01.03.2021).

3XN Architects (2019). *Building a Circular Future*. 3. udg. Danish Environmental Protection Agency,

Danmark. Tilgængelig fra: [http://grafisk.3xn.dk/CAC/BuildingACircularFuture\\_3ed.pdf](http://grafisk.3xn.dk/CAC/BuildingACircularFuture_3ed.pdf) (Hentet 29.02.2021).

# Vedlegg

# Vedlegg 1: FutureBuilts kriterier for sirkulære bygg



KLIMAVENNIG  
ARKITEKTUR  
OG BYUTVIKLING

## FutureBuilts kriterier for sirkulære bygg

V 2.0 – 16.03.20

Notatet inneholder *Kriterier for sirkulære bygg i FutureBuilt*. Den første versjonen av kriteriene ble utgitt jan 2019, og var basert på diskusjoner mellom FutureBuilt, Asplan Viak og SINTEF Byggforsk. Versjon 2.0 er en revidert utgave, etter innspill fra en rekke aktører i eget innovasjonsverksted 21.11.2019 og påfølgende innspills-møte 06.01.2020. Notatet er ført i pennen av Anne Sigrid Nordby fra Asplan Viak.

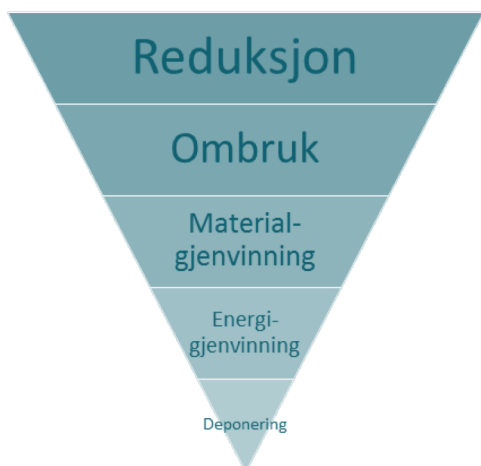
FutureBuilt ønsker at kriteriene skal føre til bevisstgjøring og være enkle å anvende. Det er også et mål å koble kriteriene til allerede etablerte norske standarder og veiledninger. Hensikten er å motivere til ombruk og sirkulære prinsipper ved rehabilitering, rivning og nybygg og sette en standard for hva som bør være ambisjonsnivået for et sirkulært bygg.

<b>1. INTRODUKSJON .....</b>	<b>2</b>
<b>2. KRITERIER .....</b>	<b>3</b>
2.1. Miljøbasert beslutning om rehabilitering eller rivning.....	4
2.2. Ressursutnyttelse i rive- og byggefase .....	4
2.3. Ombruk av bygningsdeler .....	5
2.4. Ombrukbarhet.....	6
2.5. Endringsdyktighet.....	7
<b>3. KILDER .....</b>	<b>8</b>

## 1. INTRODUKSJON

Sirkulærøkonomiske prinsipper har som mål å holde produkter, komponenter og materialer på sitt beste nyttenivå og med høyeste verdi til enhver tid, ved å lukke material- og energisløyfer, redusere omløpshastigheten og effektivisere ressursbruken. (Fritt etter Ellen MacArthur Foundation).

*Avfallsspyramiden* illustrerer prioriteringene i norsk avfallspolitikk og EUs rammedirektiv for avfall. Her settes *reduksjon* høyest, foran direkte *ombruk*, som igjen prioriteres foran *materialgjenvinning*. Nederst i pyramiden er energiutnyttelse og deponi. I Norge kildesorteres en relativt høy andel av byggavfallet i dag, og mesteparten av avfallet går til materialgjenvinning og energigjenvinning. EU har satt mål om 70% ombruk og materialgjenvinning i 2020 (Miljødirektoratet 2019).



Prinsippene i pyramiden kan overføres til bygg på flere nivåer;

*Reduksjon* innebærer å planlegge bygg på en slik måte at man reduserer ressursbruk og avfallsgenerering. Redusert ressursbruk kan oppnås ved å bygge arealeffektivt og med høy utnyttelsesgrad, for eksempel ved sambruk. Redusert avfallsgenerering kan oppnås ved å sikre at bygget, komponentene og materialene får lang levetid. To strategier for lang levetid er å prosjektere for endringsdyktighet (av hele bygg) og for ombrukbarhet (av komponenter). Jevnlig vedlikehold er også en form for avfallsreduksjon, ettersom det på sikt reduserer behovet for større inngrep.

*Ombruk* kan bety å bevare/rehabiliterer et bygg framfor å rive det, eller å anvende brukte komponenter om igjen. En eventuell beslutning om å rive et bygg bør baseres på en grundig vurdering ift total ressursbruk. Den mest miljøvennlige formen for ombruk er vanligvis å bevare, reparere, rehabiliterer eller transformere bygget på en slik måte at mest mulig av de opprinnelige komponentene beholdes på opprinnelig plass og til samme bruk.. Denne formen for ombruk vil i det følgende betegnes som *rehabilitering*, og omfatter da tiltak som ligger i spennet mellom enkelt vedlikehold/repasasjon og full transformasjon av bygget, f.eks ved å strippe det ned til bærekonstruksjonen.

Dersom man demonterer komponenter, kan de ombrukes i samme bygg eller i andre prosjekter og til andre formål. En form for ombruk er å gi brukte komponenter ny verdi gjennom bearbeiding og produktutvikling - såkalt oppsirkulering eller upcycling.

Bygningsdeler som bør prioriteres for tiltak, er komponenter basert på materialer med høy miljøinvestering (energibruk, utslipp osv.) ved framstilling, materialer fra begrensede og ikke-fornybare råvarekilder samt komponenter med typisk høy utskiftingstakt. For mer informasjon om miljøbelastninger ved framstilling av materialer, se Grønn Materialguide (GBA og Context 2017).



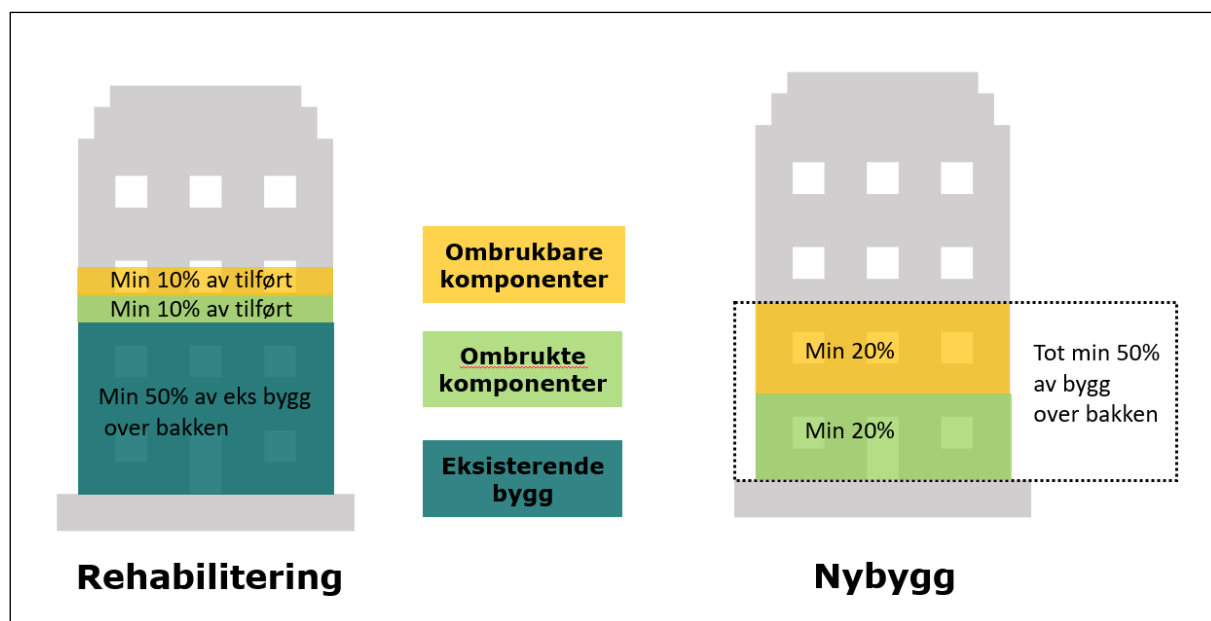
## 2. KRITERIER

Et sirkulært bygg skal legge til rette for ressursutnyttelse på høyest mulig nivå, og bestå av minst 50 prosent ombrukte og ombrukbare komponenter.

Kriteriene er utdypet i fem punkter:

1. Miljøbasert beslutning om rehabilitering eller rivning
2. Ressursutnyttelse i rive- og byggefase
3. Ombruk av komponenter
4. Ombrukbarhet
5. Endringsdyktighet

Punkt 2, 3, 4 og 5 må svares ut for alle prosjekter. Punkt 1 skal i tillegg svares ut der det finnes eksisterende bygg på tomten.



Figuren illustrerer kvantitative krav til ombruk og ombrukbarhet for sirkulære bygg (ref. kap. 2.3 og 2.4).

## 2.1. Miljøbasert beslutning om rehabilitering eller rivning

### Kriterier

- *Der det finnes eksisterende bygg på tomten, skal det gjennomføres en grundig vurdering for å avgjøre hva som er det miljømessig sett beste alternativet ift spørsmålet om fortsatt vedlikehold og reparasjon, grad av rehabilitering eller rivning.*
- *Vurderingen skal gjennomføres av et tverrfaglig team av rådgivere og også utførende, slik at alle fordeler og ulemper ved alternativene kommer fram.*

### Dokumentasjonskrav

- *Det skal gjøres rede for hvordan man har vurdert og konkludert ift spørsmålet om rehabilitering eller rivning.*

### Formål og strategier

Bevaring eller rehabilitering av bygg medfører vanligvis lavere miljøbelastninger enn rivning og nybygg. Derfor bør det være tungtveiende grunner for å velge rivning. En grundig vurdering rundt denne beslutningen har som formål å motivere til å velge bevaring og rehabilitering der dette er mulig, og til bevisstgjøring av de miljømessige fordeler og ulemper ved alternativene.

En rekke faktorer vil kunne ha innvirkning på hva som er den miljømessig sett beste løsningen i en gitt situasjon. Behov for energieffektiv bygningskropp kan gå på bekostning av ønske om bevare komponenter i klimaskallet, og arealeffektivitet knyttet til ny bruk kan bli dårlig ved ombruk av et bygg som er planlagt til et helt annet formål. Tomtens utnyttelsesgrad og beliggenhet ift trafikkmønster er en annen overordnet føring som vil kunne ha betydning for transportrelaterede utslipp i byggets driftsperiode. Disse faktorene bør drøftes på en helhetlig måte. Deler av denne utredningen kan evt. gjennomføres vha livsløpsanalyse (LCA).

For mer informasjon om vurderinger knyttet til rehabilitering og rivning, se tipsheftet; Tenk deg om før du river (GBA 2019).

## 2.2. Ressursutnyttelse i rive- og byggefase

### Kriterier

#### Rivefase

- *Det skal gjøres rede for hvordan ressursutnyttelse i rivefase er planlagt og gjennomført.*
- *Omrubbare komponenter skal kartlegges mtp potensialet for ombruk tidlig i prosjektet, slik at materialverdiene synliggjøres for de prosjekterende.*
- *Omrubbare komponenter som ikke benyttes i prosjektet, skal tilgjengeliggjøres for eksterne interessenter eller søkes levert tilbake til produsent.*
- *Det må avsettes tilstrekkelig tid til selektiv rivning/ skånsom demontering og krav om rivemetode må innarbeides i anbudsdokumenter og kontrakter. Demontering og sikring av komponenter for ombruk spesifiseres i rivebeskrivelsen, og det settes krav til oppgaveforståelse og referanser ved tildeling av kontrakt.*

#### Byggefase

- *Det skal gjøres rede for hvordan ressursutnyttelse i byggefase er planlagt og gjennomført.*
- *I byggefase skal avfall søkes minimert. Kapp, svinn, emballasje samt feilbestilte produkter og overskuddsvarer skal i størst mulig grad begrenses. Der det likevel oppstår, skal det settes inn tiltak for å utnytte disse ressursene.*
- *Nye produkter (feilbestillinger og overskuddsvarer) skal ikke kastes, disse skal enten leveres tilbake til produsent, eller tilgjengeliggjøres for interne og eksterne interessenter.*

## Dokumentasjonskrav

- *Dokumentasjonen skal følge dokumentasjonskravet til Breeam-krav Wst 01, punkt 7.*

## Formål og strategier

Formålet er å bevare mest mulig materialressurser intakte og på et høyest nivå iht gjenbrukspyramiden i både rive- og byggefase. For nærmere beskrivelse av strategiene, se (NGBC 2017) og (WRAP 2009)

## 2.3. Ombruk av bygningsdeler

### Kriterier

- *Til sammen skal minst 50 % av komponentene i prosjektet, (regnet etter vekt, eks grunn og fundament) være ombrukte eller ombrukbare iht. pkt. 2.3 og 2.4. Det er opp til prosjektet å definere tilnærming og fordeling på ulike tiltak.*
- *I nybygg skal minst 20 % av komponentene (regnet etter vekt, eks grunn og fundament) være ombrukte, og ombruk skal gjennomføres for min. 10 komponenttyper, definert som ulike bygningsdeler iht. bygningsdelstabellen, 2-sifret nivå.*
- *I rehabiliteringsprosjekter skal minst 50% av eksisterende bygningskonstruksjoner ivaretas (regnet etter vekt, eks grunn og fundament). Ivaretagelse av eksisterende bygningskonstruksjoner teller som ombruk i ombruksregnskapet. I tillegg skal minst 10% av komponentene som tilføres bygget være ombrukte, og ombruk skal gjennomføres for min. 5 komponenttyper, definert som ulike bygningsdeler iht bygningsdelstabellen, 2-sifret nivå.*
- *Lokal gjenvinning av masser kommer i tillegg.*

### Dokumentasjonskrav

- *Ombrukt mengde og type komponenter oppgis som vekt og prosentandel av byggets vekt*
- *Tallfesting baseres, så langt det lar seg gjøre, på spesifikk vekt av komponenter inkludert tekniske installasjoner.*
- *Prosedyrer for kvalitetssikring og material-dokumentasjon beskrives. Kvalitet og egenskaper skal dokumenteres på en slik måte at bygningsdelene tilfredsstiller kravene i TEK og byggeveredirektivet (DOK).*

### Formål og strategier

Prosjektering av rehabilitering og nybygg med brukte komponenter innebærer ofte en vesentlig reduksjon av klimagassutslipp i prosjektet. I tillegg hindres uttak av nye ressurser, og avfallsmengder reduseres. Ombruk kan også begrunnes med bevaring av historisk verdifulle bygninger og bygningsdeler. Innovativ ombruk eller upcycling kan i tillegg signalisere et nytt miljøvennlig tankesett.

Brukte komponenter kan anskaffes fra eget bygg ved rehabilitering, fra andre bygg (fortrinnsvis lokalt) eller fra en tredjepartsleverandør/ bruksalg. Komponenter som skal ombrukes bør ha god teknisk kvalitet (lang nok restlevetid til å rettferdiggjøre ombruk).

Komponenter med innhold av helse- og miljøfarlige stoffer skal som hovedregel ikke ombrukes, men tas ut av kretsløpet. Det forutsettes at dette ivaretas gjennom (pålagt) miljøsanering av bygg før rehabilitering/ rivning.

For eksempler og nærmere beskrivelse av strategier og forutsetninger, se (Sintef 2014), (NHP 2018), (Widenoja et al. 2018) og (Team Resirqel 2019)

## 2.4. Ombrukbarhet

### Kriterier

- *Til sammen skal minst 50% av komponenter i prosjektet være ombrukte eller ombrukbare iht pkt 2.3 og 2.4. Det er opp til prosjektet å definere tilnærming og fordeling på ulike tiltak.*
- *I nybygg skal minst 20 % av komponentene være ombrukbare, regnet etter vekt. Tiltak skal gjennomføres for min. 10 komponenttyper, definert som ulike bygningsdeler iht bygningsdelstabellen, 2-sifret nivå.*
- *I rehabiliteringsprosjekter skal 10 % av komponentene som tilføres bygget være ombrukbare, og tiltakene skal gjennomføres for min. 5 komponenttyper.*

### Dokumentasjonskrav

- *Ved prosjektering av sirkulære bygg må det gjøres rede for hvordan strategier for ombrukbarhet er anvendt. For at en komponent skal kunne regnes som ombrukbar, må det som et minimum anvendes;*
  - *Robuste og homogene materialer uten helse- og miljøskadelige stoffer*
  - *Reversible forbindelser mellom komponenter slik at de kan demonteres uten skade*
  - *Lagdelt konstruksjon slik at komponenter kan demonteres uavhengig av tilliggende lag*
- *For at en komponent skal kunne regnes som ombrukbar må det være tilgjengelig følgende informasjon:*
  - *FDV dokumentasjon*
  - *EPD (der det finnes)*
  - *Informasjon om byggesystemet med anvisning for demontering*
  - *Entydig merking av komponenter (der det er mulig og relevant)*
  - *Merkede, synlige og tilgjengelige festepunkter (der det er relevant)*

### Formål og strategier

Prosjektering for ombruk innebærer å planlegge bygg på en slik måte at komponenter kan demonteres og ombrukes ved rehabilitering og rivning, enten lokalt i samme bygg eller eksternt i et nytt bygg. På den måten vil materialressursene kunne få en lang levetid. En rekke strategier og tiltak kan bidra til å gjøre en komponent ombrukbar;

Strategier	Løsning / tiltak
<b>Robust materialvalg</b>	Minimer antall ulike materialer og komponenter
	Velg homogene materialer (monomaterialer), der alle bestanddeler består av samme materiale.
	Benytt bestandige materialer og komponenter som kan ombrukes i flere generasjoner bygg
	Unngå bruk av helse- og miljøskadelige stoffer (selv om mengden stoffer er innenfor tillatte grenseverdier), og unngå overflatebehandlinger der dette ikke er nødvendig for å redusere slitasje eller nedbrytning av materialene.
	Benytt moduldesign, standard dimensjoner og lav kompleksitet på komponenter og bygningsdeler.
<b>Fleksible forbindelser</b>	Benytt reversible forbindelser mellom komponenter og mellom bygningsdeler, f.eks skruer og bolter. Unngå sveising, lim, sparkel og fugemasser/skum. Bruk (svak) kalkmørtel framfor sementmørtel ved murung.
	Minimer antall ulike forbindelsesmidler, og planlegg for bruk av vanlig verktøy
	Benytt komponenter og bygningsdeler med tilpassede toleranser for gjentatt demontering og remontering
	Prosjekter de konstruktive lagene som uavhengige systemer, og arranger lagene i henhold til forventet levetid for komponentene

<b>Tilgjengelig informasjon</b>	Merk materialer og komponenttyper
	Merk festepunkter og sørg for at disse er synlige og tilgjengelige
	Materialpass (informasjon om produkter og materialer, bl.a. EPD, vedlikeholdsråd og informasjon om byggesystem med demonteringsanvisning), samt ytelseserklæring og annen dokumentasjon som er nødvendig for å vise samsvar med TEK og byggevaredirektivet (DOK), utarbeides som del av FDV dokumentasjonen som arkiveres sentralt og oppdateres ved ombygginger
	Byggets geometri dokumenteres gjennom åpen BIM, som kan fungere som en digital tvilling til bygget med tilhørende tilstrekkelig dokumentasjon
<b>Produsent-avtaler o.l.</b>	Leasing-avtaler med produsent/ leverandør istedenfor innkjøp
	Tilbaketaksordninger med produsent/ leverandør
	Midlertidig bruk av komponenter før ordinær anvendelse ( <i>presirkulering</i> )

Ulike strategier for ombrukbarhet kan være relevante for ulike typer materialer og bygningsdeler. For nærmere beskrivelse av strategier og mulige tiltak, se (Nordby 2009), (RIF 2008), (3xN 2016) og (Circle Economy 2018).

## 2.5. Endringsdyktighet

### Kriterier

- Ved prosjektering av sirkulære bygg må det gjøres rede for hvordan strategier for endringsdyktighet er anvendt.

### Dokumentasjonskrav

- Notat og illustrasjoner i fritt valgt format

### Formål og strategier

Prosjektering for endringsdyktighet (eller tilpasningsdyktighet) innebærer å planlegge bygg på en slik måte at bygget kan endre funksjon og bruk uten store materielle inngrep. På den måten vil bygget kunne få en lang levetid.

Strategier	Løsning / tiltak
<b>Generalitet</b>	Generelle romløsninger ift adkomst, dvs at alle rom har tilgang fra gang/ fordelingsareal slik at rom kan brukes uavhengig av hverandre
	Alle opphold/arbeidsrom har jevnt og rikelig med dagslys
<b>Fleksibilitet</b>	Planløsning, bærekonstruksjon og lettvegger er tilrettelagt for enkel omorgansiering av romløsninger
	Tekniske systemer er tilrettelagt for enkel omorgansiering av romløsninger
<b>Elastisitet</b>	Planløsning og bærekonstruksjon er tilrettelagt for utvidelse eller påbygg i høyden
	Planløsning og bærekonstruksjon er tilrettelagt for sammenslåing eller oppsplitting av bruksareal
	Etasjehøyde muliggjør flere typer bruk og mulighet for andre ventilasjonsløsninger

Ulike strategier for endringsdyktighet kan være relevante for ulike typer bygg og brukere. Byggets beliggenhet, funksjonelle krav og forventet levetid er faktorer som vil være med å bestemme aktuelle løsninger og tiltak. For nærmere beskrivelse av strategiene, se (Brand 1994), (Arge og Landstad 2002) og (Madsen et al 2012).

### 3. KILDER

3xN (2016) Building a circular future. <http://www.buildingacircularfuture.com/>

Arge, K. og Landstad, K. (2002) Generalitet, fleksibilitet og elastisitet i bygninger. Sintef. [https://www.sintefbok.no/book/index/175/generalitet\\_fleksibilitet\\_og\\_elastisitet\\_i\\_bygninger](https://www.sintefbok.no/book/index/175/generalitet_fleksibilitet_og_elastisitet_i_bygninger)

Brand, S. (1994) *How buildings learn*. New York, Penguin Books.

Circle Economy (2018) A framework for circular buildings. <https://www.circle-economy.com/wp-content/uploads/2018/10/A-Framework-For-Circular-Buildings-BREEAM-report-20181007-1.pdf>

GBA og Context (2017) Grønn materialguide. <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/11/Gronn-Materialeguide-V2.pdf>

GBA (2019) Tenk deg om før du river. <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2019/11/Tenk-deg-om-før-du-river.pdf>

Leland, B.N. (2008) Prosjektering for ombruk og gjenvinning. [http://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26\\_Projektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf](http://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26_Projektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf)

Madsen, U.S., Beim, A. og Beck, T. (2012) *At bygge med øye for fremtiden*. CINARK – Center for Industriel Arkitektur og Kunstakademiets Arkitektskoles Forlag.

NGBC (2017) Hvordan planlegge for mindre avfall. <https://byggalliansen.no/aktuelt/publikasjoner/hvordan-planlegge-for-mindre-avfall/>

NHP (2018) Utredning av barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer og tekniske installasjoner i bygg. <http://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2018/10/NHP-Barrierer-for-ombruk-v4.pdf>

Nordby, A.S. (2009) Salvageability of building materials. PhD, NTNU. <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/231092>

Sintef (2014) Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer. [https://www.sintefbok.no/book/index/985/anbefalinger\\_ved\\_ombruk\\_av\\_byggematerialer](https://www.sintefbok.no/book/index/985/anbefalinger_ved_ombruk_av_byggematerialer)

Team Resirqel (2019) Forsvarlig ombruk av byggevarer. Dibk FoU-prosjekt. [https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer\\_resirqel-2019.pdf](https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer_resirqel-2019.pdf)

Widenoja, E., Myhre, K. og Kilvær, L. (2018) *DP 118 Ombruk av stål og tilknyttede materialer*. Norsk Stålforbund. [https://www.stalforbund.no/nyhet/ombruksrapporten-kan-lastes-ned-her#.Xia3g\\_ZFx5I](https://www.stalforbund.no/nyhet/ombruksrapporten-kan-lastes-ned-her#.Xia3g_ZFx5I)

WRAP; Design out waste Guide (2009) <http://www.modular.org/marketing/documents/DesigningoutWaste.pdf>

Miljødirektoratet (2019) Avfallsplan 2020-2025 <https://www.regjeringen.no/contentassets/c6a9a384d90c4af18bfd8458f3167708/avfallsplan-2020-2025.pdf>

## Vedlegg 2: Intervjuguide

### Intervjuguide: Prosjekteringsleder

#### Bakgrunn

- Kan du fortelle kort om deg selv? Hvilken bakgrunn, roller og stilling har du?
- Kan du fortelle kort om prosjektet?

#### Sirkulær økonomi

- Var sirkulær økonomi et kjent begrep for deg før arbeidet med prosjektet?
- Måtte du som prosjekteringsleder gjøre noen forberedelser i forkant av prosjektet (f.eks. workshop, kompetanseheving)?
- Hvordan har det vært å forholde seg til byggherre sine mål og krav?
- Hvordan har det vært å være en del av Futurebuilt sitt program for sirkulær økonomi?

#### Prosjekteringsprosessen

- Kan du fortelle kort hvordan dere trinnvis gikk frem i prosjekteringsprosessen, hvilke aktører som deltok og hvordan samarbeidet var?
- Har implementeringen av sirkulære løsninger påvirket prosjekteringsprosessen (f.eks. dens fase og innhold)?
- Brukte dere noen verktøy og/eller metoder i prosjekteringen (f.eks. BIM, Lean, VDC, ICE)?

#### Prosjekteringsledelse

- Hvem besto prosjekteringsledelsen av?
- Hvordan har det vært å være prosjekteringsleder, noen endringer i forhold til et konvensjonelt byggeprosjekt? Oppturer/nedturer?
- Har gjennomføringen av prosjektet gitt deg et annet syn på prosjekteringsledelses funksjonen?
- Ville du endret noe i fremgangsmåten av prosjekteringen hvis dere skulle gjort det på nytt?

#### Drivere og barrierer for sirkulære byggeprosjekt

- Hva mener du er de største interne barrierene og driverne for å implementere sirkulær økonomi i byggeprosjektet?

- Hva mener du er de største eksterne barrierene og driverene for å implementere sirkulær økonomi i byggeprosjektet?
- Hva er suksessfaktorer for å lykkes med sirkulær økonomi?
- Opplever du at utvikling og implementering av sirkulær økonomi gir fordeler for prosjektet? Isåfall hvilke?

#### **Annet**

- Har du noen spørsmål eller er det noe dere vil tilføye?
- Vil du ha det transkriberte intervjuet tilsendt på mail?

### **Intervjuguide: Miljørådgiver**

#### **Bakgrunn**

- Kan du fortelle kort om deg selv? Hvilken bakgrunn, roller og stilling har du?

#### **Sirkulær økonomi**

- Var sirkulær økonomi et kjent begrep for deg før arbeidet med prosjektet?
- Har du arbeidet med andre prosjekter som har hatt fokus på prosjektering for demontering eller høyt bruk av ombrukte materialer?
- Måtte du gjøre noen forberedelser i forkant av prosjektet (f.eks. workshop, kompetanseheving etc.)?
- Hvordan har det vært å være en del av FutureBuilt sitt forbildeprogram?

#### **Prosjektet**

- Kan du fortelle litt om hvordan du har arbeidet i prosjekteringsprosessen i prosjektet?
- Hvordan har det vært å forholde seg til byggherre sine mål og krav?
- Hva mener du må til for at dette kunne ha vært et sirkulært prosjekt?

#### **Prosjektering for demontering**

- Hvordan har det vært å prosjektere for demontering?
- Kan du fortelle litt om hvordan det har vært å arbeide med ombrukt materiale (eventuelle utfordringer, lærdommer)?
- Har rollen din i dette prosjektet endret seg, sett i forhold til et konvensjonelt byggeprosjekt?



### **Prosjekteringsprosessen**

- Kan du fortelle kort hvordan prosjekteringsgruppen trinnvis gikk frem i prosjekteringsprosessen, hvilke aktører som deltok og hvordan samarbeidet var?
- Har implementeringen av sirkulære løsninger (ombruk av materialer, prosjektering for demontering) påvirket prosjekteringsprosessen (f.eks. dens fase og innhold)?
- Brukte dere noen verktøy og/eller metoder i prosjekteringen (f.eks BIM, Lean, VDC, ICE)?

### **Prosjekteringsledelse**

- Hvordan opplevde du samarbeidet med prosjekteringsledelsen?
- Hva opplevde du som de største utfordringene for prosjekteringsledelsen i prosjektet?
- Hvordan opplevde du informasjonsflyten i prosjektet (mellom de ulike aktørene og fasene)?

### **Drivere og barrierer for sirkulære byggeprosjekt**

- Hva mener du er de største interne barrierene og driverne for å implementere sirkulær økonomi i byggeprosjektet?
- Hva mener du er de største eksterne barrierene og driverne for å implementere sirkulær økonomi i byggeprosjektet?
- Hva mener du at er suksessfaktorer for å lykkes med sirkulær økonomi?
- Opplever du at utvikling og implementering av prosjektering for demontering fordeler for prosjektet? Isåfall hvilke?

### **Annet**

- Har du noen spørsmål eller er det noe du vil tilføye?
- Vil du ha det transkriberte intervjuet tilsendt på mail?

## **Intervjuguide: Arkitekt**

### **Bakgrunn**

- Kan du fortelle kort om deg selv? Hvilken bakgrunn, roller og stilling har du?

### **Sirkulær økonomi**

- Var sirkulær økonomi et kjent begrep for deg før arbeidet med prosjektet?
- Måtte du gjøre noen forberedelser i forkant av prosjektet (f.eks. workshop, kompetanseheving etc.)?
- Hvordan har det vært å være en del av FutureBuilt sitt program for sirkulær økonomi?

### **Prosjektet**

- Kan du fortelle litt om hvordan du har arbeidet i prosjekteringsprosessen som arkitekt?
- Hvordan har det vært å forholde seg til byggherre sine mål og krav?
- Har rollen din i dette prosjektet endret seg, sett i forhold til et konvensjonelt byggeprosjekt?

### **Prosjekteringsprosessen**

- Kan du fortelle kort hvordan prosjekteringsgruppen trinnvis gikk frem i prosjekteringsprosessen, hvilke aktører som deltok og hvordan samarbeidet var?
- Har implementeringen av sirkulære løsninger påvirket prosjekteringsprosessen (f.eks. dens fase og innhold)?
- Brukte dere noen verktøy og/eller metoder i prosjekteringen (f.eks BIM, Lean, VDC, ICE)?

### **Prosjekteringsledelse**

- Hvordan opplevde du samarbeidet med prosjekteringsledelsen?
- Hva opplevde du som de største utfordringene for prosjekteringsledelsen i prosjektet?
- Hvordan opplevde du informasjonsflyten i prosjektet (mellom de ulike aktørene og fasene)?

### **Drivere og barrierer for sirkulære byggeprosjekt**

- Hva mener du er de største interne barrierene og driverne for å implementere sirkulær økonomi i byggeprosjektet?
- Hva mener du er de største eksterne barrierene og driverne for å implementere sirkulær økonomi i byggeprosjektet?
- Hva er suksessfaktorer for å lykkes med sirkulær økonomi?
- Opplever du at utvikling og implementering av sirkulær økonomi gir fordeler for prosjektet? Isåfall hvilke?

### **Annet**

- Har du noen spørsmål eller er det noe du vil tilføye?
- Vil du ha det transkriberte intervjuet tilsendt på mail?

## Vedlegg 3: NSD informasjonsskriv

### Informasjon om intervju til masteroppgave: Sirkulær økonomi i byggebransjen

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan man kan legge til rette for et sirkulær økonomisk byggeprosjekt. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg. Forskningen er knyttet masteroppgave i Eiendomsutvikling- og forvaltning ved NTNU.

#### Formål

Formålet med oppgaven er å besvare følgende problemstilling:

*Hvordan kan prosjekteringsledelsen legge til rette for sirkulære økonomiske byggeprosjekt?*

For å besvare problemstillingen vil følgende forskningsspørsmål gjøres rede for:

1. *Hva kjennetegner et sirkulær økonomisk byggeprosjekt?*
2. *Hvilke overordnede rammer må være til stede for å legge til rette for et sirkulært økonomisk byggeprosjekt?*
3. *Hva innebærer prosjekteringsledelse, dens rolle og ansvar i et sirkulær økonomisk byggeprosjekt?*
4. *Hvilke drivere og barrierer kan identifiseres i et sirkulært byggeprosjekt?*

#### Bakgrunn og hensikt

Målet med oppgaven er å tilegne en bedre forståelse av hvordan prosjekteringsledelsen kan på best mulig vis legge til rette for et sirkulært byggeprosjekt. Vi ønsker i studiet å snakke med ulike aktører som har vært involvert i prosjekter der man har hatt fokus på sirkulære løsninger. Resultatene vil kunne bidra til å øke forståelsen rundt fremgangsmåter og barrierer knyttet til sirkulære valg. Samt gi kunnskap om hvordan man kan tilrettelegge for god kommunikasjon og godt tverrfaglig samarbeid.

#### Hva forventes det av deg gjennom studiet?

Dersom du ønsker å delta i studiet vil det innebære et intervju på omtrent en time. Ved eventuelle uklarheter ønsker vi også å ta kontakt for å løse opp i dette. Siden hovedfokuset ved oppgaven er sirkulære byggeprosjekt, ønsker vi hovedsakelig å snakke om prosjekter knyttet til dette. Kriteriet for utvalget er derfor å ha deltatt i et byggeprosjekt hvor sirkulær økonomiske løsninger har vært et fokus. Byggeprosjektet kan være under utvikling eller ferdigstilt. Det vil i tillegg kunne bli stilt spørsmål der intervjuobjektet blir bedt om å sammenligne det sirkulære byggeprosjektet opp mot et konvensjonelt byggeprosjekt.

### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det vil være ønskelig å gjøre lydopptak av intervjuet og transkribere i etterkant. Lydopptak vil derfor bli slettet senest ved innlevering av oppgaven 10.juni 2021. Dersom det blir brukt utdrag fra intervju i masteroppgaven, vil dette fremkomme anonymt. I tilfeller hvor det anses som hensiktsmessig å inkludere stillingstittel vil dette avklares med deg som intervjuobjekt. Intervjuobjektet vil også kunne få tilsendt transkribert intervju for godkjenning.

Veileder vil ikke ha tilgang til personopplysninger fra lydopptak og transkribering. Veileder har taushetsplikt og vil ikke ha tilgang til å bruke informasjonen som han har fått tilgang på gjennom prosjektet i annen sammenheng.

### **Mulige oppfølgingsspørsmål**

Dersom det oppstår uklarheter i informasjon fra lydopptak eller transkribert intervju ønsker vi å sende oppfølgingsspørsmål per e-post. Dette er for å sikre at informasjonen vi behandler i masteroppgaven fremkommer korrekt, og at misforståelser unngås. Vi håper at du har mulighet til å svare på oppfølgingsspørsmålene i en slik situasjon.

### **Frivillig deltakelse**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

### **Endelig resultat**

Masteroppgaven skal ferdigstilles i juni. Vi setter stor pris på din deltakelse på intervjuet, og vi skal selvfølgelig sende deg det endelige resultatet når oppgaven er ferdigstilt. Har du spørsmål? Skulle du lure på noe i forbindelse med forskningsprosessen eller masteroppgaven generelt, må du gjerne kontakte oss.

### **Dine rettigheter**

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Hvor kan jeg finne ut mer?**

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Margrethe Køhler Eggan Masterstudent ved NTNU Tlf: +47 40296119 E-mail: [mceggan@stud.ntnu.no](mailto:mceggan@stud.ntnu.no)
- 
- Gyri Westgaard Aksnes Masterstudent ved NTNU Tlf: + 47 46451386 E-mail: [gyriwa@stud.ntnu.no](mailto:gyriwa@stud.ntnu.no)
- Vegard Knotten Veileder ved NTNU E-mail: [vegard.knotten@ntnu.no](mailto:vegard.knotten@ntnu.no)
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen. E-mail: [thomas.helgesen@ntnu.no](mailto:thomas.helgesen@ntnu.no)

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost ([personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no)) eller på telefon: 55 58 21 17.

Vennlig hilsen

*Margrethe Køhler Eggan og Gyri Westgaard Aksnes*

### **Samtykkeerklæring**

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Masteroppgave i sirkulær økonomi*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

-----  
(Signert av prosjektdeltaker, dato)

