

Kaia Lindheim

# Lønnsomhet ved bygninger som materialbanker

Masteroppgave i Bygg- og Miljøteknikk

Veileder: Ole Jonny Klakegg

Juni 2021



Kaia Lindheim

# Lønnsomhet ved bygninger som materialbanker

Masteroppgave i Bygg- og Miljøteknikk  
Veileder: Ole Jonny Klakegg  
Juni 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for bygg- og miljøteknikk



# Sammendrag

De siste årene har hatt økt fokus på klimakrisen og det store overforbruket av jordens naturressurser. Dette har ført til diskusjon rundt behovet for en mer bærekraftig økonomisk modell enn den vi har i dag. En sirkulærøkonomisk modell vil holde naturressursene i et kretsløp som hindrer at de ender opp som avfall, men isteden blir utnyttet til sitt fulle potensiale ved reparasjon, ombruk og gjenvinning. En mulighet for å gjøre byggenæringen mer sirkulær er bevaring av ressursene i bygninger for å forlenge levetiden. På denne måten kan bygninger ansees som materialbanker for fremtiden.

I denne masteroppgaven er det forsøkt å undersøke hva forutsetningene er for at det skal være økonomisk å investere i en materialbank fra en byggherres perspektiv. For å finne ut av det er det først valgt å se på hvilke utfordringer som vanskeliggjør økonomisk lønnsomhet i dag. Videre er det valgt å undersøke forutsetninger som må på plass og mulige forretningsmodeller for materialenes eierskap. Det er gjennomført et litteraturstudium, dokumentanalyse og fjorten semistrukturerte forskningsintervjuer for innhenting av informasjon til oppgaven. I tillegg ble nyttig informasjon og inspirasjon hentet inn fra konferanser, webinarer og relevante intervjuer i podkaster. Relevant litteratur ble evaluert og benyttet til teorikapittelet og diskusjonen.

Oppgaven avdekker at en overgang til sirkulær økonomi er kompleks og at en fordyrende prosess vanskeliggjør økonomisk lønnsomhet ved ombruk av bygningsmaterialer sånn det er nå. I tillegg vanskeliggjør et strengt regelverk en stor oppskalering av ombruksmarkedet sånn det er nå. For ekstra investering i byggevarer som er ombrukbare i fremtiden mangler det økonomiske insentiver i dagens marked. Tidsperspektivet fører til usikkerhet rundt investeringen.

Fra intervjuene avdekkes flere forutsetninger som må på plass for at det skal lønne seg for byggherre å investere i en bygning som kan ansees som en materialbank. Det er viktig å få satt ombruken i system slik at prosessen blir forutsigbar for alle involverte aktører. For å få til dette må kompetansen heves, regelverket endres, lokale ombruk banker utvikles og krav fra myndighetene på plass. I tillegg bør omfanget og verdien på ombruksvarene økes og det bør komme goder for de som velger ombruk.

Når det kommer til design for ombrukbarhet vil dette kunne lønne seg økonomisk for noen typer byggherrer allerede. I de bygningene hvor det foregår en hyppig utskiftning av inventar vil fleksibilitet og ombrukbare byggevarer føre til besparelser i materialkostnader. Imidlertid mangler de økonomiske insentivene for andre typer byggeiere der ombruken først blir aktuell langt frem i tid. Her vil faktorer som grønn finansiering, mulig poenggiving i sertifiseringsordninger og økt omdømme spille inn.

Flere ulike forretningsmodeller er aktuelle for utvikling av en grønnere og mer sirkulær byggenæring. Fra intervjuene kom det frem fem mulige veier for byggevarerne fra de blir demontert fra en bygning til de bygges i en annen. Disse gir muligheten for at flere ulike aktører vil kunne eie materialene mellom de to bygningene. Materialleverandører, entreprenører og en ny ombrukslleverandør er aktuelle i tillegg til byggherre. Disse mulige forretningsmodellene vil trolig passe ulikt for ulike byggevarer, ulike bygningstyper og ulike byggherrer. For at investeringen i bygninger som kan ansees som materialbanker skal bli lønnsom for byggherre må løypen trækkes opp enkelt byggevarer.



# Abstract

In recent years, there has been an increased focus on the climate crisis and the large over-consumption of the earth's natural resources. This has led to a discussion about the need for a more sustainable economic model than the one we have today. A circular economy will keep natural resources in a cycle that prevents them from ending up as waste. Instead they will be utilized to their full potential through repair, reuse and recycling. One way to make the construction industry more circular is to conserve resources in buildings to extend their lifespan. In this way, buildings can be considered as material banks for the future.

This master's thesis attempts to investigate the prerequisites for it to be financially profitable for a building owner to invest in a building that can be regarded as a material bank. Firstly the challenges that make economic profitability difficult today are investigated. Then the prerequisites that must be in place and possible business models for the materials' ownership are examined. The work is based on a literature study, document analysis and fourteen semi-structured research interviews to obtain information for the thesis. In addition, useful information and inspiration was gathered from conferences, webinars and relevant interviews in podcasts. Relevant literature was evaluated and used for the theory chapter and discussion.

The thesis reveals that a transition to a circular economy is complex and that a costly process makes economic profitability difficult for reuse of building materials today. Also, strict regulations make it difficult to scale the market as it is now. The market today lacks financial incentives for it to be profitable to invest extra in building materials that are reusable in the future. The long time perspective leads to uncertainty around the investment.

The interviews reveal several prerequisites that must be in place for it to be profitable for an building owner to invest in a building that can be regarded as a material bank. It is important to make a system for reuse of building materials so that the process is predictable for everyone involved. To achieve this, more knowledge is needed, the regulations must be changed, local re-use banks developed and requirements from the authorities is needed. In addition, the scope and value of reused building materials should be increased and there should be benefits for those who choose to reuse.

When it comes to design for reusability, this could pay off financially for some types of building owners already. In the buildings where there is a frequent replacement of inventory, flexibility and reusable building materials will lead to savings in material costs. However, for other types of building owners where reuse only will become relevant in the future the financial incentives lack. Factors such as green funding, possible scoring in certification schemes and an increased reputation might play a role here.

Several different business models are relevant for the development of a greener and more circular building industry. Five possible paths was found for the building materials from their disassembly from one building till they are built into another. These provide the opportunity for several different owners of the materials between the two buildings. Material suppliers, contractors and a new supplier of reused building materials are relevant in addition to the building owners. These possible business models will probably fit differently for different building materials, different building types and different building owners. In order for the investment in as material banks to be profitable for the the building owner, the right path must be found for every single building product.





# Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2021 og utgjør vurderingsgrunnlaget for det siste semesteret av det 5-årige studieprogrammet Bygg- og Miljøteknikk ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU). Oppgaven vektlegges med 30 studiepoeng innenfor retningen *Prosjektledelse* og er utført ved Institutt for Bygg- og Miljøteknikk (IBM).

Opgaven har som hensikt å belyse hvorfor overgangen til en mer sirkulær økonomi i byggenæringen er utfordrende og hva som skal til for å motivere byggherrer til å velge sirkulære løsninger. I tillegg er det ønskelig å se på hvilke mulige forretningsmodeller som finnes for materialenes reise gjennom verdikjeden. Bakgrunnen for valg av tematikk er forfatterens engasjement for miljø og bærekraft.

Det rettes stor takk til alle intervjuobjektene som har latt seg intervju og gitt god innsikt i bransjen. Deres erfaringer og engasjement for temaet har virkelig vært lærerikt og inspirert til videre arbeid med tematikken etter endt utdanning. I tillegg vil jeg takke min veileder Ole Jonny Klakegg for god veiledning underveis i utviklingen av masteroppgaven samt fordypningsoppgaven høsten 2020. Helt til slutt vil jeg takke Julie Lislevatn Landenget for godt samarbeid med datainnsamling samt diskusjon rundt tematikken.

God lesing!

Trondheim, NTNU  
11. juni 2021

*Kaia Lindheim*

---

Kaia Lindheim



# Innhold

|  |      |
|--|------|
| Sammendrag .....   | v    |
| Abstract .....   | vii  |
| Forord .....   | ix   |
| Figurer .....  | xiii |
| Tabeller .....   | xiii |
| Begreper .....   | xiv  |
| 1 Innledning .....                                       | 1    |
| 1.1 Bakgrunn .....                                       | 1    |
| 1.2 Formål og problemstilling .....                      | 1    |
| 1.3 Omfang og avgrensninger .....                        | 2    |
| 1.4 Rapportens oppbygning .....                          | 3    |
| 2 Metode .....   | 5    |
| 2.1 Generelt.....  | 5    |
| 2.1.1 Kvantitativ eller kvalitativ forskningsmetode..... | 5    |
| 2.1.2 Evaluering av forskningsmetodene .....             | 5    |
| 2.1.3 Valg av forskningsmetode for denne oppgaven .....  | 5    |
| 2.2 Litteraturstudie .....                               | 6    |
| 2.2.1 Systematisk søk i databaser .....                  | 7    |
| 2.2.2 Utvalgelse av relevante kilder .....               | 8    |
| 2.2.3 Evalueringsstrategi.....                           | 9    |
| 2.2.4 Evaluering av metoden .....                        | 10   |
| 2.3 Dokumentanalyse.....                                 | 10   |
| 2.3.1 Innhenting av dokumenter .....                     | 10   |
| 2.3.2 Gjennomførelse og avgrensninger .....              | 12   |
| 2.3.3 Evaluering av metoden .....                        | 12   |
| 2.4 Intervjuer.....                                      | 13   |
| 2.4.1 Intervjuform.....                                  | 13   |
| 2.4.2 Intervjuobjekter.....                              | 13   |
| 2.4.3 Intervjuguider .....                               | 15   |
| 2.4.4 Gjennomførelse av forskningsintervjuer .....       | 16   |
| 2.4.5 Etterarbeid for forskningsintervjuene .....        | 17   |
| 2.4.6 Evaluering av metoden .....                        | 17   |
| 3 Teori .....  | 19   |
| 3.1 Klimakrise og behov for endring .....                | 19   |
| 3.1.1 Byggenæringens negative klimapåvirkning .....      | 20   |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.1.2 | Bærekraftsmål som tiltak for endring .....   | 21 |
| 3.1.3 | Sirkulær økonomi .....   | 22 |
| 3.1.4 | Generelt om lineær og sirkulær økonomi .....   | 22 |
| 3.1.5 | EUs visjon for sirkularitet .....  | 23 |
| 3.2   | Sirkulær byggenæring .....   | 25 |
| 3.2.1 | Ombruk og ombrukbarhet .....   | 26 |
| 3.2.2 | Bygninger som materialbanker .....   | 28 |
| 3.2.3 | Materialpass og materialbibliotek .....  | 28 |
| 3.2.4 | Strategier mot en mer bærekraftig byggenæring.....   | 29 |
| 3.2.5 | FutureBuilts kriterier for sirkulære bygg .....  | 30 |
| 3.2.6 | Sirkulære byggeprosjekter i Norge .....  | 31 |
| 3.2.7 | Utfordringer med ombruk i byggenæringen .....  | 32 |
| 3.3   | Dagens regelverk knyttet til ombruk av bygningsmaterialer.....   | 32 |
| 3.3.1 | Ny veileder for salg av gamle byggevarer.....  | 33 |
| 3.4   | Lønnsomhetsvurderinger rundt miljøinvesteringer .....  | 34 |
| 3.4.1 | Grønne lån .....   | 34 |
| 4     | Intervjuresultater.....  | 35 |
| 4.1   | Viktigheten av økonomisk lønnsomhet i sirkulære byggeprosjekter.....   | 35 |
| 4.2   | Forskningsspørsmål 1 - Utfordringer som vanskeliggjør økonomisk lønnsomhet ved ombruk og design for ombrukbarhet i dag .....     | 36 |
| 4.3   | Forskningsspørsmål 2 - Forutsetninger for at det skal lønne seg å investere i bygninger som kan betegnes som materialbanker..... | 39 |
| 4.4   | Forskningsspørsmål 3 - Forretningsmodeller for materialenes reise gjennom verdikjeden.....                                       | 46 |
| 5     | Diskusjon.....   | 51 |
| 5.1   | Viktigheten av økonomisk lønnsomhet i sirkulære byggeprosjekter.....   | 51 |
| 5.2   | Utfordringer som vanskeliggjør økonomisk lønnsomhet ved ombruk og design for ombruk i dag .....                                  | 52 |
| 5.3   | Hvilke forutsetninger som skal til for at det skal lønne seg å investere i bygninger som betegnes som materialbanker.....        | 53 |
| 5.4   | Hvordan bør forretningsmodellene se ut for materialenes reise gjennom verdikjeden.....   | 55 |
| 6     | Konklusjon .....   | 61 |
| 6.1   | Anbefalinger for videre arbeid .....   | 62 |
| 7     | Referanser .....   | 64 |
| 8     | Vedlegg .....  | I  |

# Figurer

|  |    |
|--|----|
| Figur 2.1 Metodetriangulering for masteroppgaven .....   | 6  |
| Figur 2.2 Flytskjema for utvelgelse av relevant litteratur .....   | 9  |
| Figur 3.1 Oversikt over antall år til det er tomt for kjente ressurser. Figuren er 3XN Architects tolkning av en original laget av EMF (Merrild, Jensen og Sommer) ..... | 19 |
| Figur 3.2 Oversikt over resirkuleringsgraden av kjente ressurser. Figuren er 3XN Architects tolkning av en original laget av EMF (Merrild, Jensen og Sommer) .....       | 20 |
| Figur 3.3 Oversiktsfigur av bygg- og anleggssektorens andel av Norges klimagassutslipp (Asplan Viak, 2019) .....   | 21 |
| Figur 3.4 Historisk behandling av betong- og teglavfall (Miljødirektoratet, 2021b) .....   | 21 |
| Figur 3.5 FNs bærekraftsmål (FN-sambandet, 2021) .....   | 22 |
| Figur 3.6 Lineær og sirkulær økonomi (End of Waste Foundation, u.å. ) .....  | 23 |
| Figur 3.7 Avfallspyramiden (Miljødirektoratet, 2016) .....   | 24 |
| Figur 3.8 Fremstilling av de ulike elementene i en bygning med tanke på levetid (Merrild, Jensen og Sommer, 2016) .....  | 27 |
| Figur 3.9 Eksempler på hvilken levetid som ofte inntreffer først hos ulike bygningsdeler (Bjørberg, Listerud og Kampesæter, 2009) .....                                  | 27 |
| Figur 3.10 3XN Architects fremstilling av et materialpass (venstre) og et materialbibliotek (høyre) (Merrild, Jensen og Sommer) .....                                    | 29 |
| Figur 3.11 Krav til ombruk og ombrukbarhet for sirkulære bygg (Nordby, 2020) .....   | 31 |
| Figur 4.1 Illustrasjonsbilde av materialenes vei mellom to bygninger (egenprodusert) ..  | 46 |
| Figur 5.1 Illustrasjonsbilde av materialenes vei mellom to bygninger (egenprodusert) ..  | 56 |

# Tabeller

|  |    |
|--|----|
| Tabell 1.1 Rapportens oppbygning med innhold i hvert kapittel .....  | 3  |
| Tabell 2.1 Søketreff i databaser .....   | 8  |
| Tabell 2.2 Kriteriene for kildekritikk i T-O-N-E prinsippet (Breivik, 2017) .....  | 9  |
| Tabell 2.3 Oversikt over konferanser og webinarer forfatteren av denne oppgaven har deltatt på i forbindelse med oppgaveskrivingen .....         | 11 |
| Tabell 2.4 Informasjon om intervjuobjektene .....  | 14 |
| Tabell 2.5 Anonymisering av intervjuobjektene .....  | 15 |
| Tabell 2.6 Intervjuguidens fem deler .....   | 15 |
| Tabell 3.1 Norges bygningsmasse per 2021 (SSB, 2021) .....   | 25 |
| Tabell 3.2 Ulike bygningselementers forventede levetid (Merrild, Jensen og Sommer, 2016) .....   | 26 |
| Tabell 4.1 Intervjuobjektene tanker om utfordringer som vanskeliggjør lønnsomhet ....  | 36 |
| Tabell 4.2 Intervjuobjektene forutsetninger for at materialbanker skal bli lønnsomme investeringer med bruk av ombrukte bygningsmaterialer ..... | 40 |
| Tabell 4.3 Intervjuobjektene forutsetninger for at materialbanker skal bli lønnsomme investeringer med bruk av design for ombrukbarhet .....     | 42 |
| Tabell 4.4 Tiltak for at bygninger skal kunne ansees som materialbanker .....  | 43 |
| Tabell 4.5 Muligheter for materialenes vei fra byggherre 1 til byggherre 2 presentert av intervjuobjektene .....                                 | 47 |
| Tabell 5.1 Mulige modeller for materialenes vei fra byggherre 1 til byggherre 2 .....  | 56 |

# Begreper

*Under er noen begreper benyttet i denne masteroppgaven listet med definisjoner.*

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Byggevarer</b>             | Omfatter de aller fleste varer som skal bygges inn i bygninger og anlegg. Det kan være alt fra trevirke, betong, stål og isolasjonsprodukter til bjelker, dører, vinduer og VVS-produkter. Byggesett, som byggmoduler og prefabrikkerte våtrom, er også byggevarer. Produkter som brukes til kunst eller interiør er ikke byggevarer (DiBK, 2021). |
| <b>Energiutnyttelse</b>       | Avfallet brennes og energien utnyttes i fjernvarmeanlegg som varmer opp bygg, eller til å generere elektrisitet (Miljødirektoratet, 2020a).  |
| <b>Estetisk levetid</b>       | Tiden frem til en frem til en bygningsdel ikke lenger er estetisk tilfredsstillende (Bjørberg, Listerud og Kampesæter, 2009)   |
| <b>Funksjonell levetid</b>    | Tiden til en bygningsdel ikke lenger tilfredsstiller opprinnelige krav/funksjon, eller som følge av endrede brukerkrav, til tross for at den fortsatt fungerer rent teknisk (Bjørberg, Listerud og Kampesæter, 2009)   |
| <b>Jomfruelige materialer</b> | Jomfruelige materialer er en betegnelse på materialer som produseres av jordas råvarer for første gang (Copeland og Bilec, 2020)   |
| <b>Ombruk</b>                 | Produktene eller materialene brukes på nytt til samme formål som før, uten betydelig bearbeiding (Miljødirektoratet, 2020a).   |
| <b>Gjenvinning</b>            | En samlebetegnelse for materialgjenvinning og energiutnyttelse (Miljødirektoratet, 2020a).   |
| <b>Grønnvasking</b>           | Grønnvasking vil si å markedsføre et produkt eller en virksomhet som mer bærekraftig enn det egentlig er i forhold til innvirkning på klima, natur og mennesker (Grønnvaskingsplakaten, u.å.)  |
| <b>Materialgjenvinning</b>    | Utnyttelse av avfallet ved at det omdannes til nye produkter (Miljødirektoratet, 2020a).   |
| <b>Teknisk levetid</b>        | Den tiden det tar å slite ut en bygningsdel eller teknisk installasjon (Bjørberg, Listerud og Kampesæter, 2009)  |
| <b>Verdikjede</b>             | En betegnelse på ulike stadier materialer eller produkter gjennomgår i løpet av sin levetid. Fra uttak av råvarer via bruksfasen til avfallshåndtering (Miljødirektoratet, 2020a).   |

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

De siste årene har hatt økt fokus på klimakrisen og det store overforbruket vi mennesker har av jordens naturressurser. Her i landet er det årlige forbruket på 44,3 tonn ressurser per person og kun 2,4 % av de blir sirkulert tilbake i økonomien (Marc de Wit, 2020). Dette er et av de høyeste ressursforbrukene i verden og Norge bør derfor iverksette strategier som reduserer landets materialforbruk. Ifølge The Circularity Gap report - Norway (Marc de Wit) produserer byggenæringen alt for mye avfall og for lite blir ombrukt eller materialgjenvunnet.

Gjennom Parisavtalen har verdens land sammen satt seg målet om at det ikke skal bli mer enn to grader varmere på kloden før dette århundre er over (FN-sambandet, 2020). Dette målet ble satt i 2015, men likevel har verdens klimagassutslipp aldri vært høyere enn de er nå (Miljødirektoratet, 2020b). Dette er i stor grad grunnet økonomisk vekst, befolkningsvekst og fortsatt bruk av fossile brensler. Ifølge det internasjonale ressurspanelet (IRP) er det nødvendig at økonomisk vekst frakobles ressursbruk dersom vi ønsker å nå bærekraftsmålene (Miljødirektoratet, 2021a).

Byggenæringen er utpekt som en av næringene med størst forbedringspotensiale da den er næringen som produserer klart mest avfall. I Norge rives i overkant av 22 000 bygninger hvert år (Solgaard og Bramslev, 2019), og det meste av restene går til energiutnyttelse eller havner på deponi. Dette er store mengder ressurser som går tapt fra verdikjeden. Denne sløsing av verdens ressurser har ført til økt diskusjon rundt behovet for en mer bærekraftig økonomisk modell enn den vi har i dag.

En sirkulærøkonomisk modell vil holde naturressursene i et kretsløp som hindrer at de ender opp som avfall, men isteden blir utnyttet til sitt fulle potensiale ved reparasjon, ombruk og materialgjenvinning. Det er utpekt flere muligheter for å gjøre byggenæringen mer sirkulær. En av de er bevaring av ressursene i bygninger for å forlenge levetiden. Ombruk av byggevarer og riktig materialgjenvinning vil på den måten bidra til å kutte byggenæringens klimagassutslipp fra produksjon, transport og avfallshåndtering.

Temaet har de siste årene fått stor oppmerksomhet. Underveis i arbeidet med denne oppgaven er det blitt holdt en mengde webinarer, frokostmøter og workshops hvor ombruk av byggevarer og sirkulær økonomi har vært sentralt. I tillegg får flere og flere bedrifter nå inn sirkulær økonomi som et punkt i sin miljøstrategi. Likevel blir miljøinvesteringer ofte nedprioritert i dagens kapitalistiske samfunn fordi effektene først synliggjøres langt frem i tid (Bakshi, 2019). Dette fører til spørsmålet om hva som skal til for å motivere beslutningstakere i prosjekter til å investere i bygningsmaterialer som vil gi verdi inn i fremtiden.

## 1.2 Formål og problemstilling

Høsten 2020 ble det utarbeidet en fordypningsoppgave som fokuserte på hvordan bruken av bygninger som materialbanker vil bidra til en mer sirkulær og bærekraftig byggenæring. I oppgaven ble det forsøkt å se på hvordan materialene i eksisterende bygningsmasse blir sett på i dag og hvordan bygninger som materialbanker ville passe inn i nøkkelpriussippene for sirkulær økonomi.

Det kom tydelig frem av arbeidet med fordypningsoppgaven at et syn på bygninger som materialbanker, og en mer bærekraftig ressursbruk i byggenæringen, vil være svært gunstig fra et miljøperspektiv. Samtidig avdekket arbeidet en rekke utfordringer som ennå gjenstår på dette området. Dette førte til videre nysgjerrighet rundt hva som skal til for at en byggherre skal ønske å investere i en bygning som kan ansees som en materialbank. Dette bidro som grunnlag for utarbeidelse av problemstillingen til denne masteroppgaven.

Følgende problemstilling ble utarbeidet: *Hvilke forutsetninger skal til for at det skal lønne seg å investere i bygninger som kan omtales som materialbanker.*

Formålet med oppgaven er å belyse hvilke utfordringer som fremdeles hindrer økonomisk lønnsomhet for en byggherre som ønsker å ombruke bygningsmaterialer, og se på hva som skal til for å overkomme disse hindrene. I tillegg er det ønskelig å belyse ulike muligheter for materialenes reise fra en eier til en annen. Følgende forskningsspørsmål er derfor utarbeidet for å konkretisere oppgaven:

- *Hvilke utfordringer vanskeliggjør økonomisk lønnsomhet ved ombruk og design for ombrukbarhet i dag?*
- *Hvilke forutsetninger skal til for at det skal lønne seg å investere i bygninger som kan betegnes som materialbanker?*
- *Hvordan bør forretningsmodellene se ut for materialenes reise gjennom verdikjeden?*

Forskningsspørsmålene skal bidra til å besvare problemstillingen.

### 1.3 Omfang og avgrensninger

Grunnet masteroppgavens tidsbegrensning på 21 uker har det vært nødvendig å avgrense oppgaven. Tidsbegrensningen har blant annet påvirket hvor mange intervjuer som har vært mulig å gjennomføre. I tillegg har tematikken høy aktualitet og ny informasjon på området kommer hele tiden. Det ble derfor nødvendig å sette en stopp for innhenting av ny informasjon mot slutten av arbeidet med denne masteroppgaven. Nyttige nyheter eller oppdateringer kan derfor være ekskludert fra denne oppgaven.

Det er ikke valgt å dykke dypt inn i hvilke byggevarer som er best egnet for ombruk eller hvordan en skal øke graden av ombruk for enkelte byggevarer og komponenter. Hovedfokuset har heller vært på utfordringen med å få byggherrer til å velge å gå for ombruk i stedet for nye materialer. Oppgaven er også avgrenset til å kun se på ombruk av elementer som kan anses som byggevarer. Altså ikke ombruk av interiør og møbler som også kan gi en stor gevinst med tanke på klimagassutslipp. Imidlertid er bruk av byggevarer som kunst er til dels med i denne oppgaven.

For å unngå forvirring er det valgt å benytte begrepet byggherre for rollene som er knyttet til eieren av bygningen i denne oppgaven. I dagligtalen blir ofte byggeier, prosjekteier, byggherre og utbygger brukt litt om hverandre. I tillegg er noen av personene som er intervjuet i forbindelse med denne oppgaven rådgivere som opptre som byggherrerepresentanter. Andre intervjuobjekter representerer prosjekteiere eller utviklere, men er ikke selv beslutningstakere i prosessen. Derfor ble det for enkelthets skyld valgt å benytte kun et begrep. Det er også viktig å påpeke at i denne oppgaven så anses bygninger som materialbanker som relativt tradisjonelle bygninger der noen eller alle bygningskomponentene anses som demonterbare. Altså ikke kun bygninger der alt kan ombrukes.



## 1.4 Rapportens oppbygning

Denne oppgaven følger en systematisk og vitenskapelig struktur. Den inneholder en introduksjonsdel, metodedel, resultatdel og en diskusjonsdel. En mer detaljert oversikt over masteroppgavens oppbygning vises i tabell 1.

**Tabell 1.1 Rapportens oppbygning med innhold i hvert kapittel**

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Innledning</b> | Innledningen presenterer begrunnelsen for valg av tema samt oppgavens avgrensninger   |
| <b>Metode</b>     | Metodekapittelet beskriver de vitenskapelige metodene som er benyttet for å oppnå hovedformålet til oppgaven og besvare problemstillingen   |
| <b>Teori</b>      | Teoridelen legger frem dagens klimautfordringer med byggenæringen i fokus. Deretter presenteres litteratur om sirkulær økonomi og sirkulære bygninger. Videre presenteres dagens regelverk for ombruk av bygningsmaterialer, lønnsomhetsvurderinger rundt bærekraftige bygninger og dagens ombrukspraksis |
| <b>Resultater</b> | Resultatdelen er delt inn i fire deler og presenterer funnene fra forskningsintervjuene. En del er om viktigheten av at investeringene skal være økonomisk lønnsomme. I tillegg er det en del for hvert av de tre forskningsspørsmålene.  |
| <b>Diskusjon</b>  | I diskusjonskapittelet diskuteres funn fra resultatene og teorien med utgangspunkt i de tre forskningsspørsmålene.  |
| <b>Konklusjon</b> | Oppgaven avsluttes med en konklusjon som oppsummerer resultatene og presenterer forslag til videre arbeid.  |

Helt til slutt i oppgaven finnes referanseliste samt vedlegg som er referert til i teksten.



## 2 Metode

### 2.1 Generelt

Metodekapittelet presenterer de tre forskningsmetodene som er benyttet for å oppnå formålet med oppgaven. Det tar for seg hvordan søket etter litteratur har foregått, hvordan hver kilde er vurdert og hvordan innsamlingen av data er gjennomført. Begrunnelse for valg av metode, samt en evaluering av deres styrker og svakheter beskrives i dette kapittelet. Denne masteroppgaven er utført rent kvalitativt med et litteraturstudium, dokumentanalyse og semistrukturerte forskningsintervjuer. Litteraturstudiet og dokumentstudiet ble til dels gjennomført i forbindelse med fordypningsoppgaven som ble utarbeidet høsten 2020 og delvis under utarbeidelsen til masteren. Deler av metodekapittel 2.2 om litteraturstudie er derfor hentet fra fordypningsoppgaven. Metodene danner grunnlaget for teoridelen til denne masteroppgaven. De semistrukturerte intervjuene er gjennomført i direkte tilknytning til utarbeidelsen av masteroppgaven og utgjør hovedgrunnlaget for datainnsamling til oppgaven. Beskrivelse av forskningsmetoden som er benyttet til masteroppgaven er viktig for å gi leseren forståelse for hvordan resultatene er funnet.

#### 2.1.1 Kvantitativ eller kvalitativ forskningsmetode

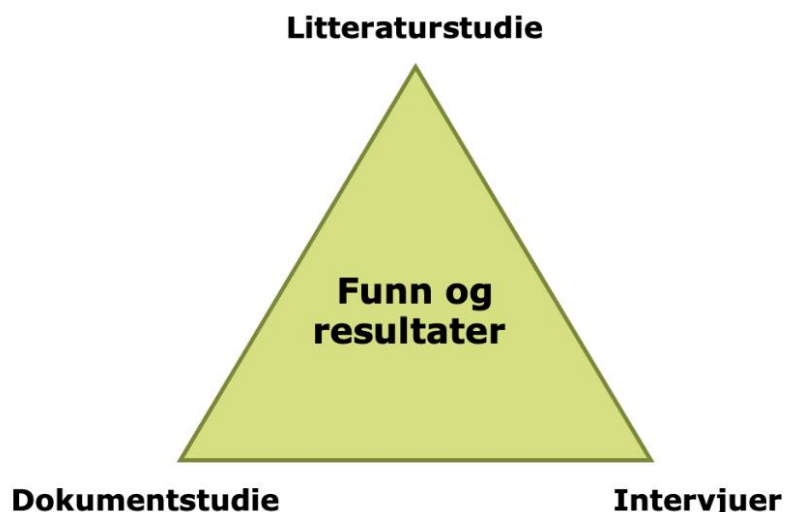
Hvilken type data forskningsmetoden behandler kan deles inn i kvantitative eller kvalitative metoder. Kvantitative metoder brukes der det samles inn forskningsdata i form av tall eller andre mengdetermer (Grønmo, 2020). Kvalitative metoder derimot skal forsøke å fange opp meninger eller opplevelser som ikke er målbare (Dalland, 2017). Metoden har som hensikt å gå i dybden, med få undersøkelsesenheter og med mål om å få frem sammenhenger og helhet. De kvalitative metodene er rettet mot at det utvikles en forståelse av de fenomenene som studeres (Thagaard, 2009).

#### 2.1.2 Evaluering av forskningsmetodene

For å vurdere forskningsmetodenes kvalitet gjennomføres en evaluering av hver av metodene benyttet i denne oppgaven. Til dette benyttes begrepene validitet og reliabilitet. Reliabilitet handler om forskningsmetodens pålitelighet. Det vil si hvilken grad av etterprøvbarehet metoden gir dersom undersøkelsen gjentas av andre forskere (Dalland, 2017). Validiteten til forskningsmetoden handler om hvilken relevans og gyldighet den har. Dette innebærer i hvilken grad metoden klarer å forklare resultatene med den antatte hypotesen. Altså om metoden klarer å måle de tingene som forskeren forsøker å måle.

#### 2.1.3 Valg av forskningsmetode for denne oppgaven

Denne masteroppgaven baserer seg på kvalitativ metode i form av litteraturstudium, dokumentanalyse og semistrukturerte forskningsintervjuer. Det vil si at informasjonen benyttet i denne oppgaven er skriftlig eller muntlig informasjon som skal gi en helhetlig oversikt over, og innsikt i, tematikken. Metoden innebærer systematisk analyse av større mengder tekst og tale. Dette er motpolen til kvantitativ metode der en enkelt kan lage en statistikk ut ifra informasjonen hentet ut (Busch, 2013). Vanskelig etterprøvbarehet en svakhet ved å kun bruke kvalitativ metode. Intervjuobjektene vil kunne endre meninger og avgi delvis ulike svar på et annet tidspunkt. I tillegg vil forskerens eget ståsted og engasjement for temaet kunne påvirke forskningen. For denne masteroppgaven er det valgt å benytte tre ulike kvalitative forskningsmetoder for innsamling av data. Dette kalles triangulering og benyttes for styrke kvaliteten på funnene og studere tematikken fra ulike perspektiver (Yin, 2018). Validiteten til undersøkelsen øker ved at en henter inn data fra flere beviskilder. Metodetrianguleringen for denne oppgaven er fremstilt i figur 2.1.



**Figur 2.1 Metodetriangulering for masteroppgaven**

## 2.2 Litteraturstudie

*Som del av arbeidet med fordypningsoppgaven høsten 2020 gjennomførte forfatteren et litteratursøk med tilhørende litteraturstudium. Noe av kapittel 2.2 er derfor hentet fra fordypningsoppgavens metodekapittel.*

Et tradisjonelt litteraturstudie har som formål å gi bred oversikt og forståelse av temaet som studeres (Pedersen, 2018). I forkant av denne masteroppgaven ble det derfor gjennomført et omfattende litteratursøk etterfulgt av analyse av den mest relevante litteraturen. For denne masteroppgaven danner den innhentede litteraturen det teoretiske grunnlaget for oppgaven i tillegg til å fungere som bakgrunn for utarbeidelse av intervju spørsmålene og tyngde til diskusjonen. Dette kapittelet beskriver hvordan litteraturen er hentet inn og vurdert.

Forfatteren deltok på veiledende forelesninger satt opp av instituttet og brukte informasjonen delt av NTNU Universitetsbiblioteket på innsida (NTNU Universitetsbiblioteket). Dette har gitt forfatteren kunnskap om relevante databaser og hvordan akademisk litteratur bør hentes inn. Litteratursøket ble gjennomført underveis i arbeidet med fordypningsoppgaven høsten 2020 og ble derfor benyttet som en undersøkelse av hvor mye vitenskapelig litteratur som finnes rundt temaet *sirkulær økonomi i byggenæringen*. I tillegg var det interessant å se på hvor relevant denne vitenskapelige litteraturen er og om det er noen områder det ville være interessant å se nærmere på for videre forskning. Det ble derfor valgt å se på et vidt spekter av kilder og underområdene det ble valgt å se nærmere på var *barrierer og muligheter, bygninger som materialbanker* og *design for demontering*. Først ble relevant litteratur søkt etter i ulike databaser, før utvelgelse og evaluering av kilder ble gjennomført.

### 2.2.1 Systematisk søk i databaser

Det ble gjennomført et systematisk søk etter relevant litteratur før de mest relevante kildene ble valgt ut og evaluert. Flere ulike databaser ble tatt i bruk i arbeidet med litteratursøket for å skaffe bred oversikt. De forskjellige databasene har ulike kvaliteter og det ble undersøkt om en kilde funnet i en database også er kunne finnes i en av de andre databasene. Det er også sjekket om kildene er fagfelleverdert. Det vil si om det er en akademisk bedømt forskningsartikkel som er vurdert av to eller tre upartiske, anonyme eksperter innenfor fagfeltet (Utdanningsforskning.no, 2016). Dette er blant annet informasjon som databasen *Oria* tilbyr. Søkemotorer og databaser benyttet i denne oppgaven er:

*Google Scholar* – En vitenskapelig database som tilbyr et bredt søk innenfor akademisk litteratur (Google Scholar, 2021) Et søk i Google Scholar gir vanligvis mange treff og gir god informasjon om siteringer. Det er derimot ikke mulig å se om en kilde er fagfelleverdert i denne databasen.

*Oria* – En database der de norske universitetsbibliotekenes samlinger kan søkes opp. Dette gjelder master- og doktoravhandlinger, bøker, artikler og tidsskrift. I tillegg gir søketjenesten informasjon om en kilde er fagfelleverdert eller ikke.

*Scopus* – En tverrfaglig database med et bredt utvalg av artikler og konferansepapirer. Scopus gir lett tilgang til kildens abstract og gir mulighet til å filtrere på ulike parameter som blant annet årstall, åpen tilgang og forfattere med flere publikasjoner (Elsevier, 2020)

*Engineering Village* – Søkemotoren gir vitenskapelig litteratur fra 12 databaser med vitenskapelig ingeniørlitteratur. Engineering Village gir også informasjon om journalene kildene eventuelt er publisert i (Elsevier, 2019).

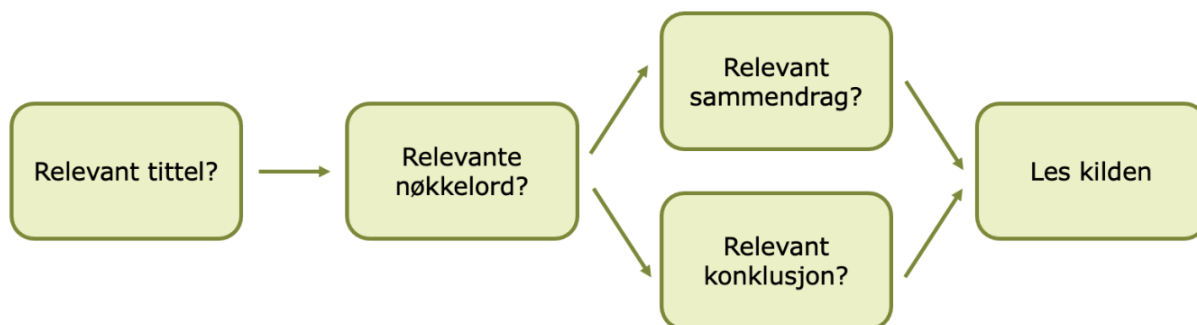
Tabell 2.1 viser resultatet av søkene i de ulike databasene, samt kombinasjoner av de ulike frasene og søkeordene. For begrensning av søket ble operatoren AND / OG brukt for å kombinere søkeordene. Videre ble det benyttet ulike filtre for å spisse søket ytterligere. Det ble valgt å se etter forfattere som har hatt flere publikasjoner innenfor temaet og hvilke journaler disse kildene er publisert i. I tillegg ble det satt en avgrensning av publikasjonsårstall for å få den nyeste og mest oppdaterte informasjonen. Dette bidro til å luke ut noe, men siden sirkulær økonomi er veldig i vinden om dagen er det gitt ut veldig mange publikasjoner om temaet de siste tre årene. Som vist av tabell 2.1 ga søkeordene på norsk opp begrenset med treff i de valgte databasene. Derfor ble det også valgt å vurdere kilder skrevet på engelsk. Mye av forskningen på sirkulær økonomi kommer fra Europa. Siden interessen til forfatteren i hovedsak var å se på hvordan overgangen til sirkulær økonomi vil påvirke den norske byggenæringen ble det valgt å se etter kilder som ville være mest relevante for den tematikken. Litteratursøket viste at det var færre vitenskapelige artikler skrevet om bygninger brukt som materialbanker enn de andre valgte søkeordene. Dette bidro derfor til spissingen av problemstillingen inn mot dette undertemaet.

**Tabell 2.1 Søketreff i databaser**

| Søkefrase        |  |                  | Google Scholar | Oria   | Scopus | Engineering Village |
|------------------|--|------------------|----------------|--------|--------|---------------------|
| Sirkulær økonomi |  |                  | 4920           | 100    | -      | -                   |
|                  | OG bygg                                |                  | 4010           | 36     | -      | -                   |
|                  | OG materialbibliotek                   |                  | 6              | 2      | -      | -                   |
|                  | OG materialbank                        |                  | 5              | 0      | -      | -                   |
|                  | OG design for demontering              |                  | 338            | 1      | -      | -                   |
|                  |  |                  |                |        |        |                     |
| Circular economy |  |                  | Ca. 1 900 000  | 205376 | 8587   | 8102                |
|                  | AND construction                       |                  | Ca. 721 000    | 75282  | 882    | 1279                |
|                  |  | AND Europe       | Ca. 301 000    | 30371  | 55     | 59                  |
|                  |  | AND Norway       | Ca. 36 400     | 3274   | 1      | 11                  |
|                  | AND BAMB (Buildings as material banks) |                  | Ca. 17 500     | 77     | 1      | 75                  |
|                  | AND design for disassembly             |                  | Ca.21 500      | 939    | 65     | 107                 |
|                  |  | AND construction | Ca. 21 500     | 434    | 17     | 44                  |

### 2.2.2 Utvelgelse av relevante kilder

På grunn av den store mengden av publikasjoner de senere årene ble det vanskelig å plukke ut de beste og mest relevante kildene. Søkord og databaser som ga veldig mange treff ble derfor sett bort i fra. Utvelgelsesstrategien vist i figur 2.2 ble benyttet for videre utvelgelse av relevante kilder. Det ble valgt å se på artikler med de mest relevante titlene og nøkkelordene. Til disse kildene ble sammendragene eller konklusjonene lest. Kilden ble lest i helhet dersom den hadde høy relevans i forhold til oppgaven.



**Figur 2.2 Flytskjema for utvelgelse av relevant litteratur**

Videre er det også benyttet stor grad av kjedesøk. Såkalt «bakover kjedesøk» ble benyttet ved at det er søkt videre i en aktuell kildes bibliografi. Dette har ført til mange nyttige funn av originale studier. Det er også benyttet «fremover kjedesøk» hvor det er gått fremover til en annen aktuell kilde gjennom å utforske en kildes siteringer.

### 2.2.3 Evalueringsstrategi

Litteraturen benyttet i denne masteroppgaven er vurdert etter kriteriene i T-O-N-E prinsippet presentert i tabell 2.2. Denne modellen går ut på å stille ulike spørsmål til hver kilde med hensikt å vurdere kildens troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet. Ved hjelp av prinsippet kan uaktuelle kilder elimineres.

**Tabell 2.2 Kriteriene for kildekritikk i T-O-N-E prinsippet (Breivik, 2017)**

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Troverdighet</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvem har skrevet publikasjonen eller er ansvarlig for den?</li> <li>• Hva er forfatterens utdanning og institusjonstilknytning?</li> <li>• Hvor finnes publikasjonen, hvilket tidsskrift er den publisert i?</li> <li>• Er det et fagfellevurdert tidsskrift?</li> </ul> |
| <b>Objektivitet</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvordan er dataene presentert?</li> <li>• Samsvarer funnene med tidligere forskning?</li> <li>• Er hensikten å informere eller overtale?</li> <li>• Er flere sider av saken belyst?</li> </ul>   |
| <b>Nøytralitet</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvordan er forskningsmetodikken?</li> <li>• God forklart?</li> <li>• Er dataene nye og oppdaterte?</li> <li>• Kan informasjonen bekreftes i andre kilder?</li> </ul>   |
| <b>Egnethet</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• I hvilken grad passer publikasjonen problemstillingen?</li> <li>• Kaster publikasjonen nytt lys over problemstillingen?</li> <li>• Hvem er publikasjonen skrevet for?</li> </ul>   |

## 2.2.4 Evaluering av metoden

Etterprøvarheten og reliabiliteten til litteraturstudiet anses som god i denne oppgaven. Siden litteraturen ligger allment tilgjengelig vil være mulig å gjennomføre en lignende studie i etterkant og oppnå i nærheten av samme resultat. All litteraturen i denne studien er evaluert etter T-O-N-E prinsippet og dermed kritisk vurdert. Dette bidrar til å øke oppgavens validitet.

Masteroppgaven tidsbegrensning satte en avgrensning til mengden litteratur som kunne leses i detalj. Både litteratursøket og det påfølgende litteraturstudiet kunne blitt gjort mye mer omfattende dersom tiden hadde tillatt det. Derfor må det presiseres at litteraturstudiet i denne masteroppgaven ikke er en fullstendig redegjørelse av all litteratur om sirkulær økonomi, lønnsomheten av det og bygninger som materialbanker. Antall publikasjoner under søkeordet circular economy har skutt i været de siste årene og full oversikt har derfor vært utfordrende å skaffe seg. Det er derfor en svakhet med denne oppgaven at det kun er skrapet i overflaten av mengden informasjon rundt temaet.

En annen mulig svakhet ved innhenting av litteratur til denne masteroppgaven kan være forfatterens engasjement rundt miljøutfordringene i byggenæringen. Dette vil potensielt farge noe av lesingen og evalueringen av litteraturen. Derimot har forfatterens engasjement ført til at et høyere antall kilder er vurdert da det er genuin interesse for temaet.

## 2.3 Dokumentanalyse

Det er i denne masteroppgaven valgt å gå bredt ut i innhenting av informasjon. Det er ikke bare søkt i vitenskapelige baser, men også ikke vitenskapelige rapporter, artikler og utsagn er tatt med til vurdering. I denne oppgaven blir disse kildene kategorisert som dokumenter. Skillet mellom litteraturen i litteraturstudiet og dokumentene i dokumentanalysen er ikke helt tydelig, men på grunn av den store mengden med ikke-vitenskapelig informasjon ble det valgt å skille på det i metoden.

Dokumentanalyser er en av hovedgruppene for kvalitativ datagenerering. Dette er analyse av dokumenter som ikke i hovedsak er produsert med forskning som formål (Tjora, 2017). I denne masteroppgaven er dokumentanalysen benyttet som tilleggsdata til informasjonen hentet fra forskningsintervjuene. Dokumentene gir relevant informasjon utover det som hentes inn fra egen datagenerering og er et bidrag både til teorikapitlet og til diskusjon.

### 2.3.1 Innhenting av dokumenter

I tillegg til søk i akademiske databaser ble det gjort noen googlesøk for å undersøke hva som fantes av ikke vitenskapelig litteratur om temaet. Mengden søkeresultater var enorm som viser at temaet sirkulær økonomi er veldig i vinden. Informasjon fra flere av disse kildene ble også vurdert til egnet og er inkludert i denne masteroppgaven. Mye av litteraturen rundt sirkulær økonomi veldig ny og ikke fagfellevurdert. Det er også mange rapporter på norsk og publikasjoner på nettsider med relevant informasjon. Blant annet er veiledere for ombruk av byggevarer fra organisasjonene Grønn Byggallianse og FutureBuilt brukt i denne oppgaven. Erfaringsrapporten til det første sirkulære bygget i Norge, Kristian Augusts Gate 13 (KA13) er også analysert for å se etter relevante erfaringer rundt problemstillingen i denne oppgaven. I tillegg er det funnet mye relevant informasjon på nettsiden til ulike direktorater og statistikk fra SSB.

### **Erfaringsrapporten til KA13**

I januar 2021 publiserte Entra en erfaringsrapport fra sitt ambisiøse pilotprosjekt med ombruk (Nordby, 2021) Denne rapporten ble analysert til denne oppgaven og bidro til både teorikapitlet og til diskusjon av forskningsspørsmålene. Siden dette er det første



storskala byggeprosjektet i Norge ansees erfaringene fra dette prosjektet som svært relevante for denne oppgaven.

### **Veiledere og ikke vitenskapelige rapporter**

Et par rapporter ble også tilsendt fra et høyt aktuelt intervjuobjekt som ikke hadde anledning til å la seg intervju. I tillegg ble gode veiledere og rapporter funnet på nettsidene til viktige miljørettede interesseorganisasjoner som Grønn Byggallianse og FutureBuilt i tillegg til Sintef og Circular Norway.

### **Webinarer og konferanser**

Gjennom arbeidet med fordypningsoppgaven høsten 2020 og arbeidet med denne masteren våren 2021 er det valgt å delta på webinarer og konferanser om bærekraft og sirkulær økonomi. Dette for å høre den nyeste informasjonen innenfor temaet. Disse har både vært en inspirasjonskilde til vinkling av oppgaven, og gitt god informasjon om hvilket kunnskapsnivå bransjen har til nå. I tillegg har webinarene vært gode informasjonskilder til ny interessant litteratur og ga god inspirasjon til aktuelle intervjuobjekter. Tabell 2.3 viser en oversikt over hvilke webinarer og konferanser det er valgt å delta på i forbindelse med denne oppgaven.

**Tabell 2.3 Oversikt over konferanser og webinarer forfatteren av denne oppgaven har deltatt på i forbindelse med oppgaveskrivingen**

| <b>Arrangement</b>                         | <b>Dato og arrangør</b>               | <b>Om arrangementet</b>  |
|--|---------------------------------------|--|
| Beyond 2020                                | 2. - 4. november 2020                 | Beyond 2020 er en del av konferanseserien SBE (Sustainable Built Environment). Konferansen er holdt hvert andre eller tredje år siden oppstarten i 2000. Målet er å samle kunnskap og ekspertise slik at vi sammen kan nærme oss FN sine bærekraftsmål for 2030 fra byggenæringen. ("BEYOND 2020 – A Conference for Sustainability," 2020). En rekke innlegg ble holdt av foredragsholdere med ulik grad av ekspertise på feltet over de tre dagene. Det ble valgt å følge med på de innleggene som ble ansett som mest relevante for videre utarbeidelse av denne oppgaven. |
| Ombruk av byggevarer - et brukerperspektiv | 17. desember 2020 i regi av Sintef    | Dette webinaret presenterte prosjektet REBUS (Reuse of building materials - a user perspective). Prosjektet har som mål å utvikle en kunnskapsplattform om kvalitetssikring, juridiske prosedyrer, brukerbehov og praktiske løsninger (Sintef, 2020)   |
| "Sirkulære Fornebu"                        | 9. februar 2021 i regi av Futurebuilt | Et webinar om sirkulære løsninger i bygg og nabolag. Tretten innlegg ble holdt av ulike aktører fra eksempelprosjekter, markedsplasser, kommunen og rådgivere. Dette webinaret ga inspirasjon til mange interessante intervjuobjekter (FutureBuilt, 2021)  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| Green Growth for (all of) Europe - what lies ahead? | 18. januar 2021 i regi av Xynteo Exchange 2021   | En konferanse for å knytte studenter ved universiteter og Europeiske ledere tettere sammen for å diskutere Europas bærekraftige fremtid.  |
| ReHub, en plattform for ombruk av byggematerialer   | Holdt 15. mai 2020, i regi av Prosjekt Norge. Åpent tilgjengelig på youtube og sett høsten 2020    | Webinaret handler om et prosjekt der de undersøker mulighetene for en markedsplattform for ombrukte materialer i det Norske markedet. Målet er å samle all informasjonen på et sted for å forenkle den kompliserte prosessen med ombruk av byggevarer (ProsjektNorge, 2020) |
| Sirkulær økonomi innenfor byggebransjen             | Holt 19. september 2019, i regi av Tekna bygg og anlegg. Tilgjengelige videoer på Tekna sine sider | Frokostseminaret bestod av fire ulike innlegg med fokus på barrierer, avfallshåndtering, kvalitetssikring og innkjøp (Rodahl, 2019)   |

### Podkaster

Som en del av innhenting av nyttig informasjon ble det lett etter aktuelle podkaster. Podkaster gir en unik mulighet til å hente inn informasjon "på farta". I forbindelse med denne masteroppgaven er det valgt å lytte til episoder som tar for seg interessante undertemaer under sirkulær økonomi i byggenæringen, eller episoder der relevante personer blir intervjuet. Blant annet er byggeindustrien sin bransjepodcast "Byggeplassen", "Bærekraftige bygninger" av Høgskulen på Vestlandet, "Innovasjonslederen" av Handelshøgskolen BI, "Morgendagens by" og "The Circular Economy Show" av Ellen MacArthur Foundation lyttet til. En svakhet ved informasjonsinnhenting fra podkast er at intervjuene ikke er gjort med akkurat samme tematikk og vinkling som denne oppgaven. Altså kunne svarene vært noe annerledes dersom personene var intervjuobjekter til denne oppgaven. Informasjonen hentet inn er derfor benyttet som bakgrunnsinformasjon, men har trolig farget oppgaven med kunnskap og inspirasjon til forfatteren.

### 2.3.2 Gjennomførelse og avgrensninger

Som nevnt ble dokumentene hentet inn via nettsider, anbefalinger fra veileder og aktører fra næringen. I tillegg ble noen av rapportene og veilederne funnet via bakover kjedesøk i enkelte rapporter eller tidligere masteroppgaver. For dokumentene benyttet i denne oppgaven ble T-O-N-E prinsippet presentert i tabell 2.2 benyttet. Mye av informasjonen er naturlig nok ikke fagfellevurdert, men er likevel blitt vurdert som troverdig på grunn av bakgrunnen til den som er ansvarlig for publikasjonen eller utsagnet.

### 2.3.3 Evaluering av metoden

Alle de skriftlige dokumentene som er analysert i denne oppgaven ligger offentlig og etterprøvsbarheten av disse vil derfor være god. Likevel vil kunnskapsnivået til forfatteren spille inn på tolkningen av de ulike dokumentene. Som NTNU student ble forfatteren av denne oppgaven invitert til bærekraftskonferansene. Disse ble det ikke gjort opptak av og var heller ikke åpne for alle. Dette svekker reliabiliteten noe. I og med at disse konferansene har bidratt mest som vei til annen offentlig litteratur vil det likevel være mulig å gjennomføre lignende studie igjen.

Validiteten til dokumentene ansees også som god fordi denne oppgaven streber etter å undersøke det norske markedet. Erfaringer fra norske aktører og veiledere laget på bakgrunn av det norske markedet ansees derfor å ha høy relevans. Noen av kildene kan derimot ha hatt lavere grad av troverdighet og hatt mulighet til å påvirke forfatterens vurdering av andre kilder. Bruk av denne typen kilder til masteroppgaven har trolig farget forfatterens syn på tematikken. Likevel har kildene bidratt til kompetanseheving hos forfatteren i stor grad. Ikke bare direkte til tematikken, men også til bærekraft og byggenæringen generelt. For denne tematikken publiseres det store mengder ny informasjon hele tiden. Dette er både forskning, prøveprosjekter og rapporter. Dette kan være overveldende og det har derfor vært en utfordring å plukke ut det som er mest oppdatert og mest relevant for denne oppgaven.

## 2.4 Intervjuer

Hovedkilden til forskningsdata i denne oppgaven kommer fra fjorten semistrukturerte intervjuer. Intervjuer kan være den mest dyrebare kilden til informasjon i vitenskapelige studier (Kvale, 2006). I denne oppgaven er intervjuene viktige for å belyse erfaringer fra eksperter på temaet. Håpet er at de kan belyse hva som skal til for å drive denne overgangen til en mer sirkulær byggenæring og et oppskalert ombruksmarked. Intervjuene ble gjennomført i samarbeid med en annen medstudent som skrev oppgave om samme tema, men med annen vinkling. Dette ble gjort for lette prosessen med å finne kvalifiserte personer, skape god diskusjon rundt relevante intervju spørsmål og lette etterarbeidet.

### 2.4.1 Intervjuform

Det finnes tre hovedformer av intervjuer; strukturerte, semistrukturerte og ustrukturerte intervjuer. Med den kvalitative metoden preges intervjuene av at spørsmålene er fleksible og uten svaralternativer (Dalland, 2017). Strukturerte intervjuer stiller intervjuobjektene konkrete spørsmål uten for mye rom til utbrodering. På den andre siden er ustrukturerte intervjuer mer en samtale mellom intervjuer og intervjuobjekt (Kvale, 2006). Semistrukturerte intervjuer, som er benyttet i denne oppgaven, er en mellomting mellom disse intervjuformene. Metoden har klargjorte intervju spørsmål på forhånd, men tillater improviserte oppfølgingsspørsmål underveis i gjennomførelsen av intervjuene. På denne måten kan intervjuet tilpasses spesifikt til hvert av intervjuobjektene hvor målet er å avdekke intervjuobjektens subjektive tanker rundt forskningstemaet.

Semistrukturerte intervjuer har også enkelte utfordringer. Det kreves en god del planlegging av intervjuene i forkant. Spesielt går det mye tid til å utforme gode intervju spørsmål. Disse skal være objektive og ikke være ledende mot noe intervjuerne tror eller mener. Under gjennomføringen må intervjuerne forsøke å holde en viss struktur slik at intervjuet ikke går over til en samtale, men forblir et intervju. I tillegg fører semistrukturerte intervjuer til et omfattende etterarbeid med tolking av intervjuobjektens svar.

### 2.4.2 Intervjuobjekter

Intervjuobjektene i denne oppgaven er ulike aktører fra bransjen som har erfaring fra sirkulær økonomi i byggenæringen i ulik grad. I Norge er det begrenset tilgang på personer med veldig mye kompetanse rundt tematikken fordi det er relativt nytt og i rask utvikling. Derfor var det ønskelig å finne de intervjuobjektene med størst kompetanse knyttet til vinklingen til oppgavene. Siden problemstillingen er rettet mot beslutningstakere hos byggherrer var det ønskelig å finne aktører som hadde erfaring med ombruk og design for ombrukbarhet, men som likevel hadde innsikt fra en byggherres perspektiv. I tillegg ble aktører som kunne gi innspill til ulike forretningsmodeller og strategier mot overgangen ansett som svært aktuelle. Inspirasjon til intervjuobjekter ble som nevnt funnet i ulike webinarer, frokostmøter og podkaster. I samarbeid med medstudenten ble det vurdert hvilke som ville være aller mest relevant for de to oppgavene. De aktuelle kandidatene ble kontaktet og dette resulterte i fjorten intervjuobjekter.

Mange av intervjuobjektene i denne oppgaven er genuint opptatt av bærekraft og miljø. Dette engasjementet lyste igjennom i mange av svarene. Intervjuobjektene erfaring stammer blant annet fra ulike roller knyttet til pilotprosjektene KA13, Kristian August gate 23 (KA23) og utviklingsprosjektet Lilleakerbyen. Andre hadde stillinger innenfor miljø og bærekraft i sin bedrift der sirkulær økonomi er en del av bærekraftstrategien. Aktuelle kandidater fra aktuelle markedsplasser for fremtiden ble også intervjuet. Samlet ansees kunnskapen og erfaringen til gruppen som bred og svært høy. Informasjon om intervjuobjektene, samt informasjon om tidspunkt og intervjumetode er presentert i tabell 2.4. For lettere å kunne analysere intervjuresultatene i etterkant ble det valgt å dele inn intervjuobjektene etter hvilken aktør de representerte. Den første gruppen består av byggherrer og byggherrerepresentanter (BHR). Den andre gruppen består av representanter fra rådgivere, markedsplasser, entreprenør og advokat.

**Tabell 2.4 Informasjon om intervjuobjektene**

| Stillingstittel  | Arbeidsgiver        | Dato       | Intervjumetode  |
|--|---------------------|------------|-----------------|
| <b>Byggherrer og BHR</b>   |                     |            |                 |
| Energi- og miljørådgiver   | Höegh Eiendom       | 09.03.2021 | Microsoft Teams |
| Direktør plan og prosjektutvikling   | Mustad Eiendom      | 12.03.2021 | Microsoft Teams |
| Prosjektleder  | Insenti             | 16.03.2021 | Microsoft Teams |
| Fagleder Miljø og bærekraft  | Forsvarsbygg        | 17.03.2021 | Microsoft Teams |
| Fungerende avdelingsdirektør - Fagelig ressurser                           | Statsbygg           | 07.04.2021 | Microsoft Teams |
| Avdelingsdirektør - Økonomi og virksomhetsstyring                          | Statsbygg           | 07.04.2021 | Microsoft Teams |
| Miljørådgiver  | Asker kommune       | 09.04.2021 | Microsoft Teams |
| <b>Andre (inkludert rådgivere, markedsplasser, entreprenør og advokat)</b> |                     |            |                 |
| Miljørådgiver  | ReHub               | 15.03.2021 | Microsoft Teams |
| Advisor Circular Economy   | Loopfront           | 23.03.2021 | Fysisk intervju |
| Leder for kompetanseheving   | Grønn Byggallianse  | 09.04.2021 | Microsoft Teams |
| Advokat  | Kluge               | 20.04.2021 | Microsoft Teams |
| Prosjektutvikler   | Øst Riv             | 26.03.2021 | Microsoft Teams |
| Leder for samarbeidet  | Powerhouse, Skanska | 23.03.2021 | Microsoft Teams |
| Spesialrådgiver energi og miljø  | Vill Energi         | 08.03.2021 | Microsoft Teams |

Videre gjennom oppgaven i resultater og i diskusjonen er det valgt å benytte en anonymisert og forkortet tittel på intervjuobjektene. Fremdeles er det valgt å skille mellom de personene som kommer fra byggherresiden av prosjektene og de som representerer andre aktører. En fremvisning er vist i tabell 2.5 hvor BHx er representanter fra byggherresiden og Ax er de andre aktørene.

**Tabell 2.5 Anonymisering av intervjuobjektene**

|  |
|--|
| <b>Intervjuobjekt BH1</b> - Insenti            |
| <b>Intervjuobjekt BH2</b> - Forsvarsbygg       |
| <b>Intervjuobjekt BH3</b> - Statsbygg          |
| <b>Intervjuobjekt BH4</b> - Höegh Eiendom      |
| <b>Intervjuobjekt BH5</b> - Asker kommune      |
| <b>Intervjuobjekt BH6</b> - Statsbygg          |
| <b>Intervjuobjekt BH7</b> - Mustad Eiendom     |
| <b>Intervjuobjekt A1</b> - Øst Riv             |
| <b>Intervjuobjekt A2</b> - Loopfront           |
| <b>Intervjuobjekt A3</b> - Kluge               |
| <b>Intervjuobjekt A4</b> - Vill Energi         |
| <b>Intervjuobjekt A5</b> - Powerhouse, Skanska |
| <b>Intervjuobjekt A6</b> - Grønn Byggallianse  |
| <b>Intervjuobjekt A7</b> - ReHub               |

### 2.4.3 Intervjuguider

I forkant av intervjuene ble det utarbeidet en intervjuguide. Guiden hadde som hensikt å gi visse rammer til de semistrukturerte intervjuene og ga en grov skisse over emner og forslag til spørsmål. Intervjuobjektet fikk tilsendt intervjuguiden i forkant av intervjuet og kunne på denne måten forberede seg dersom det var ønskelig. Tanken var at intervjuobjektet skulle kunne prate fritt rundt spørsmålene, men likevel bli guidet inn på tematikken og vinklingen som var ønsket. Intervjuguiden ble delt inn i fem deler som vist i tabell 2.6. Den første delen, *generelt*, ble brukt som en oppvarming til intervjuet der en ble litt bedre kjent med intervjuobjektets bakgrunn, arbeidsoppgaver og erfaring på området. De neste to delene om *risiko* og *gjennomføringsmodeller* hørte i utgangspunktet til problemstillingen til medstudenten til denne oppgaven. Likevel var det noe overlapp mellom risiko og utfordringer som vanskeliggjør lønnsomhet, så enkelte spørsmål fra del 2 ble også svært aktuelle for denne oppgaven. Del 4 om *lønnsomhet* er i utgangspunktet direkte knyttet til problemstillingen i denne masteroppgaven. Den siste delen med *avsluttende spørsmål* avrundet intervjuene og ga muligheten til å snakke litt rundt temaet med intervjuobjektene.

**Tabell 2.6 Intervjuguidens fem deler**

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Del 1 – Generelt</b>               | Kartlegging av bakgrunn og erfaring   |
| <b>Del 2 – Risiko</b>                 | Vurderinger av hvordan risikobildet endrer seg i et prosjekt med ombruk av bygningsmaterialer og hvordan fordelingen av denne risikoen blir                   |
| <b>Del 3 – Gjennomføringsmodeller</b> | Betraktninger rundt optimalisering av gjennomføringsmodeller for prosjekter med ombruk av bygningsmaterialer  |
| <b>Del 4 – Lønnsomhet</b>             | Vurderinger rundt lønnsomheten av en overgang til en mer sirkulær økonomi i byggenæringen og hva som skal til for at prosjekteiere velger å investere i dette |
| <b>Del 5 – Avsluttende spørsmål</b>   | Ga intervjuobjektene mulighet til å tilføye ekstra informasjon dersom de ønsket det   |

Etter at et par av intervjuene var gjennomført forstod intervjuerne at noen av spørsmålene var knyttet litt for tett mot noen type aktører. Det ble derfor utarbeidet to utgaver til av guiden. Grunnen til at det ble laget to nye utgaver var for at spørsmålene i større grad skulle treffe intervjuobjektet, siden objektene kom fra ulike aktører og hadde ulike stillinger. Utgave 2 og 3 ble tilpasset etter at noen av intervjuene allerede var gjennomført, og bar derfor preg av dette. Der spørsmålene ble tolket annerledes enn det intervjuerne hadde tenkt, eller var utydelige, ble det forsøkt å endre spørsmålene. Noen spørsmål ble droppet helt, mens noen kun ble tilpasset aktøren. Utgave 2 av intervjuguiden ble spesialisert til intervjuobjekter som ikke nødvendigvis hadde bakgrunn fra byggenæringen. Utgave 3, vedlagt i vedlegg A, ble den endelige utgaven som ble sendt ut til de fleste av intervjuobjektene.

#### 2.4.4 Gjennomførelse av forskningsintervjuer

Hvert av intervjuobjektene ble kontaktet per mail for å undersøke om de ønsket å stille til intervju. Hver av intervjuobjektene ble tilsendt et informasjonsskriv, vedlagt i vedlegg B, med forklaring på hva det ville innebære å delta i forskningssintervjuene. Videre ble tidspunkt og intervjumetode avklart. Grunnet pandemi i perioden for utførelse av intervjuene ble alle utenom ett intervju avholdt over nett. Det siste ble holdt fysisk på universitetet hvor det var enkelt å holde nødvendig avstand. I tillegg samtykket intervjuobjektene til at det ble tatt lydopptak av intervjuene for hjelp til etterarbeidet. Tiltent tid per intervju var omtrent 90 minutter, men dette varierte mellom intervjuobjektene. Noen av intervjuene ble begrenset av tiden intervjuobjektet hadde å avsette, andre varierte på grunn av mengde med synspunkter og erfaringer. Intervjuguidens fem deler ble fulgt i samme rekkefølge i alle intervjuene, men oppfølgingsspørsmål ble stilt der det føltes naturlig av begge intervjuerne. I og med at erfaringer rundt risiko og lønnsomhet ofte overlapper ble det naturlig at begge intervjuerne kom med oppfølgingsspørsmål der relevant tematikk ble diskutert.

### 2.4.5 Etterarbeid for forskningsintervjuene

Etter gjennomførelsen av intervjuene ble det skrevet sammendrag fra hvert enkelt intervju. Sammendrag ble valgt over full transkribering for å kun få ut den viktigste informasjonen og hindre unødvendig fyll. Lydopptakene ble brukt som verktøy for å få med viktige detaljer og ordlegginger. Fra de fjorten intervjuene ble det tilsammen 13 timer og 24 minutter med lydopptak som skulle bearbeides i etterarbeidet. Intervjuerne fordelte jobben med å skrive mellom seg og endte med sammendrag som utgjorde i underkant av 56 000 ord. Disse ble så sendt tilbake til intervjuobjektene for godkjenning.

Etter at sammendragene var ferdigskrevet ble innholdet i svarene analysert. Forfatteren av denne oppgaven hadde hovedfokus på *del 4* av intervjuene, men resten av delene ble tatt med i betraktning da mye relevant innhold for vinklingen også ble gitt i de andre delene. Svarene ble lagt inn i et Excel-dokument for bedre oversikt før det ble lett etter relevante synspunkter og erfaringer rundt de tre forskningsspørsmålene. Ulike parametere indikerte om utsagnene fra intervjuobjektene var relevante. For hvert utsagn ble det sett på hvilken aktør intervjuobjektene representerte, hvilken bakgrunn og erfaring de hadde, om utsagnet stemte over ens med noen av de andre intervjuobjektene utsagn og om det stemte med teorien. Det ble forsøkt å se etter sammenhenger og punkter der intervjuobjektene mente forskjellige ting.

### 2.4.6 Evaluering av metoden

Intervjuer som forskningsmetode er svært tidkrevende. Det kreves mye forberedelser og gir et omfattende etterarbeid. Tidsbegrensningen satte grensen for hvor mange intervjuer som var mulig å gjennomføre. Kvaliteten på intervjuene er også avgjørende for kvaliteten på analyseringen, verifiseringen og rapporteringen av intervjuet senere (Kvale, 1997).

En fordel ved semistrukturerte intervjuer er at det gir muligheten til å stille oppfølgingsspørsmål dersom intervjuobjektet sier noe av spesiell interesse. Dette var spesielt viktig ved intervjuene til denne oppgaven fordi intervjuobjektene hadde ulike erfaringer og bakgrunner. Derimot er det en svakhet at ikke alle fikk muligheten til å svare på de samme spørsmålene. Intervjuerne hadde ingen erfaring med å gjennomføre semistrukturerte intervjuer før arbeidet med denne oppgaven. Dette kan derfor ansees som en svakhet da det trengs litt erfaring for å bli god på intervjuformen. Ettersom intervjuerne ble tryggere i intervjusituasjonen kom flere interessante oppfølgingsspørsmål frem. I etterkant ville det vært interessant å inkludere disse spørsmålene også i de tidligste intervjuene. Det ble ikke valgt å sende ut disse oppfølgingsspørsmålene på mail da mengden av etterarbeid var betydelig nok. Det var også enkelte intervjuer hvor intervjuobjektene hadde litt dårligere tid. I disse intervjuene ble det derfor en prioritering mellom hvilke spørsmål som ble stilt. Her ville det også vært nyttig å få inn svar på alle spørsmålene for å danne et helhetlig bilde.

En fare ved semistrukturerte intervjuer er at spørsmålene blir noe ledende. Det ble lagt fokus på dette under utarbeidelsen av intervjuguiden. Derimot er faren større ved de improviserte oppfølgingsspørsmålene. Intervjuerne ønsker å oppklare sin forståelse av hovedspørsmålet og kan på den måten potensielt gi intervjuobjektet sine egne synspunkter rundt temaet. Reliabiliteten til forskningsmetoden anses som noe lav da de fjorten intervjuobjektene kommer med sine subjektive tanker. Vanskelig etterprøvnbarhet er en svakhet ved å kun bruke kvalitativ metode. Dersom studien ble gjennomført igjen ved et senere tidspunkt vil erfaringene og svarene kunne endre seg. Likevel øker etterprøvnbarhet noe ved at personene er hentet ut fra et relativt lite nettverk av aktører med erfaring.

Gruppen med intervjuobjekter anses som en gruppe med høy kompetanse innenfor temaet og dette bidrar til forskningsmetodens validitet. Alle intervjuobjektene har i noen grad

erfaring med ombruk eller design for ombruk. Mange direkte fra prosjekter, og noen med erfaringer rundt planlegging og utvikling. Gruppen med intervjuobjekter kommer fra et bredt utvalg av aktører og svarene deres belyser derfor mer enn en side av saken. Likevel ville et enda større utvalg økt validiteten ytterligere ved å øke generaliteten til svarene. Det at det er få representanter fra hver av aktørene er også en svakhet ved forskningsmetoden.

Som nevnt ble intervjuene gjennomført i samarbeid med en annen medstudent. Dette for å kunne samarbeide om å samle inn mer informasjon og forenkle bearbeidingsprosessen. Dette samarbeidet ga noen fordeler og noen ulemper. En av fordelene var muligheten til å diskutere rundt formuleringene av intervju spørsmålene og strukturen på intervjuene. Det var også fordelaktig å samarbeide om å finne aktuelle kandidater til intervjuene. I tillegg ga det trygghet i intervjusituasjonen og være to stykker i stedet for en, og det førte til bedre flyt og dynamikk i samtalene med intervjuobjektene. Siden intervju spørsmålene knyttet til tematikken i denne oppgaven ble stilt mot slutten av intervjuene kan svarene intervjuobjektene gå være farget av de tidligere delene av intervjuene. For denne oppgaven kan dette ha ført til bedre svar med tanke på at intervjuobjektene har hatt lenger tid til å tenke gjennom tematikken.

For denne oppgaven ble etterarbeidet ved intervjuene litt større ved at intervjuene ble gjennomført i samarbeid med en medstudent. Dette fordi mange av de opprinnelige intervju spørsmålene måtte endres litt underveis for å tilpasses intervjuene. Dersom noen av intervju spørsmålene knyttet til lønnsomhet ble besvart i et tidligere stilt spørsmål ble det droppet fra lønnsomhetsdelen for å unngå gjentakelse og spare tid for intervjuobjektet. Dermed ble prosessen med å finne tilbake til svarene mer krevende.

På grunn av Covid-19 ble tretten av de fjorten intervjuene gjennomført over nettet. Med unntak av litt dårlig nettverksforbindelse under et par av intervjuene var dette stort sett uproblematisk. Kanskje er den økte digitale kompetansen på møter over nett en positiv konsekvens av pandemien og at dette gjorde det enklere for intervjuerne å få tak i de mest kvalifiserte intervjuobjektene til tross for at de befant seg i en annen by.



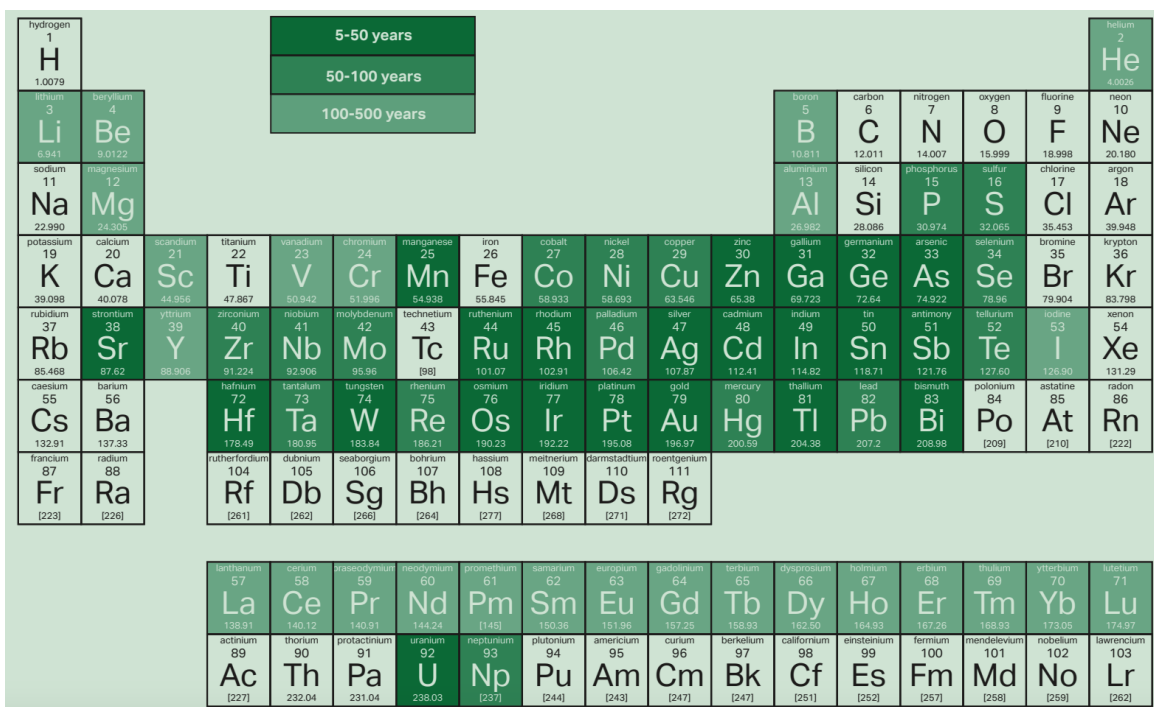
# 3 Teori

Det teoretiske grunnlaget for denne masteroppgaven er valgt ut i fra oppgavens problemstilling. Problemstillingen har bakgrunn i dagens store klimautfordring med overforbruk av ressurser og byggenæringens bidrag til dette. Videre presenteres teorien bak en lineær og en sirkulær økonomi, EU sin målsetting på dette området og hva dette betyr med tanke på byggenæringen. Til slutt presenteres regelverket sånn det er i dag og lønnsomhetsvurderinger rundt miljøinvesteringer.

## 3.1 Klimakrise og behov for endring

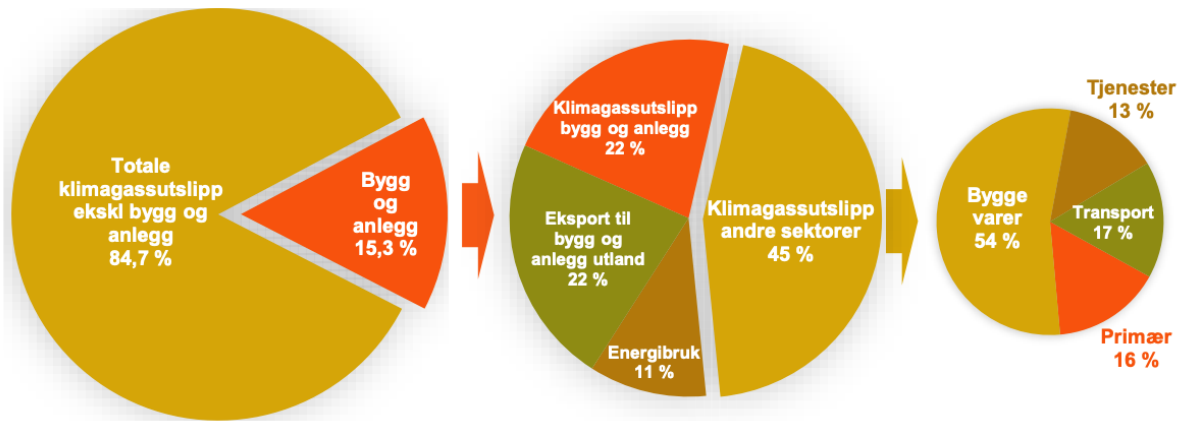
Klimakrisen er en av vår tids største utfordringer. I 2015 ble 195 land enige om at klimautslippene må begrenses og signerte Prisaftalen. Den forplikter alle land til å kutte i klimagassutslipp for å nå målet om at det ikke skal bli mer enn to grader varmere på kloden før dette århundre er over (FN-sambandet, 2020). I tillegg skal verden være klimanøytrale innen 2100 (FN-sambandet, 2020). Dette innebærer at det ikke skal slippes ut mer klimagass i atmosfæren enn det som blir fjernet. Økningen i den globale temperaturen vil potensielt føre til mer ekstremvær med mer nedbør og oversvømmelser, mer tørke og forurensning av havene.

Parallelt med at det slippes ut for mye klimagasser i atmosfæren, er det også et stort overforbruk av naturressurser. Jordas befolkning brukte ressurser i 2020 som om vi har 1,6 jordkloder (WWF, 2020). Nå risikerer vi å gå tom for viktige naturressurser. Figur 3.1 viser en oversikt over hvor mange år det er til en kan forvente at det er tomt for ulike ressurser (Merrild, Jensen og Sommer, 2016). Av materialene i størst fare er en rekke metaller som også benyttes av byggenæringen. Figur 3.2 viser en oversikt over graden av resirkulering av de ulike ressursene. I tillegg til metaller er det ifølge Solgaard og Bramslev (2019) også fare som sandressursene som benyttes i betong.



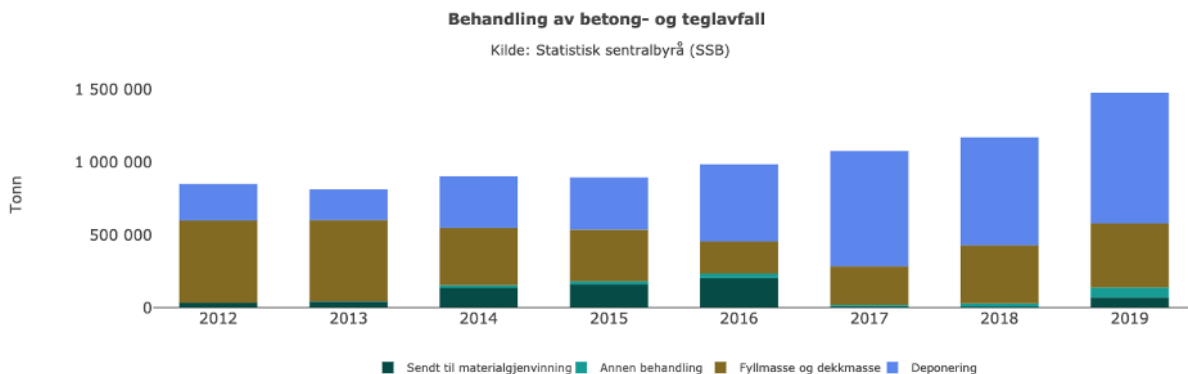
**Figur 3.1 Oversikt over antall år til det er tomt for kjente ressurser. Figuren er 3XN Architects tolkning av en original laget av EMF (Merrild, Jensen og Sommer)**





**Figur 3.3 Oversiktsfigur av bygg- og anleggssektorens andel av Norges klimagassutslipp (Asplan Viak, 2019)**

Økonomisk vekst fører til økt forbruk som igjen bidrar til mer avfall. I Norge i dag er det bygg- og anleggssektoren som er den største kilden til avfall. I 2019 ble 71 % av avfallet gjenvunnet, og av dette ble ca 41% materialgjenvunnet. Av avfallet som ikke blir gjenvunnet spiller avfall fra betong og tegl en stor rolle (Miljødirektoratet, 2021b). Figur 3.4 viser avfallsbehandlingen av betong- og teglavfall for de siste årene hvor deponering utgjør en stor andel. Imidlertid er kun 2% av avfallet fra byggenæringen er kategorisert som farlig avfall. Noe som tilsier at trolig mye kunne vært ombrukt (Sintef, 2020). Langsiktige anslag viser tydelig at vi må øke materialproduktiviteten betydelig dersom vi skal imøtekomme det fremtidige behovet for konstruksjoner til rimelige priser (Merrild, Jensen og Sommer, 2016)



**Figur 3.4 Historisk behandling av betong- og teglavfall (Miljødirektoratet, 2021b)**

### 3.1.2 Bærekraftsmål som tiltak for endring

Høsten 2015 introduserte FN sytten bærekraftsmål, med tilhørende delmål, som en felles arbeidsplan for en bærekraftig utvikling mot 2030 (FN-sambandet, 2021). Målene gjelder for alle landene i verden og skal bidra til å redusere fattigdom, ulikhet og klimaendringer (FN-sambandet, 2020). Disse målene tar for seg sosiale, økonomiske og miljømessige aspekter som alle er avgjørende for bærekraft.



**Figur 3.5 FNs bærekraftsmål (FN-sambandet, 2021)**

Målene favner bredt og viser forbedringspotensial for alle verdens innbyggere og alle ulike næringer. Selv om mange av målene påvirker byggenæringen indirekte er det spesielt fem av målene som har tilknytning til byggenæringen og til sirkulær økonomi. Bærekraftsmål 9, 11, 12, 13 og 17 er sentrale for en overgang til en mer sirkulær byggenæring. Den økende urbaniseringen fortsetter og FN spår at 60 % av verdens befolkning vil bo i byer innen 2030 (FN-sambandet). Det er derfor ekstra viktig med nytenking rundt hvordan bygningene i byene bygges og at det foreligger et ansvarlig forbruk av naturressurser.

Norge har høynet sine mål for kutt i klimagassutslipp frem mot 2030. Fra et mål om minst 40 % kutt sammenlignet med 1990-nivå, har de nå forpliktet seg til minst 50% kutt og opp mot 55% (Miljødepartementet, 2021). I tillegg sier regjeringen at de vil gjøre mer enn klimaloven forplikter Norge til.

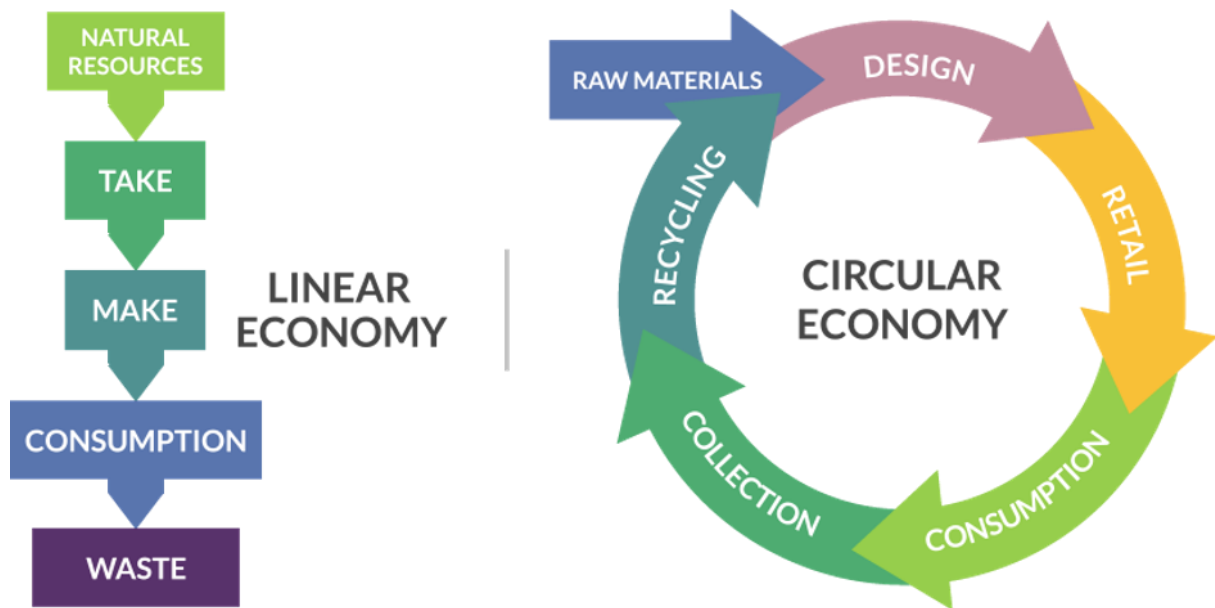
### 3.1.3 Sirkulær økonomi

For å klare og forbedre det eksisterende forbruksmønsteret til befolkningen er det kommet et behov for en mer bærekraftig økonomisk modell enn den vi har i dag. Menneskeheten har siden den industrielle revolusjonen fulgt en lineær økonomisk modell, en såkalt "bruk-og-kast"-modell. Ifølge det internasjonale ressurspanelet (IRP) er det nødvendig at økonomisk vekst frakobles ressursbruk dersom bærekraftsmålene skal oppnås (Miljødirektoratet, 2021a).

### 3.1.4 Generelt om lineær og sirkulær økonomi

I den lineære modellen blir naturressursene hentet ut, brukt til produksjon, brukt til et formål og vil tilslutt ende som avfall som vist til venstre i figur 3.6. Dette avfallet må bli tatt hånd om ved forbrenning eller på deponi.

I en sirkulær økonomi derimot blir ressursene hentet ut og tatt inn i et kretsløp hvor de blir ombrukt og gjenvunnet til deres fulle potensiale. I stedet for at ressursene havner på deponi etter endt bruk skal de ombrukes, gjenvinnes, repareres eller oppgraderes (Miljødirektoratet, 2020a). Målet å holde verdien til produkter, komponenter og materialer så høy som mulig, så lenge som mulig. Det finnes ulike modeller på sirkulær økonomi, men felles for alle er at naturressursene som kommer inn i kretsløpet blir værende og minimalt går ut som avfall. Til høyre i figur 3.6 vises et eksempel på en slik modell hvor råmaterialene blir resirkulert og designet for ny bruk. Hovedmålet er å stoppe overforbruket av naturressurser og redusere mengden med avfall.



**Figur 3.6 Lineær og sirkulær økonomi (End of Waste Foundation, u.å. )**

Circle Economy har kartlagt åtte nøkkelprinsipper for sirkulær økonomi. Disse tar for seg alle aspektene ved en sirkulær økonomi og er tenkt som veiledere når sirkulære strategier skal utarbeides. De tre første prinsippene knyttes direkte til håndtering av materialer og energistrømmer. Disse går ut på å prioritere fornybare ressurser, ivareta og forlenge levetiden på det som allerede er produsert og å bruke avfall som ressurs. Videre er de neste fem prinsippene tilretteleggende for implementering av sirkularitet. Det vil si designe for sirkularitet, innovere forretningsmodellene, ta i bruk digital teknologi, samarbeide for felles verdiskaping og styrke og utarbeide kompetanse (Circular Norway, u.å. ).

### 3.1.5 EUs visjon for sirkularitet

EU ønsker å ligge i front av det grønne skiftet og har laget en handlingsplan for å gjøre Europas økonomi mer bærekraftig. Denne handlingsplanen kalles for «The European Green deal» og skal gjøre Europa til det første klimanøytrale kontinentet i verden. For å klare det har EU blant annet som mål at det skal være null netto klimagassutslipp innen 2050. I tillegg ønsker de at økonomisk vekst og ressursforbruk skilles fra hverandre, og at denne overgangen ikke etterlater noen land eller personer (Commission, 2021).

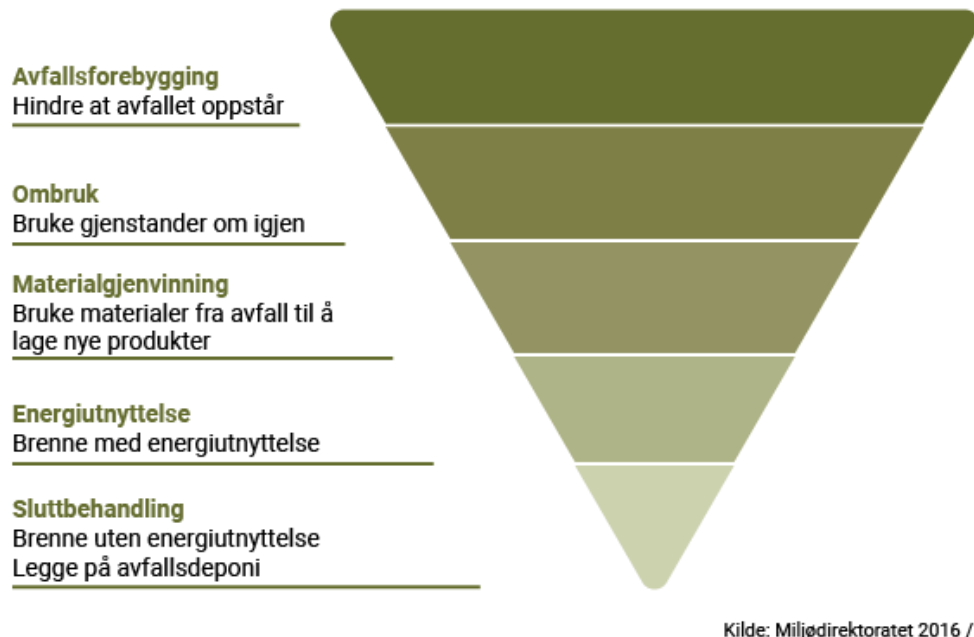
Som en del av denne handlingsplanen la EU-kommisjonen frem en oppdatert plan for veien mot sirkulær økonomi den 11. mars 2020. Hensikten er et renere og mer konkurransedyktig Europa. For byggenæringen fokuserer denne planen på krav til bruk av sekundære råvarer, materialgjenvinning og forbedret energieffektivitet for bygninger. Blant annet er et av de nye kravene fra 2020 at 70% av byggavfallet skal materialgjenvinnes (Dibk, u.å.).

### **Avfallspyramiden**

Som hjelp for å redusere mengden avfall er det utviklet et hierarki over hvordan det er mest ønskelig at avfall håndteres. Figur 3.7 viser en oversikt over prioriteringen i norsk avfallspolitikk som kommer fra EU sitt rammedirektiv for avfall. Denne viser at avfallsforebygging verdsettes høyest foran direkte ombruk og materialgjenvinning. Under dette har vi energiutnyttelse og at avfallet sendes på deponi. I dag går det meste av norsk

byggeavfall til materialgjenvinning eller energiutnyttelse. Målet er å få mer av dette avfallet høyere opp i hierarkiet. (Miljødirektoratet, 2016)

### AVFALLSHIERARKIET



**Figur 3.7 Avfallspyramiden (Miljødirektoratet, 2016)**

### Bærekraftig finans og taksonomi

En annen del av "The European Green Deal" er en handlingsplan for bærekraftig finans. Denne planen skal blant annet motvirke grønnvasking. Altså at en aktivitet eller virksomhet fremstilles som mer bærekraftig enn det den egentlig er (NHO, u.å.; Grønnvaskingsplakaten, u.å.).

Det skal innføres ulike tiltak som kan deles inn i tre hoveddeler. Disse delene er rapporteringskrav, nye regler og klassifisering av bærekraft. Rapporteringskravene går ut på at større foretak, og de innenfor bank- og finanssektoren må rapportere hvilke deler av deres omsetning som kommer fra bærekraftige aktiviteter. De nye reglene omhandler at bærekraft blir en del av regelverket for bank og finans.

EU vil innføre et klassifiseringssystem for de bærekraftige aktivitetene som et grunnlag for tiltakene. Dette er det som kalles EUs taksonomi (NHO, u.å. ). I følge taksonomien må en aktivitet oppfylle tre aktiviteter dersom den skal kvalifiseres som bærekraftig. For det første må aktiviteten i stor grad bidra til minst ett av seks miljømål. De seks miljømålene er:

1. Begrensning av klimaendringer
2. Klimatilpasning
3. Bærekraftig bruk og beskyttelse av vann- og havressurser
4. Omstilling til en sirkulær økonomi
5. Forebygging og bekjempelse av forurensning
6. Beskyttelse og gjenopprettelse av biologisk mangfold og økosystemer.

I tillegg krever taksonomien at aktiviteten ikke skal være til skade for noen av de andre miljørådene og at aktiviteten oppfyller visse minimumsvilkår for sosiale rettigheter (NHO, u.å. )

Denne taksonomien er under utvikling og rapporteringen for de to første miljømålene trer ikke i kraft før 1. januar 2022. Dette gjelder bedrifter som omfattes av taksonomien i EU. Rapporteringen om miljømål 3-6 starter 1. januar 2023. Taksonomien er ennå ikke lagt inn i reglene som Norge må følge som en del av EØS, men det forventes at det fortsatt blir EØS-relevant. I tillegg vil dette være noe som blir viktig i Norge fordi de europeiske aktørene vil bli mer opptatte av regelverket til taksonomien når dette trer i kraft i EU. Taksonomien har også noen sektorspesifikke kriterier. Så langt er det laget for syv sektorer hvor eiendom, bygg og anlegg er en av disse (NHO, u.å. ).

## 3.2 Sirkulær byggenæring

Som nevnt er byggenæringen utnevnt som en med stort potensiale for grønnere og mer sirkulære løsninger. I følge *The circularity GAP report - Norway* (Marc de Wit) bør næringen slutte med uttak av jomfruelige materialer og samtidig maksimere bruken av bygge- og rivningsavfallet. Dette innebærer å ivareta eksisterende bygningsmasse og forlenge levetiden ved oppussing, rehabilitering og ombygging. Åpenhet rundt informasjon om bygningsmaterialene vil sørge for at avfall blir til en ressurs og forblir i kretsløpet. Som hjelpemiddel bør det opprettes materialpass og materialbanker.

I Norge finnes det per i dag 4,2 millioner bygninger (SSB, 2021). Denne bygningsmassen fordeler seg som vist i tabell 3.1. I disse bygningene ligger det store materielle verdier med varierende potensiale for ombruk og ombrukbarhet.

**Tabell 3.1 Norges bygningsmasse per 2021 (SSB, 2021)**

| Bygningstype   | Antall bygninger i 2021 |
|--|-------------------------|
| Boligbygg<br>(Inkluderer eneboliger, tomannsboliger, rekkehus, boligblokker og bygninger for bofellesskap) | 1 573 127               |
| Fritidsbygg<br>(Inkluderer hytter og andre bygninger som benyttes som fritidsboliger, boliggarasjer mv.)   | 1 913 649               |
| Industri og lagerbygninger   | 113 045                 |
| Fiskeri- og landbruksbygninger   | 494 588                 |
| Kontor- og forretningsbygninger  | 38 811                  |
| Samferdsels- og kommunikasjonsbygninger  | 12 351                  |
| Hotell- og restaurantbygninger   | 32 388                  |
| Undervisnings-, kultur- og forskningsbygninger   | 48 920                  |
| Helsebygninger   | 5 683                   |
| Fengsels-, beredskapsbygninger mv.   | 5 146                   |

### 3.2.1 Ombruk og ombrukbarhet

Ombruk vil si at produktene eller materialene brukes på nytt til samme formål som før, uten betydelig bearbeiding (Miljødirektoratet, 2020a). For bygningsmaterialer vil det si at bygningsdel blir brukt som omtrent det samme som den opprinnelig ble prosjektert for. At en stålbjelke blir brukt som en stålbjelke eller et vindu blir brukt som et vindu. I denne oppgaven blir det også betegnet som ombruk dersom bygningsmaterialer blir ombrukt i sin fulle form, men får et annet formål enn opprinnelig. For eksempel hvis et yttervindu brukes som en innervegg eller kunstinstallasjon. Gjenbruk blir ansett som en samlebetegnelse for materialgjenvinning og ombruk (Miljødirektoratet, 2020a).

At en byggevare blir ansett som ombrukbar vil si at den har potensiale for fremtidig ombruk. Det vil si at en ombrukbar byggevare må god kvalitet og bestå av robuste materialer som ikke inneholder miljøskadelige stoffer. I tillegg må varen være enkel å demontere fra bygningen den står i. For eksempel vil ombrukbare stålbjelker kunne være boltet sammen i stedet for sveiset sammen. Ved bruk av færre ulike typer festemiddel vil de enkelt kunne demonteres av alle. Planlegging for at bygningskomponenter skal være ombrukbare har fått flere navn. På engelsk det ofte for "design for disassembly". I Norge brukes uttrykk som design for ombruk og prosjektering for demontering. I denne oppgaven er det imidlertid valgt å gå for design for ombrukbarhet.

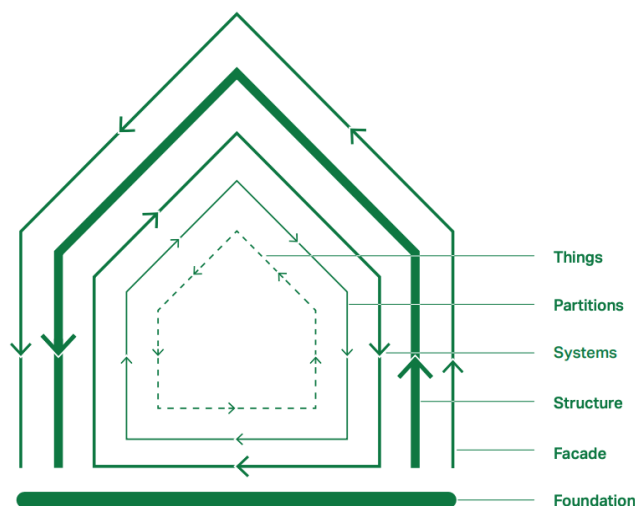
#### **Bygningsmaterialers ombrukbarhet**

Det er gjort undersøkelser av hvilke bygningsmaterialer som egner seg for ombruk. Hulldekker i betong, tegl, lastbærende stål, glass og vinduer, trevirke og materialer som ikke har dokumentasjonskrav. Disse materialene er trukket frem på grunn av energien som kreves for produksjonen av materialene, omløpstiden materialene har til tross for lang levetid eller anbefalinger fra litteraturen (Kilvær *et al.*, 2019). Ulike deler av bygninger har ulik forventet levetid. Tabell 3.2 viser sammen med figur 3.8 en oversikt over ulike bygningselementers forventede levetid.

**Tabell 3.2 Ulike bygningselementers forventede levetid (Merrild, Jensen og Sommer, 2016)**

| <b>Bygningsdel</b>       | <b>Forventet levetid</b> |
|--------------------------|--------------------------|
| Grunnmur                 | 100+ år                  |
| Bærekonstruksjon         | 50+ år                   |
| Fasade                   | 30+ år                   |
| Skillevegger og systemer | 10+ år                   |
| Innredning               | 1+ år                    |





**Figur 3.8 Fremstilling av de ulike elementene i en bygning med tanke på levetid (Merrild, Jensen og Sommer, 2016)**

For noen materialtyper vil det være mer hensiktsmessig at de kommer tilbake til produsentene for høy grad av resirkulering. Dette gjelder blant annet for gipsprodukter som kan ha opp til 99 % resirkulert innhold, men ikke egner seg spesielt til ombruk (Grønn Byggallianse, 2021).

Det er viktig å ta i betraktning hvilke faktorer som påvirker en bygning materialer og komponenter helt fra planleggingsfasen. En sammensetning av to materialer og komponenter med manglende samvirke vil kunne begrense levetiden deres. Selv om materialene selv har en lang levetid (Bjørberg, Listerud og Kampesæter, 2009). Figur 3.9 viser en oversikt over hvilken type levetid som ofte er avgjørende for ulike bygningsdeler. Den tekniske levetiden vil være den tiden det tar å slite ut en bygningsdel eller teknisk installasjon. Den funksjonelle levetiden vil si den tiden det tar før en bygningsdel ikke lenger tilfredsstillende opprinnelige krav/funksjon, eller som følge av endrede brukerkrav, til tross for at den fortsatt fungerer rent teknisk. Den estetiske levetiden begrenses av den tiden det tar før bygningsdelen ikke lenger er estetisk tilfredsstillende (Bjørberg, Listerud og Kampesæter, 2009).

| Bygningsdel                     | Levetid som trolig inntreffer først        |
|---------------------------------|--|
| <b>2 Bygning</b>                |  |
| 21 Grunn og fundamenter         | Teknisk levetid                            |
| 22 Bæresystemer                 | Teknisk levetid                            |
| 23 Yttervegger                  | Teknisk eller estetisk levetid(overflater) |
| 24 Innervegger                  | Funksjonell levetid*                       |
| 25 Dekker                       | Teknisk levetid                            |
| 26 Yttertak                     | Teknisk levetid                            |
| 27 Fast inventar                | Funksjonell levetid                        |
| 28 Trapper, balkonger med mer   | Teknisk levetid                            |
| <b>3 VVS-installasjoner</b>     |  |
| Pumper og aggregater            | Funksjonell levetid pga krav/teknisk       |
| Rør/kanaler                     | Teknisk levetid                            |
| <b>4 Elkraft</b>                |  |
| Fordeling                       | Teknisk levetid/funksjonell                |
| Lys                             | Funksjonell levetid                        |
| <b>5 Tele og automatisering</b> |  |
| Automatisering                  | Funksjonell levetid                        |
| Dataanlegg                      | Funksjonell levetid                        |
| Lyd og bilde                    | Funksjonell levetid                        |
| Alarm og signalanlegg           | Funksjonell levetid                        |

\* virksomhetens funksjon

**Figur 3.9 Eksempler på hvilken levetid som ofte inntreffer først hos ulike bygningsdeler (Bjørberg, Listerud og Kampesæter, 2009)**

Det er også viktig å påpeke at ombruk av byggevarer ikke er et nytt konsept. Tradisjonelt har byggevarer vært kostbare og frem til omtrent 1960-tallet var det sterke tradisjoner rundt å ombruke bygningsmaterialer i Norge. Et eksempel er den norske tradisjonen med lafting. En laftet bygning er designet for ombruk og ble tradisjonelt ofte flyttet på og omgjort. I tillegg var det tradisjon for ombruk av takstein, murstein, vinduer og dører. På denne måten kunne en spare mye penger (Solgaard og Bramslev, 2019).

### 3.2.2 Bygninger som materialbanker

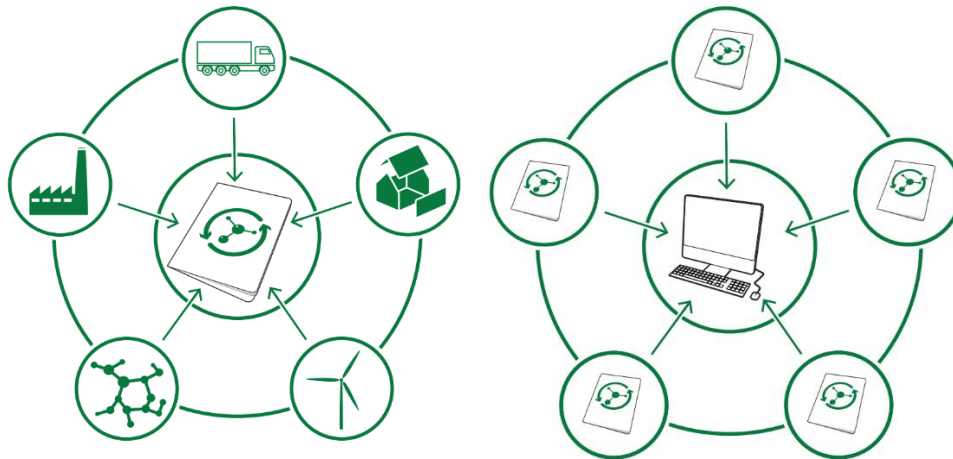
Det å se på bygninger som materialbanker er et konsept hvor bygningen vil fungere som et lager for materialer og byggevarer, som senere kan ombrukes eller materialgjennvinnnes (Solgaard og Bramslev, 2019). På denne måten vil materialene være ressurser for fremtidige bygninger.

"Today buildings are statically welded, glued and cast together. By designing for disassembly future buildings will be flexible and function as material banks" -Kasper Guldanger Jensen (Merrild, Jensen og Sommer, 2016)

For at bygninger skal kunne fungere som materialbanker er det ønskelig at bygningsmaterialer og komponenter til nye bygninger har lang levetid, er reparerbare og lett kan demonteres for ombruk eller materialgjenvinning. I tillegg bør bygningene ha fleksible løsninger slik at den enkelt kan tilpasses endret bruk.

### 3.2.3 Materialpass og materialbibliotek

En annen forutsetning for at bygninger skal kunne fungere som en materialbank er at informasjonen om de ulike komponentene i bygget finnes og er tilgjengelig. Tanken om et materialpass går ut på at den relevante informasjonen om et materiale eller en komponent er lett tilgjengelig i en database (Merrild, Jensen og Sommer, 2016). På denne måten kan en søke opp komponenten eller materialet ved bruk av en ID-kode som er unik for den. Materialpasset blir dokumentasjonen på materialets historie og vil være viktig dersom det skal ombrukes i en annen bygning. Figur 3.10 viser en fremstilling av et eksempel på et materialpass til venstre. Det er viktig at dette passet oppdateres regelmessig for å kunne representere byggevarens nåværende tilstand. Figuren viser også fremstillingen av et materialbibliotek til høyre. Materialbiblioteket inneholder de digitale materialpassene til byggevarerne i en bygning. I nær fremtid vil bygningers BIM-modell være et naturlig sted for materialbiblioteket (Merrild, Jensen og Sommer, 2016).



**Figur 3.10 3XN Architects fremstilling av et materialpass (venstre) og et materialbibliotek (høyre) (Merrild, Jensen og Sommer)**

### 3.2.4 Strategier mot en mer bærekraftig byggenæring

Med bakgrunn i klimautfordringene, og det store behovet for en mer bærekraftig byggenæring, er det satt i gang en rekke tiltak. Dette er blant annet sertifiseringer som gir et mål på hvor bærekraftig en bygning er. I tillegg er det startet forskningsprosjekter og utredninger for å øke kunnskapen på området.

#### **Ti anbefalte strakstiltak for byggeiere**

I 2016 utviklet Norsk Eiendom, i samarbeid med Grønn Byggallianse, et veikart mot 2050. Veikartet skal fungere som en anbefaling til de som eier og forvalter yrkesbygg i Norge om hvilke valg de bør bidra til et mer bærekraftig samfunn. I veikartet kommer de med påstanden om at det allerede er tydelige tegn på at grønne bygg er lønnsomme. Argumentet for dette er at investorer for næringsbygg, banker og forsikringsselskaper har begynt å sette høyere verdi på bygninger som er dokumentert som grønne. Dette fordi de tenker at det vil være lite lønnsomt å sitte på en utdatert portefølje av bygg om 10 år (Bramslev og Askjer, 2016) I tillegg har de utviklet ti strakstiltak for små og store byggeiere:

1. Miljøsertifiser organisasjonen
2. Fjern fossil oppvarming
3. Kjøp kun bygningsprodukter uten helse- og miljøfarlige stoffer
4. Innfør energi og miljøledelse
5. Utnytt takflatene
6. Etterspør innovasjon
7. Planlegg for ombruk
8. Krev reelt energibudsjett
9. Etterspør og prioriter bygningsprodukter som har lave klimagassutslipp
10. Etterspør fossilfri byggeplass

Det syvende strakstiltaket anbefaler byggeierne å planlegge for ombruk. I dette legges det at det kreves en plan fra arkitekten om hvordan byggematerialene kan demonteres ved ombygging eller riving. I tillegg betyr det at materialer som gir minst mulig avfall bør etterstrebes (Bramslev og Askjer, 2016). De i gang med å utvikle en ny versjon av disse strakstiltakene.

## Klimakur 2030

Klimakur 2030 er en utredning miljødirektoratet har gjennomført for regjeringen hvor de legger frem tiltak og virkemidler for hvordan de kan kutte i ikke-kvotepliktige utslipp. Utredningen skal fungere som et kunnskapsgrunnlag til hjelp for det videre arbeidet regjeringen og andre involverte aktører skal gjøre fremover. Resultatet er 60 ulike klimatiltak som skal bidra til å kutte utslippene frem mot 2030. For byggenæringen går klimatiltakene ut på å kutte ut fossil oppvarming av bygg og byggeplasser. I tillegg pekes det på at byggenæringen indirekte bidrar til store utslipp i andre sektorer. Blant annet i transport-, industri og energisektoren. Derfor må byggenæringen også se på tiltakene som tilhører byer og samfunn som helhet (Miljødirektoratet, 2020c).

## BREEAM NOR sertifisering

BREEAM NOR sertifiseringen av nye bygninger er det fremste miljøsertifiseringssystemet vi har i Norge i dag. Sertifiseringsordningen måler produksjonen av en bygning, selve bygningen og driften av en bygning. BREEAM-klassifisering av bygg er et redskap som gjør det mulig å sammenligne nybygg basert på en rekke poenggivende kriterier (Grønn Byggallianse, u.å. ). Sertifiseringsordningen baserer seg på at materialene kun skal brukes en gang som produktet de er laget til. Likevel er det nevnt at den nye versjonen av BREEAM-NOR manualen for nybygg, med mål for publisering i 2021, skal inneholde poenggivning for sirkulære løsninger (Solgaard og Bramslev, 2019).

## REBUS

Forskningsprosjektet REBUS (Reuse of building materials - a user perspective), har som hensikt å utvikle en kunnskapsplattform med praktiske løsninger, brukerbehov, kvalitetssikringsordninger og juridiske prosedyrer rundt ombruk. Dette som et forsøk på raskere implementering av ombruk i byggenæringen (Sintef, u.å.). Prosjektet startet i januar 2020 og planlegger å være ferdig i desember 2024.

### 3.2.5 FutureBuilt's kriterier for sirkulære bygg

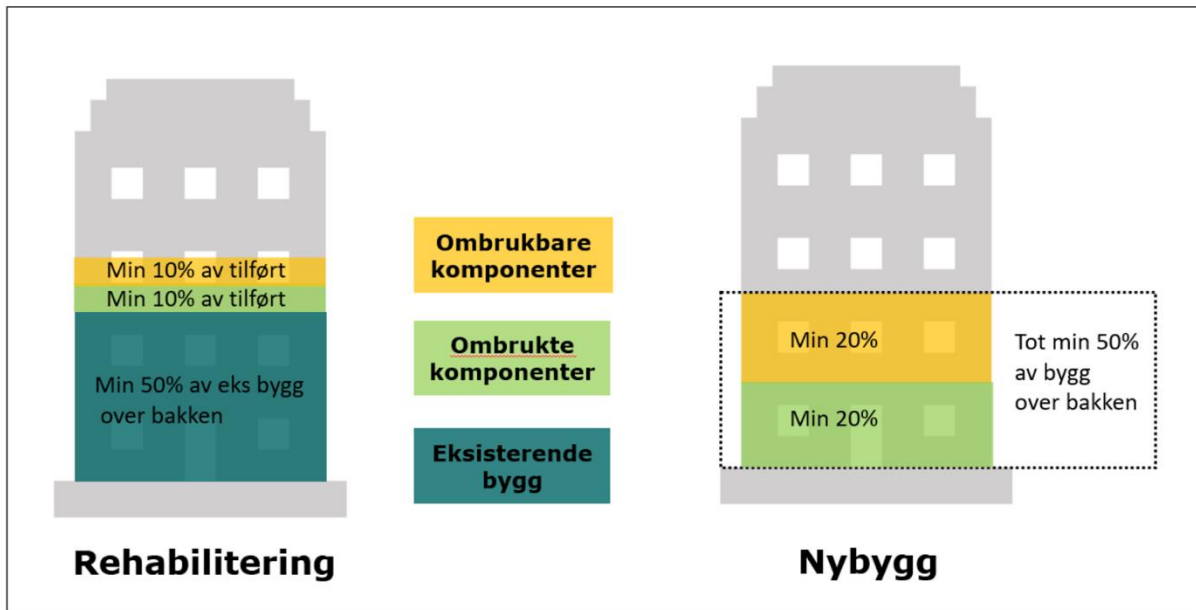
For å motivere til ombruk og sirkulære prinsipper har FutureBuilt i samarbeid med Asplan Viak og SINTEF Byggforsk utviklet et kriteriesett for sirkulære bygg (Nordby, 2020). Disse kriteriene skal være enkle å anvende og det er ønskelig at de fører til bevisstgjøring i byggenæringen.

*"Et sirkulært bygg skal legge til rette for ressursutnyttelse på høyest mulig nivå, og bestå av minst 50 prosent Ombrukte og ombrukbare komponenter"* (Nordby, 2020)

Videre utdypes kriteriene i fem underpunkter hvor de fire siste punktene gjelder for alle prosjekter som ønsker å bli omtalt som sirkulære bygg. Punkt en gjelder i tillegg der det allerede er eksisterende bygg på tomten.

Det første punktet er **miljøbasert beslutning om rehabilitering eller rivning**. Det skal gjøres en grundig vurdering av hva som er det mest miljøvennlige alternativet av reparasjon, rehabilitering eller rivning der det finnes eksisterende bygg på tomten.

Punkt nummer to går på **ressursutnyttelse i rive- og byggefase**. For det tredje og fjerde punktet, **Ombruk av komponenter** og **Ombrukbarhet** gjelder kriteriene vist i figur 3.11.



**Figur 3.11 Krav til ombruk og ombrukbarhet for sirkulære bygg (Nordby, 2020)**

Det er opp til prosjektet å finne fordelingen av de ulike tiltakene, men minst 50% av komponentene i prosjektet skal være ombrukte eller ombrukbare. Nybygg skal ha minst 20 % ombrukte komponenter regnet i vekt, og 20 % ombrukbare komponenter. For rehabiliteringsprosjekter gjelder det samme, men da med 10% hver av ombrukte og ombrukbare komponenter.

Det siste punktet, **endringsdyktighet**, setter krav til at det må gjøres rede for hvordan prosjektet har anvendt strategier for hvordan bygget kan endre funksjon uten for store materielle inngrep. Sentrale begreper innenfor dette kriteriet er grad av byggets generalitet, fleksibilitet og elastisitet.

### 3.2.6 Sirkulære byggeprosjekter i Norge

Det er satt i gang flere prosjekter i Norge med ambisjoner om sirkulære løsninger. Felles for flere av disse er et ønske om å dele slik at næringen kan lære av deres erfaringer.

#### **Norges første sirkulære bygg - Kristian August gate 13**

I første kvartal av 2021 ble Norges første sirkulære byggprosjekt ferdigstilt. Utbyggeren Entra har ledet vei mot mer ombruk i byggenæringen med pilotprosjektet Kristian August gate 13. Prosjektet besto i å totalrenovere et åtte etasjes kontorbygg fra 1950-tallet og i tillegg bygge et nytt tilbygg på like mange etasjer (Anne Sigrid Nordby, 2021)

Kontorbygget skal leies ut i ulike tidsperioder og fleksible løsninger er derfor høyt prioritert i prosjektet. Prosjektet er en del av forbildeprogrammet til FutureBuilt og hadde som mål å komme innenfor Futurebuilts kriterier for sirkulære bygg som presentert i kapittel 3.2.5. Dette klarte de med god margin (Anne Sigrid Nordby, 2021).

I prosjektet ble det valgt å prøve å bruke så mye brukte bygningsmaterialer som var mulig å få til. I tillegg var det fokus på ombrukbare elementer. Byggherre tok på seg risikoen for de ekstra kostnadene ved eventuelle pålegg fra Direktorat for byggkvalitet for plan- og bygningsrettslige dokumentasjonskrav til produktene. Dette ble de anbefalt av sin advokat for prosjektet fra Kluge advokatkontor (Anne Sigrid Nordby, 2021).

Konklusjonen fra KA13 rent økonomisk er at de ekstra kostnadene ved prosjektering, administrasjon, kvalitetssikring, innhenting av dokumentasjon og bygging gjør at prisen overgår vanlige kalkyler. Den største ekstra kostnaden knyttet til prosjektering og prosjektledelse var til stål, hulldekker og tegl da disse komponentene krevde størst oppfølging. Derfor er ombruksprosjekter i den skalaen avhengige av eksterne midler for at ombruksmarkedet skal oppskaleres fra pilotprosjekter til alminnelig byggeri (Anne Sigrød Nordby, 2021)

### **Kristian August gate 23**

Kristian August gate 23 er en bygning på Tullinløkka i Oslo som stod ferdig i 1951. For renoveringen har byggherren valgt å beholde hele bæresystemet med dekker, trapperom og fundamenter. Bygget har verneverdig fasade og yttertak og det er i tillegg forsøkt å beholde så mange innervegger som mulig. Av det som tilføres bygningen er det fokus på ombrukbarhet for å sikre sirkulær økonomi i fremtiden (Höegh Eiendom, u.å.)

### **Lilleakerbyen**

Mustad Eiendom har satt seg høye ambisjoner for bærekraftig byutvikling for den nye Lilleakerbyen. Ved å gjennomføre en omfattende materialkartlegging av eksisterende bygningsmasse for videre gjenbruk, er det gjort store besparelser av klimagassutslipp. I tillegg er det antatt besparelser av ca 1,5 milliarder kroner i materialkostnader. Lilleakerbyen skal bli en bydel med blant annet boliger, handel, kontorer og kultur (Solgaard og Bramslev, 2019)

#### **3.2.7 Utfordringer med ombruk i byggenæringen**

I 2018 utarbeidet Asplan Viak en rapport om barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer og tekniske installasjoner i bygg (Asplan Viak). Hovedfunnene i rapporten er at markedet er lite utviklet for profesjonelle aktører fordi det mangler økonomiske drivkrefter. Dette kommer blant annet av at prosessen blir fordyrende ved at det går ekstra tid med til riving og prosjektering. I tillegg er det usikkerhet rundt innhenting av produktokumentasjon. Informasjon om tilgjengelige brukte bygningsmaterialer er også en utfordring for dagens ombruksmarked. Denne informasjonen er viktig til riktig tid for å kunne inkluderes i prosjekteringen av nye bygninger. Videre er det store utfordringer knyttet til regelverket for ombruk av bygningsmaterialer.

### **3.3 Dagens regelverk knyttet til ombruk av bygningsmaterialer**

Regjeringen har sagt at Norge skal være et foregangsland når det kommer til en overgang til en grønnere og mer sirkulær økonomi (Regjeringen, 2021). Imidlertid har kravene rundt ombruk av byggematerialer vært svært strengt og en stor barriere som hindrer stort omfang av ombruk.

Alle nye bygninger som skal bygges i dag må oppfylle en rekke krav i henhold til regelverket. Formålet med dette regelverket er å passe på at det bygges sikre bygninger med god kvalitet. Dette gjelder både for bygninger som bygges med nye bygningsmaterialer og de som bygges med ombrukte materialer. Byggene som bygges må derfor oppnå de samme kravene til konstruksjonssikkerhet, brannsikkerhet og helse- og miljøskadelige stoffer om de bygges med nye eller brukte bygningsmaterialer (DiBK, 2018).

Byggteknisk forskrift (TEK17) setter krav til det minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne bygges lovlig her i Norge. Byggevareforskriften regulerer omsetningen av byggevarer i Norge. Denne setter krav til at en må vite hvilke ytelser en byggevarer har, og de må derfor ha riktig dokumentasjon på dette. Dette regelverket trer i kraft dersom en skal benytte ombruksmaterialer fra et annet bygg. Det vil si at regelverket ikke

inntreffer dersom bygningsmaterialene blir ombrukt i rehabiliteringsprosjekter eller til å gjenoppbygge et bygg som allerede var der (DiBK, 2018).

Dersom en byggevare er omfattet av en harmonisert produktstandard skal varen CE-merkes før omsetning. CE-merking gir informasjon til myndighetene om at sikkerhetskravene til produktet er oppfylt. Ved et CE-merket produkt erklærer produsenten at produktet er sikkert, at alle tekniske krav som stilles er oppfylt og at tilhørende dokumentasjon er tilgjengelig. Likevel sier ikke CE-merket noe om produktets generelle brukskvalitet. Forordningen stiller kun visse minstekrav til helse, miljø og sikkerhet. (StandardNorge, u.å.) (DSB, u.å.) Forkortelsen CE kommer fra la Communauté Européenne, det franske navnet på det europeiske fellesskapet og brukes på en rekke produkter i EØS-landene. På denne måten kan produkter trygt kjøpes og selges på kryss av landegrensene. Norge må forholde seg til merkingen gjennom EØS-avtalen.

Det er kun produsenten av produktet eller noen som har fullmakt til å opptre på produsentenes vegne som kan CE-merke et produkt. Dette er fordi det kun er de som har full oversikt over alle faktorer som påvirket produktenes sikkerhet. Merket skal aller helst settes synlig og permanent på produktet, men kan også settes på emballasjen eller på dokumenter som følger med produktet (DSB, u.å.). For byggevarer står kravene til CE-merking i tillegg ZA i de harmoniserte standardene til EUs byggevarerforordning (StandardNorge, u.å.). Dersom byggevaren ikke omfattes av en harmonisert europeisk standard kan den også CE-merkes etter byggevarerforordningen, men da må den oppfylle en europeisk teknisk bedømmelse, ETA. Dersom byggevarer skal ombrukes i dag slipper en å CE-merke byggevarer som er produsert før 2013 (Regjeringen, 2021).

Høsten 2020 gikk representanter fra næringen sammen om et opprop for tolkningen av regelverket rundt ombruk av byggevarer. Dette oppropet ba regjeringen om hjelp for å gi mer trygghet og forutsigbarhet for byggeiere og entreprenører ved ønske om ombruk. Blant annet ble det satt krav om en instruks for tolkning av Byggevarerforordningen frem til et nytt lovverk er på plass i EU (Nordby *et al.*, 2020)

### 3.3.1 Ny veileder for salg av gamle byggevarer

Etter ønske fra byggenæringen har Direktoratet for byggkvalitet nylig publisert en veileder for salg av brukte byggevarer. Målet er å tydeliggjøre hvilke regler som gjelder (DiBK, 2021). Med veilederen kan en svare på ulike spørsmål knyttet til den aktuelle byggevaren som ønskes ombrukt og bli henvist til hvilke krav som gjelder for denne.

Dersom produktet ikke skal brukes som byggevare, men som interiør eller med kunstnerisk formål, trenger de ikke oppfylle krav fra byggevarerforskriften eller Byggteknisk forskrift. Kravene til omsetning av byggevarer gjelder i utgangspunktet kun for de som selger byggevaren. Den som kjøper, eller er sluttbruker av byggevaren har derfor ikke noe ansvar for å oppfylle kravene i byggevarerforskriften. Likevel har brukeren av den brukte byggevaren ansvaret for å sjekke egenskapene til produktet slik at den bygningen byggevaren skal inn i oppfyller de tekniske kravene i TEK17 (DiBK, 2021). Altså må byggevarer kun dokumenteres for det formålet de skal brukes til i det nye prosjektet.

I Byggteknisk forskrift, TEK17, § 3-1. Dokumentasjon av byggevarer til byggverk står det: *En byggevare skal ha forsvarlige egenskaper, som bidrar til at byggverk oppfyller kravene i denne forskriften. Egenskapene må kunne dokumenteres* (DiBK, 2021).

Dersom byggevaren ikke omsettes trenger den heller ikke å oppfylle kravene i byggevarerforskriften. Likevel har byggherre ansvaret for å velge byggevarer slik at byggverket i sin helhet tilfredsstillt kravene i TEK17 (DiBK, 2021).

Det er noen ytterst få unntak til kravene om CE-merking eller samsvarserklæring. Dette er dersom byggevaren er individuelt produsert, eller produsert etter mål får en bestemt

ordre hvor den installeres av produsenten som er ansvarlig for innbyggingen. Eventuelt hvis byggevarer er produsert på byggeplassen eller har høy verneverdig verdi i offentlige byggverk (DiBK, 2021).

### 3.4 Lønnsomhetsvurderinger rundt miljøinvesteringer

Professor Kåre P. Hagen tar for seg miljøøkonomiske aspekter i rapporten *Miljøøkonomi og samfunnsøkonomisk lønnsomhet* (Hagen). Her gjør han rede for hvordan store investeringsprosjekter kan ta hensyn til positive eller negative miljøpåvirkninger i vurderingen av prosjektenes samfunnsøkonomiske lønnsomhet.

Hagen påpeker at det er et problem at mange av miljøgodene og naturressursene er fellesgoder. Altså at ingen har eiendomsrett til dem. Dette fører til overforbruk av disse ressursene som blant annet er rent vann og ren luft. I og med at ingen overordnet instans avveier nytten av overforbruket opp mot fellesskapets kostnader, blir dette et stort problem når det kommer til forvaltning av fellesressurser i en markedsøkonomi. I noen tilfeller kan dette overforbruket true ressursens eksistens og dette kalles for allmenningsproblemet.

Problemet går ut på at ressursen blir truet ved at alle brukerne handler til sitt eget beste. Dette vil dermed også til slutt skade dem selv. Det trekkes frem som et poeng at håndhevbare og eksklusive rettigheter til slike ressurser vil føre til at allmenningsproblemet unngås. Hagen understreker derfor at tilbudet av disse godene må styres av det offentlige for at alle konsumentenes interesse skal bli ivaretatt. Også at avgiftsløsninger fra det offentlige som regel er mest hensiktsmessig med bakgrunn i at den som forurenses bør betale. Videre påpekes det at den samfunnsøkonomiske verdien av fellesgoder er summen av verdisettingen potensielle brukere gir de. Dersom dette skal måles i penger blir derfor den enkeltes verdisetting av fellesgodene lik betalingsvilligheten til godhet. Imidlertid er det ikke noe marked som kan observere denne betalingsvilligheten.

Samfunnsnyttene av miljøtiltak er vanligvis langsiktige og vil ha størst virkninger for fremtidige generasjoner. Investeringer i tiltak for å redusere klimaproblemene er et eksempel på dette. Hagen påpeker at denne langsiktigheten også fører til stor usikkerhet. Siden betydningen av å redusere klimagassutslipp nå først blir signifikant for klimaet om 50-60 år vil nytteeffekten av miljøinvesteringen være tilsvarende lav. Dette fører til at få langsiktige miljøinvesteringer vil se lønnsomme ut dersom de vurderes ut ifra konvensjonelle lønnsomhetskriterier. Hagen understreker derfor at dersom økonomisk vekst fører til økende press på natur- og miljøressurser over tid, vil avkastningskravet for miljøinvesteringer optimalt være fallende over tiden.

#### 3.4.1 Grønne lån

Grønne lån vil si finansieringsprodukter hvor pengene blir brukt til prosjekter eller investeringer med spesifikke miljømessige kvaliteter (DNB, u.å.). Disse lånene gir deg bedre betingelsen enn et tilsvarende ikke-grønt lån fordi bankene har tro på at grønne bygg gir bedre lønnsomhet på sikt. I følge DNB gir grønne bygg lavere kostnader fra drift og oppgradering, i tillegg til høyere betalingsvillighet hos investorer og leietakere. Med grønne lån ønsker bankene å bidra til den grønne omstillingen i byggenæringen. DNB sine kriterier for et grønt lån til næringseiendom og boligprosjekter er av prosjektet enten sertifiseres med minimum BREEAM NOR Very Good, eller svanemerkes. I tillegg må prosjektet oppnå minimum energiklasse B. For rehabilitering av eksisterende bygg må energiforbedringen være på minimum 30 % for at prosjektet skal kvalifisere til et grønt lån (DNB, u.å.)



## 4 Intervjuresultater

I dette kapittelet presenteres resultatene fra de fjorten intervjuene for hvert av oppgavens tre forskningsspørsmål. Intervjuobjektene meninger er hentet inn fra alle de fem delene av intervjuene og satt inn der de passer best til spørsmålene. Resultatene presenteres i tabeller og flytende tekst for å oppsummere, få frem sammenhenger eller ulikheter.

### 4.1 Viktigheten av økonomisk lønnsomhet i sirkulære byggeprosjekter

I starten av delen om lønnsomhet ble intervjuobjektene spurt om i hvilken grad økonomisk lønnsomhet er viktig når det skal investeres i sirkulære løsninger. Dette for å undersøke om intervjuobjektene har tro på at det vil være aktuelt å gjøre dette med tanke på miljøets beste, eller om det må være drevet av økonomiske krefter.

Fra intervjuobjektene som representerte private byggherrer kom det frem at økonomisk lønnsomhet alltid er viktig for den typen aktører fordi eierne skal ha verdistigning. BH4 sier at det er et kriterie at alle deres prosjekter skal være lønnsomme. Imidlertid er det positivt med pilotprosjekter som viser at bedriften tar en for laget. Likevel er det ikke ønskelig å kjøre på med et stort tapsprosjekt med høye ambisjoner som en aldri vil gjøre igjen. Samtidig påpekes det at det er viktig å tenke økonomisk lønnsomhet i et lenger perspektiv og at tillit hos politikere, kommuner, etater og befolkningen også er viktig. BH7 mener at noen prosjekter er pengemaskiner og andre tapsprosjekter. Tapsprosjektene er likevel for å skape en helhet. Et eksempel kan være en kulturscene eller restaurant som kan være dyre, men skape omdømme og attraktivitet til området.

For de offentlige byggherrene er det konkurransedyktige løsninger som gjelder. Dersom kostnad og nytte er lik vil sirkulære løsninger alltid vinne på grunn av miljøegenskapene. I følge BH2 er det ingen aksjeeiere som skal ha gevinst, men at penger blir bevilget og at en på den måten mister noe av fleksibiliteten. Videre påpekes det også at de offentlige byggherrene bygger på bestilling fra et departement og at det er varierende hvor mye ekstra miljøkvalitet brukeren er villige til å betale for. Samtidig skal de offentlige byggherrene være et forbilde og noen ganger være blant de som er først til å bestille ting for å skape et marked.

Videre sier A5 at lønnsomhet alltid er viktig, men at vi har lønnsomhet på kort, mellomlang og lang sikt. Ved kort sikt snakkes det om prosjektnivå og for mellomlang sikt snakkes det om en portefølje over tid i et marked. For lang sikt snakkes det om merkevarebygging på selskapsnivå og så videre. A5 mener at byggherrer er villige til å ta på seg risiko for å bygge kompetanse, forstå og ta en posisjon i et marked. Som svar til om suksesskriteriene endres i et prosjekt med ombruk sier BH7 at det vil skje noe med strategien. Verdigrunnlaget endrer seg til å omfavne mer enn langsiktig tenkning og verdiskapning til å handle mer om samfunnsansvar. A1 mener de justeres fordi det handler om å lære slik at det kan kapitaliseres på det i fremtiden.

A4 påpeker at byggherrer ofte har en forventning om at miljøprosjekter selger bedre i markedet og at de derfor er villige til å ta på seg en ekstra kostnad. Også at det kan være lettere å få prosjekter med en miljøprofil gjennom i kommunen. Det påpekes også at det er ulik profil for de som bygger for å selge og de som bygger for å eie selv, men heller leie ut. Dersom bygningen skal eies selv så er en mer opptatt av bestandighet og varighet.

BH5 er overbevist om at investeringer i sirkulære løsninger ikke bare vil være lønnsomt for miljøet, men også for lommeboka. Hovedgrunnen til dette er at de store utslippene som kommer fra produksjon og den totale ressursbruken ikke vi gå i lengden. Derimot påpekes det at det er synd er at det i dag ikke er sterke nok økonomiske insentiver.

BH6 påpeker at enhver ny teknologi vil koste mer i starten før den har fått stort volum og blitt mainstream. Derfor må en finne de aktørene som er villige til å betale mer i starten for å skape et marked. Likevel må det fortsatt være fordi det på sikt er tro på at det ikke vil være mer kostbart enn alternativene. Videre presiseres viktigheten av at det hvert fall er lønnsomhet på samfunnsøkonomisk nivå. Da handler det om at utgiftene balanseres mot de gevinstene som sees på at dette er ressurs og miljømessig smart for samfunnet.

## 4.2 Forskningsspørsmål 1 - utfordringer som vanskeliggjør økonomisk lønnsomhet ved ombruk og design for ombrukbarhet i dag

I dette kapitlet vises intervjuobjektene syn på utfordringer som hindrer lønnsomhet ved ombruk og design for ombruk i dag. Dette forskningsspørsmålet har som hensikt å belyse hvilke aspekter som gjør at beslutningstakere hos byggherrer anser risikoen som for stor og for kostbar. Spørsmålet tar i hovedsak for seg ombruk av brukte bygningsmaterialer og komponenter da det anses å være flere risikomomenter med dette enn ved design for ombruk. I tillegg må det presiseres at det her snakkes om ombruk i en relativt stor skala, hvor ombruk er en vesentlig del av prosjektet. Tabell 4.1 viser en oversikt over hvilke risikomomenter som vanskeliggjør økonomisk lønnsomhet i dagens byggenæring ifølge intervjuobjektene. Tabellen viser også hvilken økonomisk konsekvens utfordringen gir for byggherre. Videre presenteres svarene grundigere i flytende tekst med ulike synspunkter fra intervjuobjektene.

**Tabell 4.1 Intervjuobjektene tanker om utfordringer som vanskeliggjør lønnsomhet**

| Problem                             | Utfordring   | Økonomisk konsekvens   |
|-------------------------------------|--|--|
| <b>Ombruk av bygningsmaterialer</b> |  |  |
| Kronglete prosess                   | Planlegging og gjennomføring: Mer krevende prosjektering og designfase. Krevende prosess for kjøp av byggevarer. | Ekstrakostnader for økt mengde timer brukt av prosjekterende og administrasjonen.              |
| Tilgang på ombruksmaterialer        | Du får ikke de byggevarer du ønsker og må likevel kjøpe nytt.  | Ekstrakostnader for økt mengde timer brukt av administrasjonen.                                |
| Teknisk risiko på materialene       | Kan ikke bruke byggevarer som var planlagt   | Ekstrakostnader for økt mengde timer brukt av prosjekterende. Potensielt kjøpe nye byggevarer. |
| Demontering og remontering          | Tar lenger tid. Risiko for at byggevarer blir ødelagt underveis.   | Kostnaden av flere arbeidstimer. Potensielt kjøpe nye byggevarer dersom noe går galt           |
| Logistikk                           | Vanskelig mellomlagring og transport.  | Betale for ekstra lagring og transport.  |

|                                |  |  |
|--------------------------------|--|--|
| Lovverk og dokumentasjon       | Usikkerhet rundt om det er lov til å bruke byggevarerne som er skaffet.  | Ekstrakostnader for økt mengde timer brukt av administrasjonen. Potensielt kjøpe nye byggevarer dersom det blir umulig å skaffe re-dokumentasjon |
| Estetikk                       | Usikkerhet rundt om de som skal bruke bygget vil ha det  | Får ikke leid ut lokalene, eventuelt får ikke solgt  |
| <b>Design for ombrukbarhet</b> |  |  |
| Skal ombrukes langt frem i tid | Ingen garanti for ombruk. Usikkerhet rundt hva ombruken blir. Usikkerhet rundt om leietaker ønsker slike bygg. | Potensielt miste leietakere  |

### Kronglete prosess

Det fremkommer av intervjuene at det i dagens situasjon er en kronglete prosess rundt ombruk av bygningsmaterialer. I starten av prosjektet blir en fordyrende utfordring for byggherre at planleggingsprosessen blir en lengre fase med mer samspill. Dette for å finne de mulige løsningene med ombrukte materialer. Intervjuobjekt BH4 legger frem at en i tidlig fase ikke kan reservere de ombruksmaterialene som ønskes til prosjektet før en går i dialog med entreprenør. Dersom denne muligheten hadde vært tilstede kunne byggherre i dialog med entreprenøren be de prise og løse det. Istedenfor må en finne på nye løsninger underveis.

For videre gjennomførelse er det utfordringer knyttet til hvordan risikofordelingen mellom kjøper og selger av brukte byggevarer skal se ut. Svarene rundt dette punktet blir videre tatt opp i kapittel 4.4 under forskningsspørsmål 3. En frykt blant noen er at vinningen skal gå opp i spinningen på grunn av den kronglete prosessen. Tilleggs momenter som nevnes som kronglete er at det er få aktører med erfaring. Spesielt gjelder dette blant de utførende aktørene. Videre BH5 nevner også at det er utfordringer knyttet til anskaffelsene fordi det er vanskelig å finne en modell som vektlegger miljø og bærekraft høyt nok.

### Tilgang på ombruksmaterialer

Det at en ikke har kontroll på tilgangen til brukte byggematerialer trekkes frem som en av de største risikomomentene av intervjuobjektene. En ting er lav tilgang på materialer fordi markedet ikke er stort nok. En annen side er timingen rundt tilgangen. Et viktig spørsmål som intervjuobjektene mener at byggherre stiller seg er om en vil ha tilgjengelige brukte materialer den dagen en trenger de på byggeplassen. I tillegg henger dette punktet sammen med punktet om planleggingsprosessen. Dersom byggematerialene ikke er lett tilgjengelige i en digital database, vil det nemlig være tidkrevende og kostbart å lete frem hvilke materialer som kan skaffes. Dersom byggevarerne ikke er tilgjengelige når de trengs på byggeplassen vil byggherre potensielt måtte betale for nye materialer i tillegg til administrasjonen rundt prosessen.

### Teknisk risiko på byggevarerne

Den tekniske risikoen tilhørende materialene er et annet punkt som intervjuobjektene trekker frem i sine svar. Utfordringen er klart størst der byggematerialene har konstruksjonsmessige oppgaver, men også andre byggematerialer. Dersom materialene

ikke holder mål, blir ødelagte eller har ukorrekte mengder må de potensielt byttes inn mot nyproduserte byggevarer. Dette vil både få økonomisk konsekvens for budsjettet til materialbruk, timer og potensielt også klimagassregnskapet.

Giftstoffer og forurensede materialer nevnes som en risiko ved eksisterende bygningsmasse. Spesielt miljøgiften pcb i betong og fugemasse nevnes. Intervjuobjekt BH6 påpeker at det er en del av det vi har bygget inn tidligere som vi ikke ønsker å putte inn i en sirkulær verden på grunn av miljøgifter. Dette blir derimot avskrevet av intervjuobjekt A4 som mener at dette er håndterbart fordi det kartlegges i forkant av ombruken.

### **Demontering og remontering**

Fra intervjuene kommer det frem at prosessen med demontering av byggevarer er mer tidkrevende og kostbar enn en vanlig riveprosess. Det påpekes imidlertid av intervjuobjekt A1 at kompetanse på demontering istedenfor riving er kompetanse som flere riveentreprenører innehar. I hovedsak kommer denne kompetansen fra bygninger der komponentene må demonteres med hensyn av omgivelsene rundt bygningens tomt, som trafikk eller annet. Likevel vil kostnaden av den ekstra tidsbruken og usikkerheten rundt byggevarenes tilstand etter demonteringen være utfordrende risikoen for byggherre. I tillegg nevnes utfordringen med hvordan materialene blir pakket ned og tatt vare på.

### **Logistikk**

Dette risikomomentet henger til dels sammen med demontering og remontering da dette også er en viktig del av logistikken. Det henger også sammen med den kronglete prosessen. Siden løypa inne ennå er tråkket opp for de ulike byggevarene er prosessen rundt transport og mellomlagring av materialer en stor ekstrakostnad. BH4 sier at det nå er de i prosjektet eller vanlige flyttebyråer som gjør denne jobben. Intervjuobjektet kom også med en erfaring fra et prosjekt der fliser skulle ombrukes. Under transport ble ikke disse behandlet like bra som de kanskje burde og en del av flisene endte derfor opp med å knuse. Siden risikoen for frakt og lagring lå hos byggherre ble det derfor en ekstra kostnad.

Flere av intervjuobjektene trekker også frem uforutsigbarhet rundt fremdriften av prosjektet som en stor risiko med tanke på ombruk. Dette blir problematisk dersom prosjektet må vente på ombruksmaterialer fra et bygg som skal demonteres. I motsatt ende blir det også kostbart dersom byggevarene må lagres veldig lenge før de skal brukes. For enkelte av byggherrene er dette punktet ekstra viktig fordi de har leietakere som skal inn i bygget til et bestemt tidspunkt.

### **Estetikk**

Estetikken nevnes av et par av intervjuobjektene som et viktig aspekt å ta hensyn til. BH4 sier at potensielle leietakere må være åpne for at det ikke blir akkurat sånn en planla det utseendemessig. Her er utfordringen kanskje i utgangspunktet at en selger et konsept før en vet helt hvilke byggematerialer som er tilgjengelig. I tillegg kommer utfordringen med hvilke brukte byggevarer som er tilgjengelig og hvordan de kan settes sammen til noe som gir estetisk verdi til bygget. For en byggherre vil ytterste konsekvens være at de ikke får leid ut bygningen eller eventuelt solgt den.

### **Lovverk og dokumentasjon**

Som nevnt i teorikapittelet 3.3 må alle byggevarer som omsettes på et marked oppfylle visse krav og kunne dokumenteres i henhold til TEK17. Intervjuobjekt A7 forklarer at det egentlig er avhender som har dokumentasjonsansvaret. Altså at de som for eksempel leverer et vindu til et prosjekt sitter med ansvaret for at riktig dokumentasjon følger med. Imidlertid vises det til erfaringer fra intervjuobjektene hvor byggherre har vært nødt til å påta seg all risikoen knyttet til produktet i tillegg til testing og innhenting av dokumentasjon. For noen materialer kreves omfattende testing. Dette førte til mye ekstra tidsbruk for administrasjonen. I ytterste konsekvens vil byggherre i tillegg måtte betale for nye byggevarer dersom dokumentasjon viser vanskelig å få tak i.

### **Design for ombrukbarhet**

Når det kommer til design for ombrukbarhet kommer det frem av intervjuene at det ikke er så mange som har begynt med dette ennå. Det er derfor ikke nevnt så mange risikomomenter rundt dette som vanskeliggjør økonomisk lønnsomhet for byggherre. Intervjuobjekt BH7 mener at det ikke vil være noe dyrere å legge inn den ekstra investeringen for at bygningen skal bli mer langvarig. Utfordringen vil heller bli å få leietakere med på at bygningen kanskje ser litt annerledes ut enn det de er vant til. Dersom det kommer leietakere som ikke ønsker et slikt bygg så må det gjøres en vurdering rundt om byggherre kan la leietakeren ryke. BH2 mener at utfordringen er at det designes for ombruk uten å vite hva ombruket blir. A7 sier også at du ikke har noen faktisk garanti for at byggematerialene faktisk vil bli ombrukt.

## **4.3 Forskningsspørsmål 2 - Forutsetninger for at det skal lønne seg å investere i bygninger som kan betegnes som materialbanker**

Dette forskningsspørsmålet innebærer flere ulike underdeler. Først presenteres de forutsetningene som intervjuobjektene anser som viktige for at det skal lønne seg økonomisk å investere i prosjekter med ombruk av byggematerialer. Så gjøres det samme for design for ombrukbarhet. Deretter presenteres intervjuobjektene tanker rundt hvilke tiltak som må gjøres for at en bygning skal fungere som en materialbank, om bygningsdelene kan gi økonomisk gevinst til byggherren på sikt og hvilke byggherrer intervjuobjektene mener dette lønner seg mest for.

På spørsmål om hvem som burde ta den største risikoen rundt overgangen til sirkulær økonomi var det enighet blant intervjuobjektene om at byggherre må ta stor del av ansvaret i starten. Intervjuobjekt BH4 påpeker at det må være økonomisk lønnsomt for at flere skal ønske å gjøre det. Videre sier B4 at de ønsker å fortsette med dette i alle sine prosjekter fremover og at det derfor er et premiss at det er økonomisk lønnsomt.

### **OMBRUK AV BRUKTE BYGGEVARER**

Tabell 4.2 viser en oversikt over hvilke punkter de fjorten intervjuobjektene anså som viktige forutsetninger for at det skal bli lettere å ombruke, og at det skal bli økonomisk lønnsomt å investere bygninger med ombrukte bygningsmaterialer.

**Tabell 4.2 Intervjuobjektene forutsetninger for at materialbanker skal bli lønnsomme investeringer med bruk av ombrukte bygningsmaterialer**

| Forutsetning                                       | Tiltakspunkter  |
|--|---|
| Endring av regelverket                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veilederen for ombruk må komme på plass</li> <li>• Bort fra sertifiseringer</li> <li>• Endring på EU plan</li> </ul>   |
| Myndighetskrav, avgifter, goder og støtteordninger | <p>Forslag til mulige avgifter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skatt på uttak av naturressurser</li> <li>• Dyrere å sende på deponi</li> <li>• Krav til materialutslipp</li> <li>• Krav til klimagassregnskap</li> <li>• Krav om at prosjekter må inkludere ombruk dersom prisen ikke går nok ned</li> <li>• Sanksjoner for de som ikke overholder sirkulære målsettinger</li> <li>• At brukerne stiller tydelige krav til grønne løsninger</li> </ul> <p>Forslag til mulige goder og støtteordninger:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grønne lån fra finansmarkedet</li> <li>• Risikoavlastning fra Enova for å dra i gang markedet.</li> </ul> |
| Sette det i system                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• En rute for demontering, transport, testing, re-dokumentasjon, lagring osv.</li> <li>• System for de materialene som faktisk gir et klimabidrag</li> </ul>   |
| Kompetanse   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• At flere tør å påta seg større kostnader i starten for å få dette i gang.</li> <li>• Åpenhet rundt erfaringer</li> <li>• Skaffe mer kompetanse og rett kompetanse</li> </ul>   |
| Lokale og store nok ombruksbanker                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bør være store nok til at en kan velge de materialene som faktisk ønskes</li> <li>• Tilstrekkelig utbredte muligheter for testing som gir kort reisevei for materialene</li> <li>• Ombruk bør skje lokalt</li> </ul>   |
| Opp i volum og verdi                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den miljømessige gevinsten kommer først når vi får et stort volum på ombruket.</li> <li>• Alt som har høy nok verdi blir det verdt å ta vare på</li> </ul>   |

### Endring av regelverket

Tretten av de fjorten intervjuobjektene nevner at regelverket må endres på dersom det skal bli økonomisk lønnsomt med ombruk av bygningsmaterialer. Det blir påpekt at dersom alle produkter må CE-merkes før de ombrukes så blir det fort lite økonomisk. At nye materialer og materialer som skal ombrukes må skilles fra hverandre i regelverket. Intervjuobjekt A3 mener at vi i alle fall må fjerne risikoen for fengselsstraff og tilbakekall med store økonomiske konsekvenser. De to intervjuobjektene som har mest erfaring med regelverk påpeker begge viktigheten av at lovverket endres på EU-nivå. Det er i hovedsak de materialene som ikke er konstruktive elementer i bygningene hvor intervjuobjektene mener at regelverket burde endres. Byggevarer der en ikke har kjennskap til at de kan brenne eller avrenne miljøgifter.

### Myndighetskrav, avgifter, goder og støtteordninger

Videre løftes det frem at strengere krav fra myndighetene vil være nødvendig for at ombruk skal bli mer lønnsomt. Det er noen ulike tanker om hva som bør komme først av avgifter og krav eller goder og støtteordninger. BH6 tror det må inn store statlige virkemidler i form

av støtteordninger med skattelettelser eller finansiering. Intervjuobjekt BH3 er også enig i at de positive insentivene må komme først, og at krav og avgifter bør komme etter at et velfungerende marked er på plass.

Intervjuobjekt A6 derimot mener det vil være fordelaktig om nye bygningsmaterialer blir ordentlig dyre og at det kom en skatt på uttak av nye naturressurser. A3 understreker at overgangen til mer sirkulære løsninger er avhengige av at brukere av eiendom stiller tydelige krav til grønne løsninger. Intervjuobjekt BH4 nevner at grønne lån vil spille en større rolle ettersom EU sin taksonomi kommer. Selv om det er finansbransjen som står for de grønne lånene så stiller de krav til klimagassutslipp og miljøsertifiseringer til bygg som fører til bedre betingelser på lånene. Intervjuobjekt BH4 understreker også viktigheten av klimagassregnskap og mener at de neste prosjektene der dette blir gjort vil legge grunnlaget for hvilke materialer det vil lønne seg mest å ombruke i et bærekraftsperspektiv. Dette er intervjupersonen ikke alene om. A5 sier at CO2 regnskap begynner etterhvert å bli nokså tett knyttet opp til faktiske regnskap.

### **Sette det i system**

A7 argumenterer for at det i utgangspunktet er god butikk å bruke ting flere ganger, men at det blir utfordrende på grunn av den komplekse prosessen per nå. Med en mer effektivisert prosess for testing og redokumentering vil det bli mer lønnsomt på sikt. Intervjuobjekt BH7 mener at prosjektering og bygging med ombrukte materialer er avhengig av omsetningsleddet rundt kjøp og salg av brukte bygningsmaterialer.

Flere av intervjuobjektene påpeker viktigheten av at løypa trækkes opp litt og at prosessen blir satt i system. A6 mener at flere forretningsmodeller må inn for at potensialet for økonomisk lønnsomhet skal være tilstede for alle.

### **Kompetanse**

Intervjuobjektene mener det er en forutsetning at rett kompetanse er på plass hos de som skal utføre ombruken. At mer erfaring skaffes og det er åpenhet rundt prosessen slik at andre kan dra nytte av erfaringene senere. I tillegg påpekes det at flere må være villige til å påta seg noe risiko for å bygge denne kompetansen. Først og fremst byggherrer, men BH7 mener at også store entreprenører bør være villige til å jobbe mot denne overgangen. Videre understrekes det at denne kunnskapen er viktig å investere i for å få et konkurransefortrinn i fremtiden.

### **Lokale og store nok ombruksbanker**

BH4 påpeker at tilgjengeligheten på ombruksmaterialer må være stor nok til at de materialene som faktisk ønskes er der. At det ikke bare finnes en type, men at ombruksmaterialene kan gi en estetisk verdi. Informasjonen om disse materialene må også være tilgjengelig på det tidspunktet den trengs. Intervjuobjekt A6 mener at ombruket bør skje lokalt for å hindre unødvendige utslipp knyttet til transport. Dette krever også at muligheten for testing av de byggevarene som krever dette finnes lokalt.

### **Opp i volum og verdi**

BH6 sier at det vi klarer å ombruke nå er det som enten er dyrt, eller det vi har knapphet på. Også at det er så enkelt som at det som har høy nok verdi er det verdt å ta vare på. BH3 sier at det som kanskje er mest krevende er bæresystemene, men at det også er her det største potensialet ligger. Det er der det største volumet er og der det gir størst utslipp ved å produsere nytt.

## DESIGN FOR OMBRUKBARHET

Når det kommer til hva som skal til for at byggherrer skal begynne å velge at bygningene sine skal designes for ombruk blir det noe mer uklart. Ingen av intervjuobjektene har tro på at muligheten til å kunne selge bygningsmaterialene på sikt vil være driveren til overgangen. Noen av de ser likevel på det som en mulig inntektskilde for byggeiere på sikt. Altså at bygningsdeler, komponenter og materialer kan selges på lik linje som fullverdige bygninger eller tomter. Det påpekes også av BH3 at design for ombrukbarhet nok er noe som blir aktuelt for noen type bygninger, men at andre bygninger vil designes for å vare veldig lenge. Likevel kommer det flere forslag til forutsetninger som må på plass for at det skal lønne seg å investere i bygninger som designes for ombrukbarhet. En oversikt over forslagene er presentert i tabell 4.3.

**Tabell 4.3 Intervjuobjektene forutsetninger for at materialbanker skal bli lønnsomme investeringer med bruk av design for ombrukbarhet**

| Forutsetning             | Tiltakspunkter   |
|--------------------------|--|
| Sannsynliggjøre ombruken | <ul style="list-style-type: none"><li>• Det må gjøres så enkelt at det faktisk blir gjort</li><li>• Gi goder for det nå</li></ul>  |
| En faktisk plan          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Plan med muligheter for videre ombruk av komponentene</li><li>• Kanskje legge inn plass til heisekran på riggplassen for demontering</li></ul> |
| Fleksibilitet            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Mulighet for enkel endring ved endrede behov</li><li>• Et standardisert system</li></ul>   |
| Demonterbarhet           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Må tenkes demonterbarhet i alt</li><li>• Kan ikke være for komplisert</li></ul>  |
| Holdninger og verdier    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Brukere må akseptere at byggene ikke nødvendigvis ser helt like ut</li></ul>   |

Der det passet inn ble intervjuobjektene også spurt om hva som skal til for at en byggherre skal investere ekstra for at en komponent skal ha lenger levetid enn det den opprinnelig var tiltenkt. Intervjuobjekt A6 sier da at det må være fordi byggherre da kan selge de igjen. Altså at byggherre selger komponenter i stedet for å selge hele bygningen. BH4 mener at det her kommer inn en annen utfordring med eiendomsbransjen. Byggherrer drifter og forvalter egne bygg, selger noen av de videre, kjøper noen og har delt eierskap på noen. Spørsmålet som kommer opp da er hvordan dette blir dersom en byggherre investerer i et bygg, og selger det etter 5 år. Vil da en investor være villig til å betale mer, fordi han kanskje kan selge disse materialene videre senere? Videre påpeke BH4 at 60 år er veldig lenge og at bygningen gjerne kan bytte eier mange ganger i løpet av den perioden. Alle eierne må da være bevisste på at de sitter på en materialbank, slik at det ikke bare er bygget i seg selv, men også materialene inne i bygget som har en prislapp på seg. BH4 håper vi kommer dit, men tror ikke vi er der i dag at en får tilbake den investeringen i et salg.

Intervjuobjekt BH6 påpeker at tror ikke det kommer an på levetiden til bygningen men verdien av den. Det vil si at materialene blir tatt vare på dersom de er dyre og har høy verdi. BH3 trekker inn at det for noen bygningstyper vil være viktigere å prioritere demonterbarheten. Dette spesielt da i bygningstyper der behovet ansees å endre seg. Da vil demonterbarheten være viktig nok til at byggherre er villig til å betale for det.

Intervjuobjekt A5 forteller om at de vurderer å godtgjøre sannsynliggjøring av ombruk i forbindelse med kriteriene til Powerhouseordningen. Dermed vil de som gjør den



investeringen nå, for at det senere skal ombrukes, få en gode eller en fordel allerede i dag. Som eksempel på hva slags gode dette kan være blir det foreslått at byggherrene kan få en reduksjon i CO2-avtrykket i klimagassregnskapet. A5 forklarer at dersom du ombruker en byggevare i dag så blir CO2-avtrykket satt til 0 for den varen. Dermed blir effekten av det god i klimagassregnskapet. Derimot tar du hele CO2-kostnaden dersom planlegger for ombrukbarhet med nye materialer. Ved da å godtgjøre sannsynliggjøringen av fremtidig ombruk gjøres det derfor enklere for byggherre å bygge med lavere CO2-kostnad.

A7 mener det er et veldig godt spørsmål, fordi det er et stort problem i forhold til design for ombruk. Videre stilles spørsmålene rundt hvem som skal ta den kostnaden, og hvem som skal ta klimagassutslippene. A7 påpeker at ved å designe for ombruk må det kanskje velges litt mer robuste løsninger. Og robuste løsninger har kanskje litt høyere kostnader og litt høyere utslipp. Dersom incentivet med at du kan trekke fra litt fra klimagassregnskapet ditt hvis du designer for ombruk kommer problemet med neste gang materialene skal bli brukt opp. Dersom de da trekkes fra igjen blir det dobbelt telling. Og dette blir problematisk fordi klimagassutslipp kan ikke reduseres for samme materiale flere ganger.

### **Hva som skal til for at bygningsmassen i et prosjekt skal kunne ansees som en materialbank for fremtiden**

**Tabell 4.4 Tiltak for at bygninger skal kunne ansees som materialbanker**

|   |   |
|---|---|
| <b>Kartlegging</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartlegge eksisterende bygningsmasse å legge de inn i en database</li> </ul>   |
| <b>Demonterbarhet i alt</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hindre for komplisert demontering</li> <li>• Fjerne nedsenket himling</li> </ul>   |
| <b>Utvikling av teknologien og digitale løsninger</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Få informasjonen inn i BIM-modellene</li> <li>• Digitale produktdatablader, og standardisert regime for merking</li> <li>• Digitale tvillinger til bygg</li> <li>• Digitale plattformer for samling av informasjon</li> <li>• Materialpass - beholde ID</li> </ul> |
| <b>Fleksibilitet og lang holdbarhet</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• God kvalitet på bygningsmaterialene</li> <li>• Løsninger som krever minimalt med utskiftning av bygningsdeler ved endrede behov</li> </ul>   |
| <b>En faktisk plan</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkrete verdikjeder</li> <li>• Se på hvordan det faktisk skal ombrukes</li> <li>• Standardisert system uten at det er helt skreddersydd</li> </ul>  |

#### **Kartlegging**

Intervjuobjekt BH3 mener det er viktig å øke kunnskapen og etablere prosesser for hvordan materialene skal kartlegges og demonterbarheten vurderes. A1 mener også at kartlegging av eksisterende bygningsmasse er et viktig tiltak for at bygninger skal kunne fungere som materialbanker. A2 mener at kartleggingen av hvilke materialer en har tar tid, men gir et pluss dersom du kan spare penger på ombruken. Derimot mener intervjuobjekt A3 at dette først og fremst blir viktig fremover. Siden det er mye gammel bygningsmasse i Norge og det blir vanskelig å gjøre øvelsen tilbake i tid.

#### **Demonterbarhet**

BH7 mener at det bør begynnes med bæresystemet og derfra jobbes gjennom ulike metoder. I tillegg vil fjerning av nedsenket himling gjøre det enklere å bytte ut tekniske føringer ettersom at de da blir synlige. Dersom leietakere av et næringsbygg kan ha

trådløst nett vil en kunne slippe hyppige utskiftninger av store mengder datakabler. Videre påpeker Produktene må utvikles sånn at de lett kan demonteres

### **Utvikling av teknologien og digitale løsninger**

Intervjuobjekt A7 understreker at dersom informasjonen ligger inne i en BIM-modell trengs ikke kartlegging av bygg sånn som må gjøres i dag. A7 mener det da er viktig at modellen oppdateres dersom det gjøres en utskiftning. A6: Må kunne spore materialer og komponenter og hvordan de er satt sammen. I følge BH4 er gode merkeordninger veldig viktig for å holde kontroll på byggevarene. En løsning er QR-koder på alle materialer som er ombrukbare. På den måten får en systematisert byggene og kartlagt de.

### **Fleksibilitet og lang holdbarhet**

BH1 mener at det i tillegg til å bygges demonterbart må brukes materialer av god kvalitet. I tillegg må det lages fleksible løsninger som krever minimalt med utskiftning av bygningsdeler ved endrede behov. BH2 mener det må satses mer på hvordan det faktisk kan ombrukes og at det ikke bare kan være en luftig plan. Hvordan byggherren skal vite hva behovet for neste bygg skal være er BH2 usikker på, men sier det vil være fordelaktig hvis systemet er standardisert uten å være helt skreddersydd.

### **Økonomisk gevinst fra noen av byggevarene eller komponentene etter byggets forventede levetid**

Intervjuobjekt A7 tror at en byggherre som har kontroll på sin materialdatabase vil ha en økonomisk ressurs litt i samme størrelse som den databasen. Det påpekes at de fleste materialene har en ganske lang levetid i forhold til en typisk utleieperiode og at det vil være store besparelser ved å omrokere i stedet for å rive og kjøpe nytt. A3 tror også at dersom brukersiden av eiendom også i fremtiden vil være opptatte av grønne løsninger vil byggherrer være villige til å betale penger for å imøtekomme dette. BH4 tror bygningsmaterialene vil kunne gi økonomisk gevinst til byggherre på sikt dersom de er godt vedlikeholdt, og den nødvendige dokumentasjonen er på plass. Imidlertid er det vanskelig å si hva materialene vil være verdt om for eksempel 30 år.

A4 mener det er to deler ved dette spørsmålet. Den ene er at dersom det bygges med god kvalitet vil det forlenge levetiden og redusere behovet for vedlikehold. Dette vil være økonomisk uansett. Til den andre delen mener A4 at det også er fullt mulig at det vil være økonomisk hvis du skal demontere en bygning å sette den opp et annet sted. Intervjuobjekt BH7 mener at bygningsmaterialene vil kunne være lønnsomme for de på sikt ved at de kan selges videre til riveentreprenøren som demonterer bygningen. Altså at de kan selge demonteringsjobben. Imidlertid nevnes det at det ikke nødvendigvis blir sett på i deres regnestykke, men at det heller blir sett på besparelser ved fleksibilitet og lavere rehabiliteringskostnader ved fremtidige utskiftninger av leietakere.

Intervjuobjekt A1 tror at forretningsstrategien til byggherre først og fremst vil være hvor mye mer miljøvennlige de kan bli. Dette fordi det begynner å komme en del økonomiske insentiver som går på hvor bærekraftig selskapet ditt er. Likevel åpnes det for at betalingsviljen kan bli så høy i andre enden av verdikjeden at det går an å selge brukte bygningsmaterialer. Imidlertid er det er veldig vanskelig å skulle si noe om det.

### **Byggherrer som bør fortsette med ombruk og design for ombrukbarhet**

I tillegg til kartleggingen av hvilke forutsetninger som skal på plass for at sirkulære løsninger skal bli lønnsomme ble det forsøkt å finne ut av hvilke typer byggherrer som bør fortsette med dette.

De intervjuobjektene som kommer fra offentlige aktører forteller om deres tildeling av midler som er litt annerledes enn private aktører. BH6 mener at kommersielle eiendomsbesittere burde gå løs på kontormarkedet med en gang. Dette fordi det trolig er betalingsvillighet på grunn av omdømmeaspektet og fordi det er en kjempestor kostnad knyttet til å bytte ut alt inventaret. I og med at kontraktstidene på det kommersielle markedet blir kortere og kortere vil dette lønne seg spesielt i de store byene. Intervjuobjekt A6 mener derimot at det først og fremst er de offentlige som bør ha høyt fokus på design for demontering med tanke på at behovet for offentlig bygningsmasse hyppig endres.

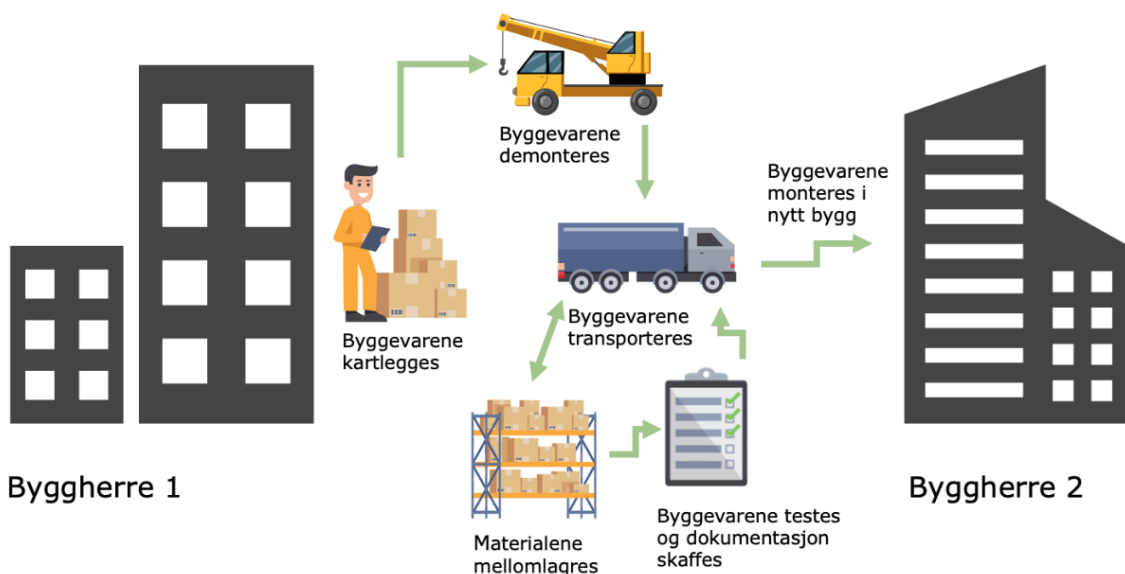
BH4 og BH3 tror potensialet bør være tilstede for alle byggherrer. Likevel påpeker BH4 at det vil være lettere for de som har en større eiendomsportefølje som kan bruke egne materialer inn i nye prosjekter. Dette på grunn av regelverket. Dersom dette endres for ombruk av lavrisikoelementer kan det løse mye. BH3 mener det handler om å få rette bygningsmaterialer inn i rett bygg. Dette vil først være mulig når tilgjengeligheten av brukte bygningsmaterialer øker og dette med ombruk blir standardisert. Da mener BH3 at det vil passe for de fleste byggherrer, men at det i startfasen vil være enklere for flergangsbyggherrer å klare og realisere ambisiøse ombruksprosjekter.

BH7 sier at det vil lønne seg mest for de som er frempå, skaffer seg innsikt og skaper gode konsepter. For de vil det gi verdi på mange måter. De som har jobbet med det, kan det og har innarbeidet det i sin måte å jobbe på får det høyst sannsynlig til. De vil også tape minst og tjene mest på kort og lang sikt. BH1 mener det per nå vil være best å velge ombrukselementer som er de billigste og enkleste å bearbeide for de mindre byggherrene. Altså ikke hulldekker og stål. De større byggherrene har derimot muligheten til å ta litt større risiko og bruke litt mer penger. A1 tror at de med større prosjekter vil ha en fordel fordi det er enklere å få bedre logistikk når det blir større volumer. Videre tror A1 at de som bygger boliger vil komme etter når verdikjedene etableres. Intervjuobjekt A7 tror utleiebransjen kommer til å være tidligere ute enn boligbransjen, men at de kommer til å komme etter. At det for de som bygger boliger må være lønnsomt i utgangspunktet fordi det bare er første gang de selger at de får noe igjen for det. Derimot vil de som bygger for å eie bygningen gjennom hele livsløpet få igjen for det gang på gang.

## 4.4 Forskningsspørsmål 3 - Forretningsmodeller for materialenes reise gjennom verdikjeden

Det er gjort flere studier på hvilken klimaeffekt ombruk av bygningsmaterialer vil gi. Derimot er det lite forskning som viser hvilke forretningsmodeller som vil være mest hensiktsmessige i denne sammenhengen. Derfor var det interessant å høre intervjuobjektene tanker rundt hvem som burde eie materialene og bygningskomponenten til enhver tid gjennom deres levetid. Det må påpekes at dette er spekulasjoner og tanker fra deres side. Likevel er deres bakgrunn fra byggenæringen og erfaring rundt tematikken og bærekraft noe som gjør svarene deres interessante.

På spørsmålet om potensialet er til stede for at alle leddene i en verdikjede skal kunne tjene penger på en overgang til en mer sirkulær byggenæring svarer nesten alle intervjuobjektene at ja, det er det. Løsningen er ikke helt på plass for at det skal være lønnsomt for alle parter, men at potensialet er der dersom omsetningen blir satt mer i system. A5 sier at det sikkert er noen som ikke vil overleve, og at det nok vil være flere ulike aktører som prøver ulike innganger, men har troen på at alle som eier materialet opprinnelig skal kunne tjene penger på å fasilitere ombruk. A5 mener også at spørsmålet er hvem som tilfører materialet verdi. Byggherre blir trukket frem som en det er dyrere for per nå, men også en som det kanskje er viktig for å få det til for at de skal kunne skryte av det senere. På den måten kan de trække opp stien slik at det blir lønnsomt for de andre. Intervjuobjekt A6 mener det er en forutsetning for at det skal bli lønnsomt for alle at vi får inn flere forretningsmodeller.



**Figur 4.1 Illustrasjonsbilde av materialenes vei mellom to bygninger (egenprodusert)**

Flere av intervjuobjektene sier at for at beslutningstakere hos byggherrer skal ønske å velge brukte byggevarer i sitt nye prosjekt, må veien trækkes opp. Intervjuene avdekker ulike muligheter for hvem som bør eie materialene gjennom deres levetid. Figur 4.1 er laget som et illustrasjonsbilde på hva som inngår i materialenes reise mellom byggherrer i denne oppgaven. Tabell 4.5 presenterer de ulike mulighetene intervjuobjekter nevner som veier for materialene fra byggherre 1 til byggherre 2.

**Tabell 4.5 Muligheter for materialenes vei fra byggherre 1 til byggherre 2 presentert av intervjuobjektene**

|  |
|--|
| 1. Byggherre eier byggevaren og selger byggevaren til en annen byggherre via en digital markeds plass. Tjenestene knyttet til demontering, transport, testing, lagring og re-dokumentering kjøpes inn. Hvem som betaler for hva avklares mellom de to byggherrene. |
| 2. Byggherre leier byggevarerne fra en produsent. Produsenten vedlikeholder, tar tilbake og resirkulerer produktet før det leies ut til en annen byggherre.  |
| 3. Byggherre eier byggevaren og selger den videre til en ombruksleverandør. Ombruksleverandøren gjennomfører nødvendig testing, skaffer dokumentasjon, lagrer byggevaren og selger den til en ny byggherre på lik måte som en ny byggevare.                        |
| 4. Entreprenør kjøper tilgangen på byggevarerne når de står i bygget til byggherre 1. Porteføljen av ombruksmaterialer de eier bruker de så inn i konkurransen om å vinne byggeprosjektet til byggherre 2.   |
| 5. Store byggherrer som eier så mange bygninger at de kan flytte rundt på bygningsmaterialene de eier i egen portefølje.   |

Intervjuobjektene ulike synspunkter og observasjoner rundt dette spørsmålet. Det blir først og fremst påpekt at dette er veldig nytt og at løypen må gås opp. A5 mener derfor at det blir mest riktig at byggherre tar den største delen av denne risikoen så lenge et velfungerende marked ikke er på plass.

### **1. Byggevaren omsettes via en markeds plass**

To av intervjuobjektene til denne oppgaven representerte ulike potensielle markeds plasser for prosessen rundt kjøp og salg av ombruksmaterialer. Disse markeds plassene er fremdeles under utvikling for å finne de beste metodene for alle de inkluderte aktørene.

Intervjuobjekt A7 mener at den som selger den brukte byggevaren bør ha ansvaret for den frem til byggevaren er levert til neste kjøper. Videre mener intervjuobjektet at kjøperen får ansvaret for hvordan de installerer byggevaren. Altså at det fungerer litt som tradisjonell ansvarshåndtering hvor du selv står ansvarlig dersom du kjøper et produkt som mangler dokumentasjon. Imidlertid skal det holde de standardene det er dokumentert for dersom det er dokumentert. A2 mener at plattformen bør fungere på samme måte som ved finn.no. At de som skal selge materialene eier de frem til de selges og at leddene mellom leies inn uten at de har noe eierskap underveis. Likevel nevnes det av både A2 og A7 at flere bedrifter muligens vil slå seg sammen for å samarbeide om denne prosessen mellom byggeier 1 og byggeier 2 i fremtiden.

For bruk av digitale markeds plasser kommer også spørsmålet om hvor tidlig disse materialene må ligge inne i den digitale markeds plassen for at de skal kunne brukes i et annet prosjekt. Til dette svarer et av intervjuobjektene som representerer en av markeds plassene at det er noe av det som blir spennende å se. Dersom det blir mange som benytter seg av plattformen vil en kunne anta at produktene vil kunne ha kortere tid på plattformen. Dersom det er få som bruker plattformen derimot det være nødvendig at produktene ligger der lenger. Dette for at riktig kunde skal finne riktig produkt. På dette området er det få erfaringstall per nå. I følge intervjuobjektet vil det være optimalt dersom miljøkartleggingen som blir gjort i forkant av eventuell riving av en bygning ble kombinert med en ombrukskartlegging slik at prosessen blir effektivisert når de likevel er inne. Dessverre blir disse kartleggingene ofte gjort tett opp til at bygninger rives, og det blir derfor litt for sent med tanke på at andre skal kunne planlegge produktene inn i nye bygg. For at sjansene skal være store for at noen skal finne noe de trenger, og reservere det,

blir svaret på spørsmålet egentlig så tidlig som mulig. Om produktene hadde ligget inne i den digitale markedsplassen et år før bygningen skal rives hadde det vært supert.

## **2. Byggevarerne leies ut fra produsent til en byggherre**

Denne varianten var det flere av intervjuobjektene som nevnte som en interessant potensiell løsning for fremtiden. Dette er noe som har blitt testet ut i andre land ved enkelte varer eller tjenester og blir omtalt som "produkt som en service". Et av eksemplene som nevnes er at en kjøper tjenesten lys i stedet for å kjøpe lamper og lyspærer. Et annet eksempel er at du kan leie en heis i stedet for å eie den. På denne måten får produsentene et insentiv til å lage produkter som har lang levetid. BH1 nevner at det var ønskelig å prøve dette for heiser i pilotprosjektet KA13. Dessverre var det ingen leverandører som ønsket å prøve seg på det ennå. A5 nevner at muligheten for å kunne leie ut module vegger på denne måten.

Intervjuobjekt A6 sier at det viktig å få det som er hensiktsmessig tilbake til produsentene. Videre stiller A6 spørsmålet om fokuset bør være på ombruk alene. For kanskje det vil vise seg at de fleste byggevarer har aller størst potensiale dersom de har gode prosesser for resirkulering.

## **3. Byggevarerne går via en ombruksleverandør**

Gjennom intervjuene ble det klart at flere av intervjuobjektene mente at det er behov for en ny aktør inn i markedet. Noen som kan ta hånd om hele prosessen fra demontering til ny eier. Fra flere av intervjuobjektene som representerte en byggherre kom det frem et ønske om at brukte byggevarer skulle kunne kjøpes som hyllevarer. Altså at brukte byggevarer i fremtiden skal kunne kjøpes på samme måte som nye og at denne aktøren tar ansvar for alle leddene fra en byggevare demonteres fra et bygg og frem til en ny byggherre vil kjøpe produktet og få det til sin byggeplass. Det ble påpekt at det var villighet til å betale for at noen andre tok på seg denne risikoen mot at en får det en etterspør klart til montering forutsatt at prisen er innenfor rimelighetens grenser.

Om dette skal være en helt ny aktør eller om en allerede eksisterende aktør bør ta på seg rollen som en såkalt ombruksleverandør var det noe usikkerhet rundt. BH4 mente at hvis riveentreprenører så verdien i å ikke rive, men bevare materialene for så å lage et nettverk ut mot andre aktører, så vil det ligge et kjempepotensiale i det. BH7 mener at et alternativ til at de som byggherre selger materialene videre så kan de heller selge demonteringsjobben og at de på den måten slipper å inngå flere kontrakter. Videre påpekes det at totalentreprenørene bør bli demonteringsentreprenører og viderefordelingsentreprenører. Intervjuobjekt A1 og A5 mener derimot at riveentreprenørene ikke har uttrykt noe stor interesse for dette fordi de ikke ser noe stort marked for det ennå. A1 mener det kanskje vil være mer aktuelt å inkludere en ombrukskartlegging i deres miljøkartlegging av bygget der de kan melde videre hva som er potensielt ombrukbart i bygget de skal rive/demontere. På den måten kan de gi potensielle kjøpere et tidsvindu ombrukbare materialer kan hentes ut. A5 nevner Norsk Gjenvinning som en aktør som kanskje kan dukke opp med litt større ambisjoner på foredling av ombrukte materialer fordi de allerede er i verdikjeden til materialene.

Andre mente at kanskje de nye markedsplassene som nevnes i punkt 1 burde ta hånd om denne prosessen. Ingen av de to intervjuobjektene som representerte disse markedsplassene sa at de tenkte at de skulle eie materialene via sin plattform, men ønsker heller å være en ressurs inn mot potensielle selgere og kjøpere av brukte bygningsmaterialer. Intervjuobjekt A5 mener at det ikke vil være mulig å få leverandørkjeden til å ta risikoen for ombruksmaterialer sånn som det er i dag. Altså at både entreprenører og materialleverandører vil ha vanskeligheter med å ta den.

#### **4. Byggevarerne kjøpes opp av entreprenør for konkurranse inn mot nye prosjekter.**

Forslaget om at en mulig vei for materialene vil kunne gå via entreprenørene som konkurransekraft ble kun nevnt av et intervjuobjekt. Dette ble foreslått av A5 som en mulig løsning fordi ombruksvarer nok vil være knapphetsvare fremover. Dermed vil det bli viktig å sikre seg tilgangen på materialene, oversikt over hva som skal rives, kontakter og relasjoner. En entreprenør vil da kunne kjøpe seg tilgangen på materialene i bygget til byggherre 1 når det fremdeles står i bygningen. Porteføljen av ombruksmaterialer de eier bruker de så inn i konkurranse om å vinne byggeprosjektet til byggherre 2.

#### **5. Materialene og komponentene eies av samme byggeier hele tiden, men flyttes fra bygning 1 til bygning 2 ettersom byggeiers behov endres**

Dette nevnes som den muligheten en sitter igjen med for ombruk dersom regelverket ikke endres fra at avhender av byggevarer sitter med det samme ansvaret som en produsent av nye byggevarer. BH6 sier at det er en del byggherrer i Norge som kan gjøre dette, men at det ikke er den store andelen av byggherrer i Norge.

#### **Hvor langt unna det er at ombruke materialer er det naturlige valget i nye byggeprosjekter**

Avslutningsvis ble hvert intervjuobjekt spurt om hvor langt unna de tror det er at ombrukte materialer eller design for ombruk er det naturlige valget i nye byggeprosjekter. Her er noen er mer optimistiske enn andre. Blant de mer optimistiske er A7 som antar at ombrukte materialer blir et naturlig valg innen fem år. Så er det et par intervjuobjekter som ikke vil si at det blir det naturlige valget, men et naturlig valg. Blant annet A6 tror at det kan bli naturlig å velge seg ut et materiale eller komponent som er ombruk, og at det kan bli mainstream allerede i 2021 fordi det er så stor nysgjerrighet rundt det. Derimot påpeker A6 at det nok bare vil være 1-2% av bygningens volum eller vekt og at flere KA13 prosjekter er langt unna fordi det er så dyrt i stor skala. BH4 sier at dette er noe som de kommer til å ha fokus på fremover i alle sine prosjekter og at det handler om å hoppe inn i det. Videre sier BH4 at det kan bli litt som med BREEAM. At det tar litt tid i starten, men at det kommer inn under huden på folk etterhvert. Derfor vil det bli en naturlig del av vurderingen i løpet av de neste to årene.

På en annen side er det flere av intervjuobjektene som er mer pessimistiske og tror at dette er et godt stykke unna. Et av de mer pessimistiske anslagene for når dette vil gå på skinner er BH7 som tror det vil ta 20 år. Dette fordi det vil være avhengig av dette omsetningsleddet og prosessene rundt kjøp, salg, riving og demontering. BH5 er redd for at dette ikke vil gå av seg selv og at en er nødt til å være opptatt av noe annet enn kroner dersom en skal få det til. Det nevnes at selv om det har skjedd mye de siste årene, så er vi ikke i nærheten av å få det til skikkelig.

Når det kommer til design for ombrukbarhet er det også litt delte meninger på hva som vil skje fremover. Det blir påpekt at det burde skje allerede. A7 tror det vil skje mye fra og med i år og utover, men at nye bygninger er helt demonterbare med en demonteringsmanual trolig tar et par år. A6 mener det handler om at arkitektene må få kunnskapen som skal til for å tegne det. BH7 mener også at dette bør gå raskere enn prosjektering og bygging med ombrukte materialer, men har likevel en noe mer pessimistisk tidshorisont. BH7 tror det vil skje mye på de neste 10 årene fordi det er potensiale til å gjøre mye i dag som ikke vil koste mer. Andre mener at dette vil ligge noe lenger bak.





## 5 Diskusjon

I dette kapitlet vil resultatene fra forskningsintervjuene, og teorien hentet fra litteraturstudiet og dokumentanalysen, diskuteres med hensyn til hvert av forskningsspørsmålene. Dette skal sammen bidra til en besvarelse av masteroppgavens problemstilling.

### 5.1 Viktigheten av økonomisk lønnsomhet i sirkulære byggeprosjekter

Intervjuresultatene får tydelig frem at økonomisk lønnsomhet er viktig for en byggherre når det skal gjøres investeringer. Dette var ikke overraskende for oppgaveforfatteren, men styrket nysgjerrigheten rundt hva som skal til for at de da skal velge sirkulære løsninger. For dette betyr at byggherren må ha troen på at dette skal være økonomisk lønnsomt. Så er det dette med kort, mellomlang og lang sikt. En av intervjuobjektene som representerte byggherre mente at alle prosjektene hadde som mål å være økonomisk lønnsomme for seg. En annen byggherrerepresentant mente at noen prosjekter nødvendigvis vil være tapsprosjekter for å skape en helhet. Imidlertid indikerer svarene at det ikke er aktuelt å investere i noe der det er stor usikkerhet rundt når gevinsten av investeringen vil komme tilbake.

Videre kommer det frem av intervjuene at byggherrer er villige til å ta på seg ekstra risiko for å skaffe seg en posisjon i markedet. Fra erfaring kommer nyttig kompetanse som kan bidra til å kapitalisere på det i fremtiden. Derfor vil en byggherre som har troen på at sirkulære løsninger vil være økonomisk lønnsomme på sikt være villig til å investere litt ekstra i dag. I tillegg trekkes konkurransefortrinn og omdømme frem som to suksesskriterier som er viktige ved valg av byggeprosjektens konsept. For byggherrer som bygger for å leie ut, vil hva de potensielle leietakerne er villige til å betale for være med å styre hvilke investeringer som blir gjort. Intervjuobjekt BH7 sier at bærekraft og omdømme gjerne går hånd i hånd i disse tider. Dette er positivt med tanke på grønne og sirkulære løsninger.

Skillet mellom private og offentlige byggherre ble også tydelig gjennom intervjuprosessen. I og med at de offentlige byggherrere ikke har noen aksjeeiere som skal ha gevinst skulle en kanskje tro at innovative grønne løsninger lettere kunne komme igjennom. Likevel blir balansegangen mellom å være et forbilde innenfor innovasjon og det å få mest mulig for den bevilgede kostnadsrammen påpekt. Selv om staten er en flergangsbyggherre som bør skape etterspørsel for morgendagens løsninger, bygger de for kunder som ikke alltid er like klar for å ta den ekstra kostnaden i akkurat deres prosjekt. Dette viser at sirkulære løsninger også her må være økonomisk lønnsomme for å slå igjennom.

Altså er troen på at sirkulære løsninger er økonomisk lønnsomme i det lange løp avgjørende for at byggherrer skal ønske å investere i dem. Dette underbygger derfor problemstillingen til denne oppgaven om hva som skal til for at det skal bli økonomisk lønnsomt fra byggherrens perspektiv.

## 5.2 Utfordringer som vanskeliggjør økonomisk lønnsomhet ved ombruk og design for ombruk i dag

Utfordringene intervjuobjektene kommer med som vanskeliggjør økonomisk lønnsomhet samsvarer i stor grad med barrierene som er kartlagt tidligere. Fordyrende prosesser rundt demontering og remontering, testing, lagring, redokumentering og prosjektering gjør at byggherrer ofte velger ombruk bort. De fleste av problemene som fremkommer av intervjuene gir negative konsekvenser i form av behovet for flere arbeidstimer. Dette er et stort problem i dag fordi byggevarer er relativt billige i forhold til arbeidsressurser. Derimot vil dette kunne endre seg dersom kostnaden for byggevarer øker (Solgaard og Bramslev, 2019). Ved økende ressursmangel i verden vil de gjenværende ressursene tilføres høyere verdi.

Et tilleggsmoment som vanskeliggjør lønnsomhet er dersom byggherre betaler for arbeidsressurser knyttet til prosessen rundt ombruksmaterialene, men likevel ender opp med å måtte kjøpe nyproduserte bygningsmaterialer. Dette kan skje dersom nødvendig dokumentasjon ikke er mulig å oppdrive eller det viser seg at byggevaren ikke oppnår de tekniske kvalitetene den trenger. Dermed vil en heller ikke oppnå de ønskelige besparelsene i klimagassutslipp. Denne risikoen er ganske den aller største da arbeidsmengden øker betraktelig og gevinsten utgår. Ifølge BH1 bør byggherre sette seg en økonomisk ramme og se hvor mye en får gjort innenfor denne kostnaden. Dette kan være et veldig bra initiativ. Problemet er at du ikke har noen måte å forutse hva den totale besparelsen av klimagassutslipp blir.

Problematikk rundt bygningens utseende blir også trukket frem av intervjuobjektene. Dette vil først å fremst bli et problem dersom de som skal kjøpe eller leie bygningen trekker seg hvis konseptet faller igjennom. Dette vil avhenge av hvilke bygningsmaterialer som blir ombrukt. Dersom de ombrukte materialene er synlige deler av bygningen, og prosjektert inn som at byggevaren forteller en historie, kan det tenkes at dette kan oppstå. Imidlertid er det ikke behov for testing og dokumentasjon av byggevarer med kunstneriske formål (DiBK, 2021). Dermed vil det være mindre sannsynlighet for at disse varene faller bort underveis i prosessen. Likevel kan det skje skader underveis i prosessen som gjør at varen ikke kan benyttes.

For design for ombrukbarhet kommer også estetikk opp som et problem. Dersom en bygning skal være enkel å demontere bør løsningene kanskje se litt annerledes ut enn de gjør i dag. En måte BH7 nevner er ved å fjerne nedsenket himling. På denne måten vil det være enklere å bytte ut enkelte av de tekniske installasjonene uten at du skaper unødvendig avfall fra å bytte ut store deler av himlingen i tillegg. Imidlertid er det en grunn til at det ofte ønskes en nedsenket himling for å skape et ryddigere uttrykk. Utfordringen blir da å få leietakere og kjøpere til å ønske det nye og annerledes konseptet. Dersom brukerne ikke vil godta et annerledes konsept vil det potensielt bli fordyrende for byggherre ved at leie- eller salgsprisen må ned.

En annen utfordring ved design for ombrukbarhet er mangelen på garanti for at bygningselementene vil bli ombrukt. Som Hagen (2009) påpeker vil de miljømessige godene av investeringen først vise seg langt frem i tid som fører til tilsvarende lav nytteeffekt. Langsiktige miljøinvesteringer ser derfor ikke lønnsomme ut. I tillegg er det utviklet få økonomiske insentiver for å investere i ekstra robuste løsninger med lenger levetid. Dette diskuteres videre i kapittel 5.3.

### 5.3 Hvilke forutsetninger som skal til for at det skal lønne seg å investere i bygninger som betegnes som materialbanker

Intervjuobjektene kom med mange interessante innvendinger til hva som må på plass før en byggherre ønsker å velge ombrukte bygningsmaterialer i stedet for nye. En ting er forutsetninger for å få det til, en annen ting er tiltak som kan bidra. Spørsmålene i intervju sammenheng kunne kanskje hatt tydeligere avgrensninger på akkurat dette punktet. Det kan jo diskuteres hva som er faktiske forutsetninger og hva som vil være positivt for oppskalering av ombruksmarkedet. Det vil være utfordrende å si noe helt sikkert på bakgrunn av studien med tanke på at dette er nokså nytt for byggenæringen og i stadig utvikling. Det som er sikkert er at det er flere barrierer som må overkommes for at ombruk skal bli et naturlig valg for byggherrer. Ut i fra intervjuobjektene svar virker det rimelig å anta at ombruk må bli økonomisk lønnsomt for at mange byggherrer skal ønske å drive med det og ombruksmarkedet skal bli oppskalert. Det blir også påpekt av at alle i verdikjeden må tjene penger. Derfor vil en forutsetning for oppskalering også være at det blir økonomisk lønnsomt.

Fra intervjuene og teorien kommer det tydelig frem at en endring i dagens regelverk faktisk er en forutsetning for at dette skal bli lønnsomt. BH7 mener til og med at hvis myndighetene kan lage et mer fornuftig regelverk, så fikser næringen resten selv. Det aller viktigste ifølge A3 er at risiko for fengselsstraff og tilbakekall med store økonomiske konsekvenser fjernes. Det er stor enighet blant intervjuobjektene om at regelverket må endres på dersom vi skal få til mer ombruk av bygningsmaterialer. Samtidig er det viktig at regelverket passer på at bygningene som oppføres er trygge og av funksjonsmessig samme kvalitet som det en ny bygning er. Likevel virker det som at myndighetene har hørt på næringen når det kommer til regelverket. Det blir nå sett på endringer som må gjøres både i Norge og i EU (DiBK, 2021).

En annen faktisk forutsetning for at det skal lønne seg å investere i bygninger som er materialbanker er at gode løsninger for å bevare informasjonen om byggevarer utvikles. Dette understrekes av intervjuobjektene og av teorien. Ved å beholde dokumentasjon i materialpass i materialbibliotek vil arbeidet for neste bruker bli mye enklere. Dette vil fungere som en inventarliste hvor byggherre har full oversikt over eiendelene sine. En skulle tro at dette allerede er på plass i dagens byggenæring. Med BIM-modeller og digital dokumentasjon burde det være enkelt å samle informasjonen om hver byggevarer inn i et materialbibliotek. Likevel er det viktig at BIM-modellene er en nøyaktig kopi av den produserte bygningen og kan fungere som en såkalt digital tvilling. I tillegg er det viktig at den som har ansvaret for å drifte og forvalte bygningen har tilgang til og kunnskap om denne modellen slik at informasjonen kan oppdateres ved eventuelle utskiftninger.

For den eldre eksisterende bygningsmassen er det utfordrende å finne tilbake til nøyaktig informasjon om hver enkelt byggevarer til denne dokumentasjonen. I tillegg er den eldre bygningsmassen ikke designet for demontering, og det er derfor et spørsmål om allerede eksisterende bygningsmasse kan ansees som materialbanker. Her er intervjuobjektene litt uenige. A3 mener at dette blir viktigst fremover og at øvelsen med kartlegging og dokumentasjon blir vanskelig tilbake i tid. A2 derimot mener at fremtidens bygninger i stor grad vil basere seg på ressurser fra eksisterende bygninger. BH3 påpeker også at kartlegging av eksisterende bygningsmasse er noe de har fokus på nå. Ut ifra et bærekraftperspektiv virker det naturlig å forsøke å bevare verdien i de ressursene vi allerede har brukt så lenge som mulig.

En av forutsetningene som fremkom av intervjuene er at vi må opp i volum og verdi av ombruken. Det argumenteres for at vi trenger et system for materialene som faktisk gir et

klimabidrag. De aller største klimagassutslippene kommer fra produksjon av bæresystemene med betong og lastbærende stål (Kilvær *et al.*, 2019). Imidlertid er det disse elementene som har strengest krav til testing og redokumentering. Det var disse elementene som ga den største ekstra kostnaden i prosjektet KA13 da dette krevde mest oppfølging (Nordby, 2021). Dette fører til spørsmålet om det er mest hensiktsmessig å ombruke de synlige eller skjulte komponentene i en bygning. Fordelen med de synlige bygningskomponentene som fliser, himlingsplater, dører og så videre vil blant annet være at de er enklere å demontere. I tillegg har de kortere forventet levetid og gevinsten av den ekstra kostnaden for økt kvalitet vil muligens være enklere å se for byggherre. Imidlertid er klimaeffekten mindre og attraktiviteten til ombruksvarene vil kunne avhenge av estetiske faktorer. Dersom produktet ikke passer inn i datidens trender eller slitasje som påvirker estetikken, men ikke den tekniske levetiden, vil dette kunne påvirke hvor attraktivt ombruken er.

Under utviklingen av KA13 hadde de som mål at bygget skulle se annerledes ut og vise nytenkning med tanke på materialbruk. Et av hovedpoengene var at bygget skal fortelle en historie. Likevel påpeker et av intervjuobjektene at ombruksprosjekter ikke kan forbli hippie-prosjekter. Noen leietakere eller boligkjøpere vil alltid ønske seg et særegent bygg, men de aller fleste ønsker seg først og fremst et bygg som har høy funksjonalitet. Spørsmålet blir da om brukerne i bygningene må legge fra seg holdninger om at alle nye bygninger skal se helt nye ut eller om markedet må sørge for at ombruksvarer også har høy nok estetisk verdi. Kanskje blir det en kombinasjon av de to. Bygningsmaterialer med en historie som gir en identitet til bygningen vil være attraktive. Imidlertid er det dessverre ikke sånn at alle byggevarer med gjenværende teknisk levetid skaper estetisk fine bygninger. At det er tilgang til nok ombruksmaterialer til at arkitektene har mulighet til å lage fine bygninger ble satt som en forutsetning for lønnsomhet ved ombruk av intervjuobjektene. Dette fordi det vil gi høyere betalingsvillighet hos brukerne.

En løsning på problemet rundt estetikken ville være om det var materialene inne i veggen som var ombrukte og ombrukbare. De store tunge konstruksjonsmessige komponentene i en bygning er de som har størst verdi. Men det er også de som koster mest å demontere, transportere, teste, lagre og re-montere. Aller helst burde det være sånn at de materialene som det lønner seg mest å ombruke med tanke på miljøet også var de som lønner seg mest å ombruke for lommeboka. Imidlertid viser det seg fra intervjuene at det er vanskelig å se for seg at en byggherre vil være villig til å investere ekstra i kvaliteten til en bygningsdel som skal kunne selges 60 år frem i tid. Usikkerheten er for stor til at noen er villige til å gjøre det.

Insentiver i form av poeng i sertifiseringsordninger blir derfor nevnt som en mulighet. Dersom næringen og myndighetene er enige om at dette må gjøres på grunn av miljøet så må løsninger på plass for at det faktisk gjøres. Det virker som at dette er noe som kan bli veldig aktuelt med bakgrunn av EU sin satsning mot klimanøytralitet. Et intervjuobjekt nevnte muligheten for at det skulle kunne gi en gode i sertifiseringsordningen dersom en byggherre sannsynliggjorde ombruken. På den måten vil det kunne lønne seg. Hvis det stemmer som et intervjuobjekt sa at byggherrer har en oppfatning om at miljøvennlige bygninger selger bedre i markedet vil en miljøsertifisering lønne seg. Dette vil det også gjøre når grønne lån blir aktuelt og de setter krav til en viss sertifisering. Spørsmålet blir hvordan design for ombrukbarhet skal vektlegges.

Et intervjuobjekt påpeker at det ikke er noe garanti for ombruken. I tillegg vil det være stor usikkerhet rundt hvor mange ganger hver bygningsdel eventuelt vil bli ombrukt. Siden hovedmålet med ombruk av bygningsmaterialer skal være at det gir god miljøgevinst er det viktig at ikke besparelsen av klimagassutslippene blir regnet dobbelt opp. Dersom byggherren som sannsynliggjør ombruken første gangen får skrevet av 50 % av utslippene fra produksjonen av et materiale som kan ombrukes vil den neste eieren måtte ta 50 %

av utslippene i sitt regnskap. Det minker potensielt insentivet litt for den byggherren som kjøper den brukte byggevaren fordi du i dag slipper å regne med noe klimagassutslipp fra produksjonen av ombrukte materialer. Et annet spørsmål dukker opp dersom byggevaren ombrukes enda en gang eller dersom byggevaren sendes til avfallshåndtering etter kun en gangs bruk. Det er også et poeng at bygningen kan bli kjøpt i sin helhet, og kjøperen må da være bevist på valgene som ble gjort av den første eieren.

Det er fremdeles barrierer som må overkommes og løsninger som må finnes, men fokuset på sirkulære løsninger henter om at dette er noe mange ønsker å få til. Det er tydelig at dette er et hett tema i næringen om dagen og flere og flere byggherrer ønsker å ombruke bygningsmaterialer. For bevaring av eksisterende bygningsmasse er kanskje besparelser av materialkostnader være en motivasjon. Der det skal bygges nytt, men med ønske om brukte bygningsmaterialer, må motivasjonen være en annen. Fra intervjuene og teorien virker det som at bærekraftstempelet ombruk gir er en stor motivasjonsfaktor. I følge intervjuobjekt A7 så vil det per nå være en del ekstra kostnader for byggherre knyttet til ombruk, men at det likevel kan være viktig nok for de slik at de kan skryte av det i etterkant.

*Hvilke byggherrer bør drive med dette?*

For næringsbygg kommer det frem av flere studier og intervjuobjekter i denne oppgaven at det allerede lønner seg å tenke mer langsiktig med tanke på ressursbruk. Et intervjuobjekt er til og med overrasket over at ikke flere byggherrer driver med det allerede. Disse bør gå inn for å heve kompetansen sin rundt ombruk og design for ombrukbarhet. Dette fordi det her ikke skal mye til før det lønner seg. Den hyppige utskiftningen av inventar for nye leietakere gir store mengder avfall og store kostnader knyttet til nye materialer. Et fokuspunkt her vil være å prøve og få den tekniske levetiden til å bli den faktiske levetiden til komponentene i bygget. Fra figur 3.9 ser vi at det største potensialet ligger i innervegger, fast inventar, pumper og aggregater, lys og alle punktene innenfor tele og automatisering. Dette fordi disse i dag oftest byttes ut på grunn av funksjonell levetid. Høy grad av fleksibilitet og generalitet vil lønne seg. I tillegg vil det være fordelaktig om byggevarerne designes slik at deler som ikke fungerer enkelt kan demonteres å byttes ut uten at deler som fremdeles fungerer må byttes.

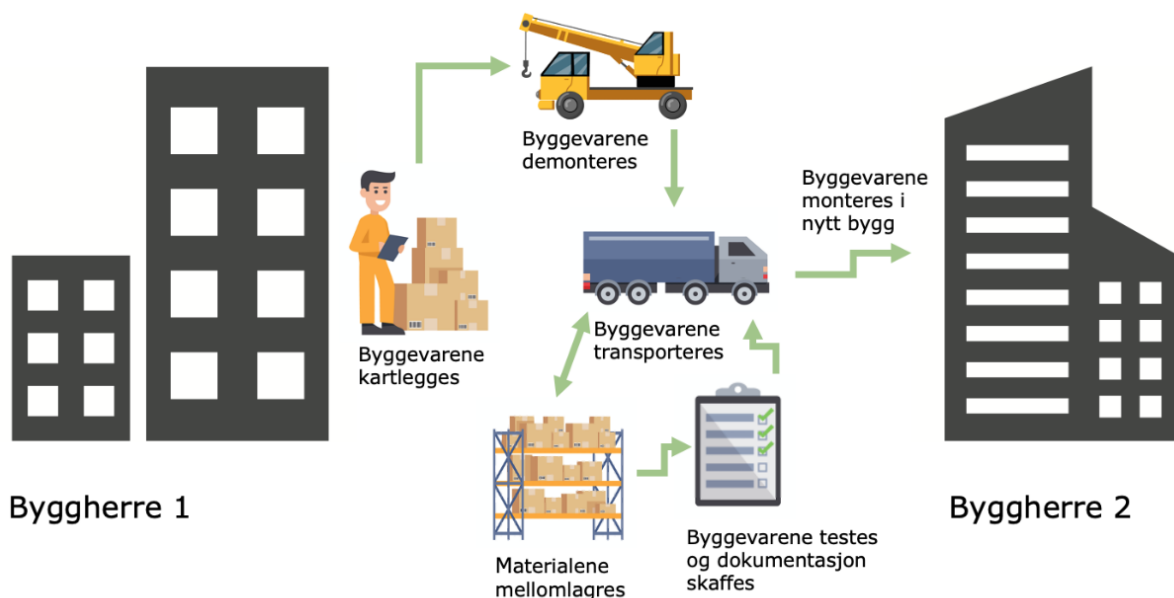
Selv om det er bra at insentivene er tilstede for næringsbygg allerede er det viktig fra et bærekraftperspektiv at dette blir attraktivt for andre byggherrer også. Den største andelen av bygningen i Norge tilhører andre kategorier enn kontor- og forretningsbygninger. Derfor er det viktig at forutsetningene nevnt over kommer på plass for at flere typer byggeiere skal ønske å investere i materialbanker.

## 5.4 Hvordan bør forretningsmodellene se ut for materialenes reise gjennom verdikjeden

Noen av hovedfunnene i resultatene til de to første forskningsspørsmålene er at det må tråkkes opp en løype for de ulike materialenes vei gjennom verdikjeden. For det første forskningsspørsmålet vises dette ved at den krevende prosessen fører til at byggherrer ofte anser risikoen som for stor. Videre blir det satt som en forutsetning for at ombruksmarkedet skal oppskaleres at prosessen blir satt i system. For design for ombrukbarhet blir det også satt som en forutsetning at en faktisk plan for ombruken kommer på plass og det samme gjelder for at bygninger skal kunne omtales som materialbanker.

Ut fra intervjuene ble det tydelig at ingen av aktørene hadde noe stort ønske om å ta på seg risikoen av å eie bygningsmaterialene i leddet mellom byggherre 1 og byggherre 2 fra

figur 5.1. Det er interessant fordi det antyder at aktørene anser risikoen rundt dette til å være svært høy og at deres rolle ikke er den beste til å håndtere den. I tillegg antyder det at intervjuobjektene ikke helt klarer å se hvordan forretningsmodellene skal kunne gi økonomisk lønnsomhet for deres aktør på sikt.



**Figur 5.1 Illustrasjonsbilde av materialenes vei mellom to bygninger (egenprodusert)**

Funn knyttet til det tredje forskningsspørsmålet viser at det kan bli flere ulike utfall av hvordan verdikjedene vil ende opp med å se ut. Spørsmål som kan stilles er hvilke av de ulike modellene som fører til best utnyttelse av ressursene og hvilke som fører til mest økonomisk lønnsomhet for de involverte aktørene. De fem mulige modellene for materialenes vei fra byggherre 1 til byggherre 2 som presenteres av intervjuobjektene, vises igjen i tabell 5.1.

**Tabell 5.1 Mulige modeller for materialenes vei fra byggherre 1 til byggherre 2**

|  |
|--|
| 1. Byggherre eier byggevaren og selger byggevaren til en annen byggherre via en digital markeds plass. Tjenestene knyttet til demontering, transport, testing, lagring og re-dokumentering kjøpes inn. Hvem som betaler for hva avklares mellom de to byggherrene. |
| 2. Byggherre leier byggevarene fra en produsent. Produsenten vedlikeholder, tar tilbake og resirkulerer produktet før det leies ut til en annen byggherre.   |
| 3. Byggherre eier byggevaren og selger den videre til en ombruksleverandør. Ombruksleverandøren gjennomfører nødvendig testing, skaffer dokumentasjon, lagrer byggevaren og selger den til en ny byggherre på lik måte som en ny byggevare.                        |
| 4. Entreprenør kjøper tilgangen på byggevarene når de står i bygget til byggherre 1. Porteføljen av ombruksmaterialer de eier bruker de så inn i konkurranse om å vinne byggeprosjektet til byggherre 2.   |
| 5. Store bygherrer som eier så mange bygninger at de kan flytte rundt på bygningsmaterialene de eier i egen portefølje.  |

## **1. Byggevarer omsettes via en markeds plass**

Denne modellen vil bli testet ut fordi mulige markeds plasser allerede er lansert og under videre utvikling. Via en god digital markeds plass vil en kunne reservere en byggevare, bestille testing, transport og mellom lagring på et sted. Ved å samle all informasjon på samme sted vil prosessen forenkles en god del fra hvordan den ser ut i dag. Disse er gode bidrag til å holde informasjonen i system. Dersom tilstrekkelig mengder byggevarer blir tilbudt via disse markeds plassene vil det bli lettere for arkitekter og prosjekterende å velge ut gode komponenter som gir både gode og estetisk pene bygninger. Markeds plassene er et kjempeinitiativ mot forutsigbarhet og oversikt.

Et spørsmål som dukker opp i forbindelse med denne modellen er hvilken byggherre som skal betale for hva. En mulighet er at byggherre 1 sørger for at det som selges er testet og dokumentert for videre bruk slik at byggherre 2 ser nøyaktig hva som kjøpes via markeds plassen. Intervjuobjekt A7 mener derimot at det er kjøperen av byggevaren som bør stå for testing og dokumentasjon. Dette fordi det er unødvendig å teste varen for egenskaper den ikke trenger. Som eksempel for å forklare at dette kan en se på et vindu i en yttervegg som senere skal benyttes som en del av en innvendig vegg. I dette tilfellet vil det være unødvendig å teste vinduet for u-verdikrav som ikke vil være gjeldende. Kanskje er det heller akustiske egenskaper ved vinduet som bør testes. Imidlertid øker dette kanskje terskelen for kjøper av byggevaren noe da disse egenskapene veldig enkelt kan sjekkes ved nyproduserte byggevarer.

Hvem av de to byggherrene som skal betale for transport og mellom lagring vil også måtte avklares ved denne modellen. Dette vil muligens avhenge av tidspunktet byggevarene blir tilgjengelige på markeds plassen og tidspunktet for demonteringen av dem. Fra intervjuet med A7 kommer det frem at materialet bør ligge ute på markeds plassen så tidlig som mulig. Derimot kommer det frem at miljøkartlegging av bygninger som oftest skjer for nære tidspunktet hvor bygningen skal rives. Derfor vil potensielt byggherre 1 måtte legge ut byggevarene på markeds plassen, for så å betale for mellom lagring slik at byggherre 2 skal få tid til å planlegge varen inn i et nytt bygg. Denne kostnaden vil gi byggherre 1 et insentiv om å legge ut varen tidligere slik at tiden på mellom lager blir kortere. A1 understreker at det vil være fordelaktig om så mye som mulig kan skje på plassen der byggevaren demonteres. Imidlertid er det vanskelig å se for seg en prosess der en bygning demonteres og alle de ombrukbare materialene fraktes direkte til nye byggeplasser som er klare til å ta de imot. Dette spørsmålet vil nok avhenge av hvilken av de to byggherrene som tillegger den brukte byggevaren størst verdi og får størst gevinst av å få det til.

Modellen vil potensielt føles som et trygt alternativ for markedet fordi konseptet allerede er kjent fra andre bruktmarkeder som blant annet finn.no. En byggherre med kontroll på sin bygningsmasse vil på den måten kunne selge byggevarer bygningen ikke lenger har behov for ved ombygging, eller kvitte seg med materialer for å slippe å betale for avfallshåndtering. Et spørsmål som kommer opp er om de brukte byggevarene må være billigere enn nyproduserte byggevarer. Dette vil potensielt påvirkes av hvilke krav, avgifter og goder som kommer på plass. Dersom ombruk av byggevarer gir en attraktiv gode vil byggherrer potensielt være villig til å betale mer for den brukte varen enn for en ny. Derimot vil det være naturlig å betale mindre for en byggevare med antatt lavere levetid. Dette vil si at mengden ombruksvarer på plattformen må være nokså stor for å gi arkitektene valgmuligheter.

## **2. Byggevarer leies ut fra produsent til en byggherre**

Denne modellen er det flere av intervjuobjektene som hadde stor tro på at vil komme mer og mer. Modellen går ut på at en leverandør leier ut et produkt som en tjeneste. Dette trekkes også frem som en viktig forretningsmodell av Asplan Viak (2020) i deres rapport om innspill til sirkulære og karbonnøytrale forretningsmodeller. For bygninger vil

eksempler på dette være muligheten for å leie tjenesten lys i motsetning til å kjøpe lyspærer som må erstattes ofte. Dette vil gi leverandøren av tjenesten lys et insentiv om å lage lyspærer med så lang levetid som mulig for å få mindre utgifter fra drift og vedlikehold.

Det ble forsøkt å se på muligheter for dette i pilotprosjektet KA13, men med lite hell på grunn av mangelen på tilbydere på leverandørsiden (Anne Sigrid Nordby, 2021). At denne løsningen kan bli et økonomisk lønnsomt alternativ for enkelte produkter vil en kunne se for seg. Leverandører vil da få betalt for timene hvor produktene fungerer. Likevel må det avklares noe rundt hvilket ansvar brukeren av produktene har. Som Hagen (Hagen) påpeker vil en føle større ansvar og ta bedre vare på noe som eies av en selv. For tjenesten lys, eller eventuelt ventilasjon, vil det kanskje ikke bli så store problemer da det ikke er så mye slitasje fra bruk. For andre produkttjenester derimot vil levetiden kanskje avhenge av hvor godt produktet blir behandlet av brukerne.

Det er også et interessant spørsmål om dette vil bli aktuelt for byggevarer som har relativt lang levetid. For eksempel byggets bæresystem. Dersom bygninger på sikt blir så modulbasert at de enkelt kan kobles opp og ned vil det kanskje være aktuelt. Til dette var svaret at byggherre trolig vil eie bygningskomponentene en stund til, men at det var stor nysgjerrighet rundt dette med utleie fra en tredjepart. Imidlertid er det vanskelig å se for seg en leverandør som ønsker å leie ut et bæresystem til en bygning i 60-100 år. Intervjuobjekt A6 ble spurt om troen på en type eierforhold var høyere enn noe annet. Det er mye usikkerhet rundt hvordan verden vil forandre seg på den tiden. Kanskje dette blir mer aktuelt for bygninger som en vet kun skal stå i et visst antall år. Da vil det kunne fungere på samme måte utleie av brakker gjøres i dag.

Kanskje mer aktuelt er løsningen der en byggherre eier selve skallet til bygningen, men leier inn det som er av inventar. På denne måten blir bygningene fleksible og kan bytte planløsning med module vegger og så videre. En løsning for utleie av systemvegger for kontorbygg er allerede undersøkt. Imidlertid kan det tenkes at lydkrav blir noe av den største utfordringen for ombruk av disse. Dette var tilfellet i KA13 prosjektet (Anne Sigrid Nordby, 2021).

En annen løsning som også kan bli gjeldende for byggevarer er et system for panting hos leverandørene. Store produsenter av produkter som IKEA og Jernia har nå begynt å ta ansvar for et utvalg produktene de tidligere har solgt (IKEA, u.å.; Jernia, u.å. ). De har laget ordninger hvor kundene får penger tilbake, eller avslag på neste vare, hvis de leverer tilbake gamle produkter. Ikea sin ordning har en del forbehold hvor det kun er et utvalg av deres sortiment som kan leveres tilbake i tillegg til at møbelet må være uskadet. Jernia tar tilbake «oppbrukte» produkter som er vanskelige å sortere for en vanlig husholdning. Ordningene er ikke optimale med tanke på minimering av søppel og hindring av masseproduksjon, men det er en start. Dersom leverandørene ikke ser lønnsomheten i å leie ut byggevarer kan dette kanskje være et aktuelt alternativ. Dette vil også gi et insentiv om å lage produkter av rene materialer som vil være enkelt for de å resirkulere.

Modellen med utleie er svært interessant for fremtiden og det blir spennende å se hvilke løsninger som ender opp med å bli den nye normalen. For noen typer bygninger vil høy grad av innleide komponenter være aktuelt. For eksempel for kontorbygninger, lagerbygninger og kanskje også hoteller. For andre typer bygninger vil kanskje heller de mindre "produktene som tjenester" være ønskelig. Dette kan for eksempel være tjenesten lys på en flyplass eller et bibliotek. I tillegg vil det være interessant å se hvilken aktør som blir aktuelle som potensiell utleier av de ulike tjenestene.



### **3. Byggevarerne går via en ombruksleverandør**

De fleste intervjuobjektene er enige om at det er byggherre som må være villig til å ta på seg en del ekstra risiko i starten for å dra dette i gang. Intervjuobjekt BH4 forteller at det måtte argumenteres for at risiko måtte tas dersom de skulle få til et ombruksprosjekt. Imidlertid vil det bli vanskelig å få det igjennom igjen og igjen dersom de som byggherre må ta all risiko for alt. Flere av intervjuobjektene som representerte byggherrer ønsket seg en ombruksleverandør som kan håndtere hele prosessen rundt ombruk slik at ombruksvarer på sikt kan kjøpes som hyllevarer. Det er ingen tvil om at det er veldig behagelig for de som skal være utførende i et prosjekt hvis de kan bestille byggevarer på den måten. Altså at de bestiller en viss mengde trygge, dokumenterte varer som kan være på byggeplassen på akkurat det tidspunktet som passer best for prosjektet.

En slik ombruksleverandør vil da potensielt kjøpe eller få byggevarer fra byggherre 1, før jobben med å lagre, teste og dokumentere varene. Videre kan ombruksleverandøren selge byggevarerne til byggherre 2. For at denne modellen skal være økonomisk lønnsom for ombruksleverandøren vil varene komme billig fra byggherre 1, eller betalingsvilligheten til byggherre 2 være nokså stor. Dette vil derfor også avhenge av avgifter og potensielle goder. Dersom det blir veldig dyrt for byggherre 1 å kvitte seg med materialene til avfallshåndtering vil det bli mer ønskelig å gi fra seg materialene til en ombruksleverandør. I motsatt fall vil en byggherre som får en gode fra besparelsen i klimagassutslipp være villig til å betale mer for den ombrukte byggevareren.

Intervjuobjekt BH7 mener at en god løsning vil være hvis de som byggherre kan selge jobben med å få lov til å rive eller demontere deres bygning. Altså at de som byggherre selger bygningen til et demonteringsfirma som fungerer som en ombruksleverandør. Det vil være lønnsomt for de som byggherre 1 i dette tilfellet. Dersom demonteringsfirmaet ser verdien av ressursene vil de kunne selge disse videre til andre byggherrer. BH7 påpeker at en fordel med denne løsningen er at byggherre slipper å inngå flere kontrakter ved at samme firma både demonterer og videreformidler. Dermed blir det en lettere måte å jobbe på. En annen fordel ved at riveentreprenøren eventuelt tar over eierskapet til materialet er at det legges større verdi i det som eies. På den andre siden påtar demonteringsfirmaet seg en stor risiko for at materialene har den verdien som er antatt. Det blir vanskelig å prise jobben på forhånd og kjøperen i andre enden burde helst allerede vært på plass. Da oppstår det et problem dersom den tekniske kvaliteten ikke er som en trodde eller byggevareren blir ødelagt underveis i demonteringen.

En annen type ombruksleverandør vil være noen som blir gode på redesign av byggevarer. I pilotprosjektet KA13 ble enkelte byggevarer ombrukt til andre formål enn det de opprinnelig ble laget for. Et eksempel på dette var håndløpere i tre som ble benyttet til amfitrapp (Anne Sigrid Nordby, 2021). Det å se verdien i materialene og finne alternative løsninger har potensiale for stor etterspørsel. Dette vil også kunne føre til nye arbeidsplasser.

Et risikomoment for en ombruksleverandør vil være om etterspørselen av de brukte byggevarerne er der. Dersom leverandøren blir sittende på en stor portefølje av ombruksmaterialer vil dette føre til en stor kostnad for mellomlagringen. En annen risiko er om byggevarerne består nødvendig testing og om dokumentasjonen er å oppdrive. Det blir interessant å se om noen leverandører tør å begynne med dette i stor nok skala. Ut i fra intervjuene virker det som at ønsket og betalingsvilligheten fra byggherresiden er tilstede.

### **4. Byggevarerne kjøpes opp av entreprenør for konkurranse inn mot nye prosjekter.**

Tilgangen på brukte bygningsvarer vil trolig fortsette å være knapp dersom de blir attraktive i markedet. Dette kan de bli ved at det gis poeng for bruken av de i

sertifiseringsordninger, eller det gir bedre økonomiske betingelser på lån. Da vil det kunne bli svært ønskelig å sitte på tilgangen til byggevarer som kan benyttes i nye prosjekter. Dersom byggherre 2 legger det inn som et tildelingskriterie at det nye prosjektet skal ha en viss andel ombrukte materialer, vil potensielt hvilke materialer det er mulig å få tak i spille en rolle for entreprenørene. Kanskje er det da entreprenøren som har de mest attraktive ombruksmaterialene som vinner prosjektet. I dette tilfellet vil denne modellen kunne bli gjeldende.

Det er flere utfordringer ved denne modellen. En av de er hvis entreprenørene må kjøpe hele bygninger for å få tilgang til materialene. Eksisterende bygningsmasse i dag er ikke bygget for å fungere som materialbanker, og selv om det ligger mye potensiale i bygningene vil entreprenørene ved denne modellen også få ansvaret for mye bygningsmasse som ikke kan brukes i nye prosjekter. Kanskje vil dette være lettere for de store entreprenørene AF gruppen og Veidekke som også består av en riveentreprenør som kan bistå med håndteringen av jobben. Likevel blir det et problem dersom byggherre 1 selger bygningen til en entreprenør og det tar lang tid før materialene skal brukes i prosjektet til byggherre 2.

En annen variant som kanskje er mer aktuell er at entreprenørene lager seg avtaler med ulike byggherrer som sikrer de første retten på materialene dersom byggherrene en dag skal rive eller demontere et bygg.

##### **5. Materialene og komponentene eies av samme byggeier hele tiden, men flyttes fra bygning 1 til bygning 2 ettersom byggeiers behov endres**

Dersom regelverket for omsetning av bygningsmaterialer ikke endres vil det potensielt bli vanskelig å få på plass et ombruksmarked for konstruksjonsmessige bygningsmaterialene. Dersom byggherre 1 som ønsker å selge betongdekker fra sitt bygg sitter på de samme ansvaret som en produsent av nye betongdekker, blir risikoen fort for stor. Da vil kanskje modell 5 være den som blir mest aktuell for enkelte byggherrer i fremtiden. Dersom byggherren ser på sin egen bygningsmasse som en materialbank for seg selv kan bygningsmaterialer flyttes rundt på i egen portefølje ved endrede behov.

Kanskje er denne modellen mest aktuell for offentlige aktører som lokalt har bygninger som dekker mange ulike behov. Da vil det kunne være ønskelig at byggevarer fra en skole også kan ombrukes i et sykehjem. BH6 forteller om et eksempel fra Nederland hvor et midlertidig tinghus ble satt opp da det gamle skulle renoveres. Den midlertidige bygningen hadde da en fastsatt dato for demontering før det ble satt opp og komponentene ble senere brukt i en annen bygning. For dette eksempelet byttet aldri byggematerialene eierskap. Likevel blir det påpekt at den største andelen av byggherrer i Norge ikke har store nok porteføljer med bygninger til at dette kan gjøres i stor grad.

Ut i fra intervjuresultatene og litteraturen virker det som nokså sannsynlig at flere av disse mulige forretningsmodellene vil bli testet ut i en eller annen form. Dersom noen av modellene blir sett på som beste praksis for enkelte byggevarer så vil også rammebetingelsene for det juridiske og økonomiske også endre seg. Kanskje vil det være mest hensiktsmessig for en type byggevarer å bruke en av de nevnte modellene ovenfor, mens en annen modell er mer hensiktsmessig for en annen. Det er også mulig at det er ulike forretningsmodeller som er hensiktsmessig for ulike typer byggherrer og ulike typer bygninger. Dersom løypa går opp for hver enkelt bygningstype og hver enkelt byggevarer vil den forenklede prosessen gjøre det mer lønnsomt å investere i bygninger som materialbanker.

## 6 Konklusjon

Vi er nå inne i de siste ti årene hvor vi skal redusere klimagassutslippene for nå målene i Prisavtalen. Norge har som mål om å være et foregangsland innenfor overgangen til en grønnere og mer sirkulær økonomi. Det å se på eksisterende og nye bygninger som materialbanker vil kunne bidra til dette, men det er likevel usikkerhet rundt om dette vil bli lønnsomt for en byggherre.

Denne oppgaven har hatt som hensikt å undersøke hva som skal til for at det skal lønne seg for en byggherre å investere i en bygning som kan ansees som en materialbank for fremtiden. For å undersøke dette er litteratur og dokumenter analysert for å finne ut hvilken informasjon som finnes på området. I tillegg er det gjennomført fjorten semistrukturerte forskningsintervjuer av dyktige personer fra næringen. Målet med intervjuene var å høre synspunkter og tanker fra de som har erfaringer fra den norske byggenæringen. Under arbeidet er det både sett på ombruk av bygningsmaterialer og design for ombrukbarhet.

Gjennom studien kommer det tydelig frem at vi må gjøre det økonomisk lønnsomt dersom vi vil ha et oppskalert ombruksmarked. Overgangen til en mer sirkulær økonomi kan ikke kun basere seg på et ønske om å redusere utslippene. Risikoen for de ulike aktørene må ned, og de positive insentivene må tydeliggjøres. Som forventet er det ennå noen store barrierer som vanskeliggjør lønnsomhet ved ombruk som gjenstår. For ombruk av bygningsmaterialer er hovedutfordringene den kronglete prosessen og et strengt regelverk. For design for ombrukbarhet er den største utfordringen at det byggevarene potensielt skal ombrukes igjen langt frem i tid. Dette fører til usikkerhet rundt investeringen.

Når det kommer til forutsetninger for at det skal lønne seg å investere i bygninger som kan betegnes som materialbanker avdekket studien flere interessante punkter. For ombruk av byggevarer ble det tydelig fra intervjuene at dersom en byggherre skal velge ombruk, så må det gjøres forutsigbart, trygt og realistisk. Forutsetningene for at det skal bli det er ifølge dem; at regelverket endres, at prosessen blir satt i system, at det kommer myndighetskrav, avgifter, støtteordninger og goder, at kompetansen på området heves, at det utvikles store nok og lokale ombrukbanker og at omfanget og verdien på ombruksmaterialene økes.

For design for ombrukbarhet avdekket studien at det foreløpig er mindre erfaring på dette området. Likevel ble forutsetninger om fleksibilitet, demonterbarhet, holdninger og at det foreligger en faktisk plan løftet frem. Imidlertid viser studien at det ikke virker særlig sannsynlig at byggherrer vil begynne å investere i bygninger som kan ansees som materialbanker for at materialene i seg selv skal gi gevinst langt frem i tid. For noen byggeiere der utskiftning av inventar skjer hyppig vil det lønne seg å bygge fleksibelt for besparelsene dette vil gi for materialkostnader. For andre byggeiere derimot vil usikkerheten rundt hva fremtiden vil bringe gjøre terskelen for høy. Dermed må andre økonomiske insentiver inn for at byggherrer skal gjøre investeringen. En kombinasjon av grønn finansiering, bidrag til mulige poeng i sertifiseringsordninger og økt omdømme vil kunne gjøre dette mer attraktivt for byggherrene.

Studien har avdekket at det er flere mulige retninger dette markedet kan ta med tanke på materialenes reise gjennom verdikjeden. Hvilke forretningsmodeller som passer best for det norske markedet gjenstår å se. Intervjuene avdekket fem aktuelle modeller for

materialenes reise fra byggherre 1 til byggherre 2. Den første går ut på at materialene selges av byggherre 1 til byggherre 2 via en digital markeds plass. Den andre går ut på at byggherrene leier byggevarer og produkter som tjenester. Videre går en modell ut på at en ombruksleverandør etablerer seg på markedet for å ta hånd om prosessen rundt håndtering av materialene. I den fjerde modellen kjøper entreprenører seg tilgangen på ombruksvarer for bruk inn i konkurranser om videre prosjekter. Den siste går ut på at byggherren utvikler en portefølje bygg hvor byggevarer kan flyttes rundt på ved endrede behov.

Trolig vil flere av modellene bli aktuelle for fremtiden og bør testes ut i det norske markedet. Mest sannsynlig vil kombinasjoner av modellene føre frem til det mest hensiktsmessige for en bygning. Noen av forretningsmodellene vil fungere best for enkelte byggevarer, mens noen kanskje vil fungere best for enkelte typer byggherrer. Hvor stort markedet blir vil trolig styres av hvor stor verdi som blir lagt i å få det til. Dersom prosessen blir satt i system slik at det blir forutsigbart for byggherre vil det kunne bli attraktivt å investere i bygninger som kan ansees som materialbanker.

## 6.1 Anbefalinger for videre arbeid

Dersom forskningen skulle gjennomføres igjen ville det vært hensiktsmessig å ha et tydeligere skille mellom delene som omhandler ombruk av byggematerialer og bygninger som designes for ombruk. Spesielt i forbindelse med intervjuene. Det å svare for begge konseptene i et og samme spørsmål ble utfordrende for mange og hindret potensielt tydeligere svar innenfor et av områdene for enkelte intervjuobjekter. Samarbeid om forskningsintervjuene fungerte bra med et samarbeid om til denne oppgaven. Det resulterte i at et større antall intervjuer kunne gjennomføres, at de beste og mest relevante intervjuobjektene ble funnet og dermed at en bredere forståelse av tematikken ble gitt. Dersom arbeidet skulle vært gjort igjen ville det vært ønskelig å ha analysert enda større deler av litteraturen i forkant av intervjuene.

Teorien avdekker at utviklingen rundt denne tematikken går veldig fort, både i Norge, EU og resten av verden. Siden forfatteren av denne oppgaven startet å fordype seg i temaet har det kommet flere store rapporter, konferanser er holdt og markeds plasser er lansert. Det kommer overveldende mye ny informasjon om temaet og det har derfor vært en utfordring å plukke ut det som er mest oppdatert og mest relevant for denne oppgaven.

Denne studien tar for seg flere aspekter der det ville vært interessant å gå enda mer i dybden enn det tidsbegrensningen tillatte for denne oppgaven. Blant annet er det hvilke aktører det vil være mest hensiktsmessig at tar på seg større ansvar for de ombrukbare bygningsmaterialene. Her vil det også være interessant å se på hvilke byggevarer som bør gå inn i hvilken forretningsmodell. En videreføring ville vært å se på hvilke byggevarer hvor det gir høyest økonomisk gevinst å ombruke og hvor det gir høyest økonomisk gevinst å materialgjenvinne.

Det ville vært ønskelig å sammenligne med erfaringer fra andre europeiske land for å se om samme strategi vil være hensiktsmessig i Norge. Det vil også være interessant å se på hvordan potensialet for et ombrukmarked er i utkanten av de større Norske byene. For design for ombrukbarhet ville det vært ønskelig å se på hvordan klimagassutslippene fra produksjonen av byggevarer burde fordeles på de ulike brukerne i et klimagassregnskap. Dette for å finne ut hvem som bør få den største gevinsten av de som sannsynliggjør ombruk og de som ombruker.

Til slutt ville det også vært interessant å se hva landene forplikter seg til ved det neste store klimatoppmøtet som skal holdes i Glasgow i november 2021. Der skal landene melde inn sine nye og mer ambisiøse klimamål som vil kunne påvirke landenes materialfotavtrykk. I tillegg ville det vært interessant å se på hvordan den nylig publiserte veilederen om ombruk av byggevarer fra DiBK bidrar til å forme forretningsmodellene videre.

## 7 Referanser

- Anne Sigrid Nordby, R. L., Rune Andersen (2021) *Erfaringsrapport ombruk - Kristian August gate 13* Tilgjengelig fra: <https://www.futurebuilt.no/Forbildeprosjekter#!/Forbildeprosjekter/Kristian-August-gate-13>.
- Asplan Viak (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>.
- Asplan Viak (2019) *Bygg- og anleggssektorens klimagassutslipp* Tilgjengelig fra: [https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/klimautslipp\\_bae\\_2019.pdf](https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/klimautslipp_bae_2019.pdf).
- Asplan Viak As (2020) *Innspill fra løsningsplattformen for sirkulære og karbonnøytrale forretningsmodeller*. Tilgjengelig fra: [https://globalcompact.no/wp-content/uploads/2020/09/GlobalCompact\\_2020-09-02v2.pdf](https://globalcompact.no/wp-content/uploads/2020/09/GlobalCompact_2020-09-02v2.pdf).
- BEYOND 2020. (2020) *A Conference for Sustainability*. Tilgjengelig fra: <https://beyond2020.se/>
- Bakshi, B. R. (2019) *Sustainable Engineering: Principles and Practice*. Cambridge University Press.
- Bjørberg, S., Listerud, C. A. og Kampesæter, A. (2009) *Levetider i praksis - Prinsipper og bruksområder* Tilgjengelig fra: [https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/publikasjoner/levetider\\_i\\_praksis.pdf](https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/publikasjoner/levetider_i_praksis.pdf).
- Bramslev, K. og Askjer, T. O. (2016) *Eiendomssektorens veikart mot 2050*. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/11/Eiendomssektorens-veikart-mot-2050.pdf>.
- Breivik, J. K. (2017) *Oria, artikler og kildekritikk på 1-2-3*. Tilgjengelig fra: <https://www.ntnu.no/blogger/ub-realfag/2017/02/22/ta-i-bruk-oria/>.
- Busch, T. (2013) *Akademisk skriving for bachelor-og masterstudenter*. Fagbokforlaget.
- Circular Norway (u.å. ) *Sirkulære nøkkelprinsipper*. Tilgjengelig fra: <https://www.circularnorway.no/nkkelprinsipper>.
- Commission, E. (2021) *A European Green Deal* Tilgjengelig fra: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en).
- Copeland, S. og Bilec, M. (2020) Buildings as material banks using RFID and building information modeling in a circular economy, *Procedia CIRP*, 90, s. 143-147.
- Dalland, O. (2017) *Metode og oppgaveskriving*: Gyldendal Norsk Forlag AS, *Utgave. Oslo*.
- DiBK (2018) *Ombruk av byggevarer – hvilke krav må oppfylles?* Tilgjengelig fra: [https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/energi/ombruk-av-byggevarer--hvilke-krav-ma-oppfylles/?fbclid=IwAR3\\_oRpiEDjKE\\_8nYFfesIUWHjvqxqjv8LXWGPcxBesIgPeMWiZuPNsvPs](https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/energi/ombruk-av-byggevarer--hvilke-krav-ma-oppfylles/?fbclid=IwAR3_oRpiEDjKE_8nYFfesIUWHjvqxqjv8LXWGPcxBesIgPeMWiZuPNsvPs).
- DiBK (2021) *Veiviser - selge gamle byggevarer på nytt* Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggevarer/veileder-for-ombruk-av-byggevarer/>.
- Dibk (u.å.) *Avfall- og miljøsannering* Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/andre-fagomrader/avfall--og-miljosanering/>.

- DNB (u.å.) *Grønne lån til næringseiendom og boligprosjekter*. Tilgjengelig fra: <https://www.dnb.no/bedrift/finansiering/bedriftslan/gronne-lan/naringseiendom-og-boligprosjekter>.
- DSB (u.å.) *Fakta om CE-merking*. Tilgjengelig fra: <https://www.dsb.no/lover/produkter-og-forbrukertjenester/artikler/fakta-om-ce-merking/>
- Elsevier (2019) Tilgjengelig fra: <https://www.engineeringvillage.com/home.url>
- Elsevier (2019) Tilgjengelig fra: <https://www.elsevier.com/solutions/scopus>
- End of Waste Foundation (u.å. ) *End of Waste Foundation Supports the creation of a Circular Economy* Tilgjengelig fra: <https://endofwaste.com/individuals>.
- FN-sambandet (2020) *Parisavtalen* Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/parisavtalen>.
- FN-sambandet (2021) *FNs bærekraftsmål* Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>.
- FutureBuilt (2021) *Sirkulære Fornebu*. Tilgjengelig fra: <https://www.futurebuilt.no/Arrangementer#!/Arrangementer/Sirkulaere-Fornebu>.
- Google Scholar (2021) Tilgjengelig fra: <https://scholar.google.com/>
- Grønmo, S. (2020) *Kvantitativ metode* Tilgjengelig fra: [https://snl.no/kvantitativ\\_metode](https://snl.no/kvantitativ_metode).
- Grønn Byggallianse (2021) *Grønn Materialguide*. Tilgjengelig fra: [https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2020/09/Gronn-Materialguide-v3\\_1-002.pdf](https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2020/09/Gronn-Materialguide-v3_1-002.pdf).
- Grønn Byggallianse (u.å. ) *Nysgjerrig på BREEAM-NOR?* . Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/sertifisering/om-breeam/nysgjerrig-pa-breeam-nor/>.
- Grønnvaskingsplakaten (u.å.) *Om plakaten* Tilgjengelig fra: <https://gronnvasking.no/no/om-plakaten>.
- Hagen, K. P. (2009) *Miljøøkonomi og samfunnsøkonomisk lønnsomhet*. Tilgjengelig fra: <https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010703/Concept%202%20Miljoekonomi.pdf>.
- Høegh Eiendom (u.å.) *Moderne kontorbygg med sjel* Tilgjengelig fra: <https://www.ka23.no/>.
- IKEA (u.å.) *IKEA kjøper tilbake brukte IKEA-møbler* Tilgjengelig fra: <https://www.ikea.com/no/no/customer-service/services/buy-back-resell>.
- Jernia (u.å. ) *Spar penger, tid og miljø* Tilgjengelig fra: <https://hjelperdeg/innbytteordning-resirkulering-metall-glass-porselen/>
- Kilvær, L. et al. (2019) *Forsvarlig ombruk av byggevarer* Tilgjengelig fra: [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).
- Kvale, S. (2006) *Det kvalitative forskningsintervju*
- Marc de Wit, L. H., Caspar von Daniels (2020) *The circularity GAP report - Norway* Tilgjengelig fra: <https://www.circularnorway.no/gap-report-norway>.
- Merrild, H., Jensen, K. G. og Sommer, J. (2016) *Building a circular future*. GXN.
- Miljødepartementet, K.-o. (2021) *Sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/forurensning/sirkular-okonomi/id2700997/>.
- Miljødirektoratet (2016) *Miljøstatus* Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/avfall/>.
- Miljødirektoratet (2020a) *Sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>.
- Miljødirektoratet (2020b) *Miljøstatus*. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/global-utslipp-av->

- klimagasser/?fbclid=IwAR0AEGkVmVGyVfjwhh2KLSksan7DoUhgYMEFBmJJwl  
djnSvVJu\_B2IO-rg.
- Miljødirektoratet (2020c) *Klimakur 2030 - Tiltak og virkemidler mot 2030*.  
Tilgjengelig fra:  
<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf>.
- Miljødirektoratet (2021a) *Det internasjonale ressurspanelet (IRP)* Tilgjengelig fra:  
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/det-internasjonale-ressurspanelet/>
- Miljødirektoratet (2021b) *Miljøstatus - Avfall* Tilgjengelig fra:  
<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/avfall/>.
- NHO (u.å. ) EUs taksonomi og handlingsplan for bærekraftig finans. Tilgjengelig fra:  
<https://www.nho.no/tema/energi-miljo-og-klimatek/energi-miljo-og-klimatek/artikler/eus-taksonomi-og-handlingsplan-for-barekraftig-finans/>.
- Nordby, A. S. (2020) *FutureBuilt kriterier for sirkulære bygg* Tilgjengelig fra:  
<https://www.futurebuilt.no/FutureBuilt-kvalitetskriterier>
- Nordby, A. S. et al. (2020) Opprop: Vi vil ha grønne jobber og en sirkulær byggenæring Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/opprop-vi-vil-ha-gronne-jobber-og-en-sirkulaer-byggnaering/1439972!/>.
- NTNU Universitetsbiblioteket (2019) *Finne kilder* Tilgjengelig fra:  
<https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Finne+kilder#section-Finne+kilder-Hvordan+vare+kildekritisk?> <https://www.at.no/anlegg/484956>
- Pedersen, G. A. (2018) *Litteraturstudie som metode* Tilgjengelig fra:  
<https://www.youtube.com/watch?v=KF3PtpaDsm8>
- ProsjektNorge (2020) *ReHub, en plattform for ombruk av byggematerialer. Et webinar fra BAE-programmet i Prosjekt Norge*. Tilgjengelig fra:  
<https://www.youtube.com/watch?v=yfgFkc3Hr4g&t=2s>.
- Regjeringen (2021) *Nå blir det enklere å bruke brukte byggematerialer om igjen* Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/na-blir-det-enklere-a-bruke-brukte-byggematerialer-om-igjen/id2828497/>.
- Rodahl, T. (2019) *Sirkulær økonomi i byggebransjen* Tilgjengelig fra:  
<https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/sirkulaer-okonomi-i-byggebransjen/>.
- Sintef (2020) *Ombruk av byggevarer - et brukerperspektiv*. Tilgjengelig fra:  
<https://www.sintef.no/arrangementer/arkiv/2020/ombruk-av-byggevarer-et-brukerperspektiv/>.
- Sintef (u.å.) *REBUS - Reuse of Building materials - a User perspective*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/projectweb/rebus/>.
- Solgaard, A. og Bramslev, K. (2019) *Tenk deg om før du river* Tilgjengelig fra:  
<https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2019/11/Tenk-deg-om-før-du-river.pdf>.
- SSB (2021) *Bygningsmassen* Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/statistikker/bygningsmasse/aar>.
- StandardNorge (u.å.) *Byggevarer* Tilgjengelig fra: [standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/byggevarer/](https://www.standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/byggevarer/).
- Thagaard, T. (2009) *Systematikk og innlevelse: en innføring i kvalitativ metode*. Fagbokforlaget Bergen.
- Tjora, A. (2017) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Gyldendal.
- Utdanningsforskning.no (2016) *Hva er en fagfelleurdert artikkel* Tilgjengelig fra:  
<https://utdanningsforskning.no/artikler/2016/hva-er-fagfelleurdert-artikkel/>.



- WWF (2020) *Nå har vi brukt opp jordas ressurser for i år* Tilgjengelig fra:  
<https://www.wwf.no/nyheter/earth-overshoot-day>.
- Yin, R. K. (2018) *Case study Research and Applications - Design and Methods*. 6. Utg. Thousand Oakes: SAGE Publications Inc.

# 8 Vedlegg

## Vedlegg A - Intervjuguide

### Intervjuguide

#### Bakgrunn

Byggenæringen i Norge er avhengig av store kutt i klimagassutslipp for å nå FNs klimamål. Overgangen til en sirkulær økonomi blir stadig mer aktuelt og kan bidra til å redusere disse utslippene. Dette temaet danner grunnlag for to masteroppgaver som utarbeides våren 2021. Oppgavene ser nærmere på problemstillinger knyttet til risikofordeling i prosjekter med ombruk av byggematerialer og lønnsomheten av å investere i sirkulære bygninger. Denne intervjuguiden er utarbeidet for å kunne benyttes i intervjuer med flere ulike aktører. Relevansen for hvert spørsmål vil derfor variere for de ulike intervjuobjektene. Det kan likevel hende at du har tanker eller kommentarer til spørsmål som går utenfor ditt fagfelt eller ansvarsområde. I så fall må du gjerne svare etter beste evne på disse spørsmålene.

Gjennom intervjuet ønskes følgende forskningsspørsmål besvart:

1. Hvilke vurderinger legges til grunn for valg av gjennomføringsmodell i prosjekter med gjenbruk av byggematerialer i dag?
2. Hvilke utfordringer oppstår i dagens byggeprosess i prosjekter med gjenbruk av byggematerialer for valg av gjennomføringsmodell.
3. Hvilke tiltak kan iverksettes for å optimalisere valget av gjennomføringsmodell i prosjekter med gjenbruk av byggematerialer?
4. Hvilke beslutninger taes rundt lønnsomheten av et bærekraftig byggeprosjekt i dag?
5. Hvilke hovedgrunner gjør at det i dag er dyrere å investere i sirkulære bygninger?
6. Hvilke forutsetninger skal til for at det skal lønne seg å investere i bygninger som kan betegnes som materialbanker?

Vedlagt i dokumentet ligger fasenormen *Neste steg* med en oversikt over gjennomføringen av et bygge- og eiendomsprosjekt utgitt av prosjekt Norge i 2015. Modellen har til hensikt å definere de nødvendige stegene i byggeprosessen i tillegg til å være en norm for overganger og informasjonsleveranser mellom aktørene i

verdikjeden. Ved analyse av resultatene fra intervjuet vil det dras linjer til de åtte stegene i den vedlagte fasenormen.

## Intervjuspørsmål

### Del 1 - Generelt

1. Hva er din bakgrunn?
  - a. Utdanning
  - b. Arbeidserfaring
  - c. Nåværende stilling
2. Har du erfaring fra byggeprosjekter med ulik grad av følgende:
  - a. Ombruk
  - b. Design for ombrukbarhet
3. I hvilke deler av byggeprosessen blir du vanligvis involvert?
4. Har dere ambisjoner om å gjennomføre prosjekter med ombruk av byggematerialer?

### Del 2 - Risiko

1. Hvilke risikomomenter påvirker beslutninger i et prosjekt med ombruk kontra i et prosjekt med nye materialer?
  - a. Hva er årsaken bak denne risikoen?
  - b. Hva er de mulige konsekvensene av denne risikoen for dere?
  - c. Hvilke tiltak kan iverksettes for å redusere risikoen?
  - d. I hvilke faser av byggeprosessen ligger de nevnte risikomomentene?
2. Hvordan bør den nevnte risikoen fordeles på de ulike aktørene i sirkulære byggeprosjekter?
3. Hvilke risikomomenter vil være viktig for dere å plassere riktig?
  - a. Hvilken risiko kan dere ta på dere?
  - b. Hvilken risiko ønsker dere å legge på andre aktører?

### Del 3 - Gjennomføringsmodeller

1. Når i byggeprosessen blir gjennomføringsmodell bestemt?
2. Hvilke kriterier er viktige for dere ved valg av gjennomføringsmodeller?
  - a. Hvordan vil kriteriene endre seg ved prosjekter som skal ombruke materialer?
3. Endrer et ønske om ombruk beslutninger rundt valg av gjennomføringsmodell i deres prosjekter?
4. Vil det kunne oppstå nye diskusjoner rundt valg av gjennomføringsmodell med tanke på at det skal ombrukes byggematerialer i prosjektet?
5. Hvilke tiltak kan iverksettes for å optimalisere valget av gjennomføringsmodell i prosjekter med ombruk av byggematerialer?

#### Del 4 - Lønnsomhet

1. Hvilke suksesskriterier gjør at dere anser et prosjekt som lønnsomt for dere?
2. I hvilken grad er økonomisk lønnsomhet viktig for dere hvis dere investerer i sirkulære løsninger?
3. Hvordan vil lønnsomheten vurderes ulikt ved bruk av følgende:
  - a. Design for ombruk med nye materialer
  - b. Prosjektering med ombrukte materialer
4. Er potensialet til stede for at alle leddene i verdikjeden skal kunne tjene penger på en overgang til en mer sirkulær byggenæring?
5. Hvilke forutsetninger må på plass for at det skal lønne seg økonomisk å investere i sirkulære bygninger?
  - a. Eventuelt, hvilke forutsetninger må på plass for at dere skal investere i sirkulære bygninger?
6. Hvordan anser dere eksisterende bygningsmasse som ressurs for fremtiden?
7. Hvilke tiltak bør gjøres for at bygningsmassen i et prosjektet skal kunne fungere som en materialbank for fremtiden?
8. Hvor langt unna er vi at ombrukte materialer er det naturlige valget i nye byggeprosjekter?

#### Del 5 - Avsluttende spørsmål

1. Er det noe du mener er viktig som du ønsker å tilføye?
2. Kan jeg ta kontakt med deg ved en senere anledning hvis det kommer opp flere spørsmål?
3. Har du noen spørsmål til oss avslutningsvis?

Tusen takk for ditt bidrag!

Med vennlig hilsen,  
Julie Lislevatn Landenget og Kaia Lindheim

## Vedlegg B - Informasjonsskriv om intervju

### **Vil du delta i forskningsprosjektet**

### ***Sirkulær økonomi i byggenæringen?***

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å samle inn informasjon innenfor temaet sirkulær økonomi i byggenæringen. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

Dette intervjuet utføres i forbindelse med to masteroppgaver ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim ved institutt for Bygg- og Miljøteknikk (IBM). Masteroppgavene utføres våren 2021 og har til hensikt å undersøke ulike problemstillinger innenfor temaet «sirkulær økonomi i byggenæringen».

#### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet ved institutt for bygg- og miljøteknikk er ansvarlig for prosjektet. Den ene oppgaven skrives i samarbeid med ekstern bedrift, Aase Teknisk.

#### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Du er blitt utvalgt for deltakelse på intervju da det er vurdert at du har kompetanse til å bidra til å besvare forskningsspørsmålene som er satt for masteroppgavene. Utvalget består av 10-15 aktører i byggebransjen med kompetanse innenfor temaet.

#### **Hva innebærer det for deg å delta?**

Hvis du ønsker å delta i prosjektet, innebærer det at du stiller opp i et dybdeintervju der vi stiller deg spørsmål knyttet våre problemstillinger. Intervjuet vil ha en tidsramme på omtrent 1,5 time. Av hensyn til COVID-19 utføres intervjuet digitalt via videosamtale. Det vil gjøres lydopptak dersom dette er greit for intervjuobjektet. Dette vil i etterkant bli brukt til å utarbeide et sammendrag (eventuelt transkribering) av intervjuet før det ettersendes til intervjuobjektet for godkjenning. Deretter vil lydopptaket bli slettet. Det er ønskelig å oppgi ditt navn, bedrift og stilling i oppgaven. Intervjuet kan og anonymiseres dersom dette er ønskelig.

#### **Det er frivillig å delta**

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.

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

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Studentene vil være de eneste som har tilgang til opplysningene.

**Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?** Lydopptak vil slettes ved prosjektslutt. Informasjon om navn, bedrift og stilling vil bevares i oppgaven utover prosjektslutt.

#### **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 ved institutt for Bygg- og miljøteknikk 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: ● NTNU ved institutt for Bygg- og Miljøteknikk ved student Julie Lislevatn Landenget, [Julie97.11@gmail.com](mailto:Julie97.11@gmail.com), tlf: 47258647

● NTNU ved institutt for Bygg- og Miljøteknikk ved student Kaia Lindheim, [lindheimkaia@gmail.no](mailto:lindheimkaia@gmail.no), tlf: 97979204

● NTNU ved institutt for Bygg- og Miljøteknikk ved prosjektansvarlig og veileder Ole Jonny Klakegg, [ole.jonny.klakegg@ntnu.no](mailto:ole.jonny.klakegg@ntnu.no), tlf:73594740 tlf:917 33 461

● NTNUs Personvernombud: Thomas Helgesen, [thomas.helgesen@ntnu.no](mailto:thomas.helgesen@ntnu.no), tlf:93079038

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.

Med vennlig hilsen,  
Ole Jonny Klakegg

Kaia Lindheim og Julie Lislevatn Landenget

(Forsker/veileder)

(Studenter)

---

## Samtykkeerklæring

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

- å delta i intervju
- at det tas lydopptak av intervjuet som vil slettes ved prosjektslutt
  - at opplysninger om meg publiseres slik at jeg kan gjenkjennes gjennom navn, firma og stilling.

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

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

