

Tord Edvin Mosdal

Gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv

Hvordan kan det praktiseres mer gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv?

Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning
Veileder: Carmel Margaret Lindkvist

Juni 2022

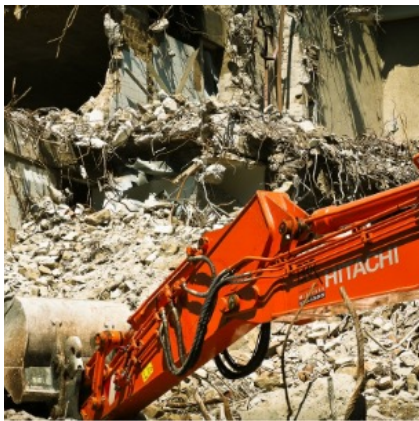


Figur 1: Illustrasjon: Første steg i gjenbruk av betong (Eidum & Viklem, 2019)

Tord Edvin Mosdal

Gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv

Hvordan kan det praktiseres mer gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv?



Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning
Veileder: Carmel Margaret Lindkvist
Juni 2022

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



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Denne oppgaven markerer et punktum på studietiden ved studieprogrammet Eiendomsutvikling og -forvaltning ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet våren 2022. Studiepoengene for masteroppgaven tilsvarer 30 poeng. Oppgavens tema omhandler gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv. Dette omhandler erfaringsmomenter fra ulike synspunkter, samt ulike læringsmomenter som kan videreføres. Interessen for gjenbruk ble allerede vekket tidlig i studieløpet. Likevel, var det ikke før i senere tid at gjenbruk av ble oppfattet som aktuelt og samfunnsrelevant. Betong er noe en finner overalt hvor mennesker er til stede, og avfall fra betong utgjør store deler av den årlige forurensingen fra eiendomsbransjen.

Personlig har det blitt benyttet mye kompetanse som er blitt anskaffet gjennom studietiden, sammen med mange nye læringsmomenter og erfaringer gjennom arbeidet med oppgaven. Det har både vært krevende og stressende, men også spennende og innsiktsfullt å jobbe med denne masteroppgaven. Ettersom sirkulær økonomi, bærekraftige tiltak og gjenbruk er veldig tidsrelevant, har problemstilling vært engasjerende og læringsrik, hvor nye kunnskaper har blitt tatt opp og vil bli videreført til senere arbeidsliv.

Jeg vil gjerne bruke anledningen til å takke min veileder Carmel Margaret Lindkvist for gode sparringssesjoner, diskusjoner, veiledning og gode læringsmomenter både gjennom selve masteroppgaven og i tidligere emner. Jeg vil også takke mine intervjuobjekter for å stille til rådighet både til intervju og etterfølgende spørsmål. Dere har bidratt med god informasjon og gitt meg en grundig innsikt i hvordan bransjen i dag opererer. Jeg er veldig takknemlig.

God lesing!



Tord Edvin Mosdal

Sammendrag

Vi er nå i en tid hvor det foreligger et stort press på bærekraftig utvikling og innovative løsninger. Det er på bakgrunn av dette at denne masteroppgavens formål har vært å undersøke og fremme ny kunnskap om sirkulær økonomi i betong- og sementindustrien. Som en følge, har det blitt utformet følgende problemstilling «*Hvordan kan det praktiseres mer gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv?*». Ved hjelp av fire forskningsspørsmål har denne problemstillingen blitt besvart. De fire forskningsspørsmålene har hatt som hensikt å kartlegge hva sirkulær økonomi er i betong- og sementindustrien, sammen med hvilke gjenbruksmetoder og utfordringer som foreligger, hvordan sirkulariteten kan økes, om regelverket er en hindring og hvem som burde betale for en omstilling.

Det finnes mye relevant teori tilgjengelig omhandlende oppgavens tema, og det ble derfor gjennomført en litteraturstudie i tidligfase. I litteraturstudien ble det utført dype søk rettet mot fagområdene sirkulær økonomi, gjenbruksmetoder, politikk, regelverk og avfall. Denne informasjonen er brukt som teoretisk rammeverk for oppgaven. Det ble gjennomført seks semistrukturerte dybdeintervjuer med betongprodusenter, entreprenører og avfallsdeponier, sammen med tre åpne samtaler med andre store aktører tidlig i utviklingen av problemstillingen. Funnene fra disse intervjuene, sammen med teoretisk rammeverk, legger til grunn kunnskapen nødvendig for å kunne besvare problemstillingen. Funnene fra intervjuene blir senere diskutert og forankret i teori.

Masteroppgaven konkluderer med at sirkulær økonomi er en tankegang som er påtenkt i byggeindustrien. Likevel foreligger det en rekke hindringer for å omstille dagens industri til en sirkulærøkonomisk tankegang. Dette er hindringer som manglende kunnskap og forståelse, initiativer, innovasjon, økonomi, krav og et regelverk som er basert på lineær økonomi. Gjennom masteroppgaven presenteres det en rekke metoder gjenbruk av betong praktiseres på. Dette gjelder blant annet metoder som resirkulert tilslag, fyllmasse, fyll i stålbur, ny bruk av eksisterende bygningsmasse, produksjon av betongklosser og gjenbruk av betongelementer. Dessverre, grunnet usikkerheter knyttet til regelverket, er det relativt få aktører som tar sjansen på å utføre forskningsprosjekter. Dette er fordi det ikke foreligger etterspørsel i markedet og store usikkerheter knyttet til kostnader. Funnene viser derfor at det er nødvendig med en ny revidering av regelverk og standarder, sammen med økt støtte, subsidier og kunnskapsdeling for å kunne øke sirkulariteten av betong.

Abstract

We are now in a time where there is great pressure on sustainable development and innovative solutions. The purpose of this master's thesis has therefore been to investigate and promote new knowledge about circular economy in the concrete and cement industry. As a result, the following problem statement has been formulated: "*How can more concrete reuse be practiced from a circular-economy perspective?*". With the help of four different research questions the problem statement has been answered. The four research questions have focus on what the circular economy is in the concrete and cement industry, which recycling methods and challenges exist, how circularity can be increased, whether the regulations are an obstacle, and who should pay for this conversion.

There is a lot of relevant theory available regarding the thesis topic, and an early-stage literature study was conducted. Deep searches were carried out aiming at the subject areas of circular economy, recycling methods, policy, regulations, and waste, which provided the theoretical framework for the thesis. In addition, six semi-structured in-depth interviews were conducted with concrete producers, entrepreneurs, and landfills, together with three open conversations with other major companies in the early phase of the thesis. The various companies provided a lot of good information which was used to formulate the problem statement. The findings from these interviews were later discussed and anchored in theory and formed the basis of knowledge needed to answer the problem statement.

The master's thesis concludes that circular economy is a way of thinking that is in the early stage in the construction industry. Nevertheless, there are several obstacles to transforming today's industry into a circular-economy way of thinking. These are obstacles such as lack of knowledge, initiatives, innovation, economics, requirements, and a set of rules based on linear economics. Through the master's thesis, several different methods of reusing of concrete are presented. This applies, among other things, to methods such as conversion of old concrete to recycled aggregate, filling mass, filling in steel cages, new use of existing building mass, production of concrete blocks and reuse of concrete elements. Unfortunately, due to strict regulations, relatively few actors carry out research projects related to circular economy. This is because there is no demand in the market and large uncertainties related to costs. The findings therefore show that a new revision of regulations and standards, together with increased support and knowledge sharing is necessary to increase the circularity of concrete.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|------------|
| FORORD | I |
| SAMMENDRAG | II |
| ABSTRACT | III |
| INNHOLDSFORTEGNELSE | IV |
| FIGURER | VI |
| TABELLER | VI |
| 1.0 INNLEDNING | 1 |
| 1.1 BAKGRUNN | 1 |
| 1.1.1 Eiendomsutvikling | 4 |
| 1.2 BÆREKRAFTSMÅL | 4 |
| 1.3 PROBLEMSTILLING | 5 |
| 1.4 AVGRENSING OG OMFANG | 6 |
| 1.4.1 Geografisk avgrensing | 6 |
| 1.4.2 Intervjuobjekter | 6 |
| 1.5 OPPGAVENS OPPBYGNING | 7 |
| 2.0 TEORI | 8 |
| 2.1 HVA ER SIRKULÆR ØKONOMI? | 8 |
| 2.2 HVORFOR ER SIRKULÆR ØKONOMI VIKTIG? | 10 |
| 2.2.1 Sirkulær prosjektering | 11 |
| 2.2.2 Avfallsminimering på byggeplass | 11 |
| 2.3 BEGREPSFORKLARING | 12 |
| 2.4 SIRKULÆRØKONOMI I BETONGINDUSTRIEN I DAG | 12 |
| 2.5 SIRKULÆRØKONOMI I SEMENTINDUSTRIEN I DAG | 14 |
| 2.6 GJENBRUKSMETODER FOR BETONG | 15 |
| 2.6.1 Håndtering | 16 |
| 2.7 AVFALLSPOLITIKKEN | 17 |
| 2.7.1 Avfalls ulike definisjoner | 17 |
| 2.8 AVFALL FRA BAE-NÆRINGEN | 18 |
| 2.9 AVFALLSPYRAMIDEN FOR BYGNINGER | 20 |
| 2.10 BETONGAVFALL FRA PROSJEKTER | 20 |
| 2.11 AVFALL FRA BETONGPRODUKSJON | 22 |
| 2.12 PLASSTØPING OG ELEMENTPRODUKSJON: BETONGAVFALL | 23 |
| 2.13 UTFORDRINGER OG MULIGHETER FOR GJENBRUK OG OMBRUK AV BETONG | 23 |
| 2.14 RETURBETONG | 25 |
| 2.15 GJENVINNING AV VASKEVANN | 25 |
| 2.16 KNUST BETONG OG RESIRKULERT TILSLAG | 26 |
| 2.17 REHABILITERING AV KONSTRUKSJONER | 27 |
| 2.18 DAGENS REGELVERK FOR GJENBRUK | 28 |
| 2.18.1 TEK17, DOK og CE-merking | 29 |
| 2.19 TILRETTELEGGELSE FOR OMBRUK OG GJENVINNING | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 3.0 METODE | 32 |
| 3.1 IDENTIFISERING AV FORSKNINGSOMRÅDET OG PROBLEMSTILLING..... | 32 |
| 3.2 IDENTIFISERING AV LITTERATUR OG BRUK AV KJEDESØK | 33 |
| 3.3 VALG AV FORSKNINGSDESIGN | 33 |
| 3.3.1 <i>Forskningstilnærming</i> | 34 |
| 3.4 VALG AV FORSKNINGSSTRATEGI | 35 |
| 3.5 ANVENDT FREMGANGSMÅTE..... | 35 |
| 3.5.2 <i>Litteraturstudie</i> | 36 |
| 3.5.2 <i>Kvalitative intervjuer</i> | 37 |
| 3.6 HVA ER INFORMANTENES BAKGRUNN OG ERFARING? | 39 |
| 3.7 EVALUERING AV METODEN..... | 40 |
| 3.7.1 <i>Relabilitet og validitet</i> | 41 |
| 3.8 ETIKK..... | 42 |
| 4.0 FUNN FRA DEN KVALITATIVE METODEN | 43 |
| 4.1 HVA ER SIRKULÆR ØKONOMI I BETONG- OG SEMENTINDUSTRIEN? | 43 |
| 4.1.1 <i>Oppsummering forskningsspørsmål 1</i> | 47 |
| 4.2 HVILKE GJENBRUKSMETODER ANVENDES DET I BETONG- OG SEMENTINDUSTRIEN? | 48 |
| 4.2.1 <i>Oppsummering forskningsspørsmål 2</i> | 51 |
| 4.3 HVORDAN KAN DET OPPNÅS HØYERE GRAD AV SIRKULARITET AV BETONG SOM BYGGEMATERIALE, OG BURDE STATEN TA EN DEL AV REGNINGEN FOR NYTT UTSTYR? | 52 |
| 4.3.1 <i>Oppsummering forskningsspørsmål 3</i> | 56 |
| 4.4 HVILKE UTFORDRINGER FORELIGGER DET FOR OMBRUK AV BYGGEMATERIALER, ER REGELVERKET I DAG EN HINDRING?..... | 57 |
| 4.4.1 <i>Oppsummering forskningsspørsmål 4</i> | 61 |
| 4.5 EIENDOMSUTVIKLING..... | 62 |
| 5.0 DISKUSJON | 63 |
| 5.1 HVA ER SIRKULÆR ØKONOMI I BETONG- OG SEMENTINDUSTRIEN? | 63 |
| 5.1.1 <i>Oppsummering forskningsspørsmål 1</i> | 67 |
| 5.2 HVILKE GJENBRUKSMETODER ANVENDES I BETONG- OG SEMENTINDUSTRIEN? | 68 |
| 5.2.1 <i>Oppsummering forskningsspørsmål 2:</i> | 71 |
| 5.3 HVORDAN KAN DET OPPNÅS HØYERE GRAD AV SIRKULARITET AV BETONG SOM BYGGEMATERIALE, OG BURDE STATEN TA EN DEL AV REGNINGEN FOR NYTT UTSTYR? | 72 |
| 5.3.1 <i>Oppsummering forskningsspørsmål 3</i> | 75 |
| 5.4 HVILKE UTFORDRINGER FORELIGGER DET FOR OMBRUK AV BYGGEMATERIALER, ER REGELVERKET I DAG EN HINDRING?..... | 76 |
| 5.4.1 <i>Oppsummering forskningsspørsmål 4</i> | 77 |
| 6.0 KONKLUSJON | 79 |
| 6.1 KONKLUSJON: PROBLEMSTILLING OG FORSKNINGSSPØRSMÅL..... | 79 |
| 6.2 KRITIKK TIL EGEN OPPGAVE | 81 |
| 6.3 VIDERE FORSKNING | 82 |
| REFERANSELISTE | 79 |
| VEDLEGG | 91 |
| VEDLEGG 1: INTERVJUGUIDE..... | 91 |
| VEDLEGG 2: NSD INFORMASJONSSKRIV | 93 |

Figurer

| | |
|--|----|
| FIGUR 1 ILLUSTRASJON AV LINEÆR ØKONOMI I MOTSETNING TIL SIRKULÆR ØKONOMI (AKSNES & EGGAN, 2021) | 3 |
| FIGUR 2 FNs BÆREKRAFTSMÅL (NORAD, 2021) | 5 |
| FIGUR 3 THE BUTTERFLY DIAGRAM: VISUALISING THE CIRCULAR ECONOMY (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2022)..... | 9 |
| FIGUR 4 SIRKULÆR ØKONOMI FRA ÅRIM (2015) | 10 |
| FIGUR 5 SIRKULÆRØKONOMISKE PRINSIPPER (CHESHIRE, 2016) | 11 |
| FIGUR 6 EGENPRODUSERT: 10 KVALITETSPRINSIPPER FRA (BYGG21, 2021)..... | 13 |
| FIGUR 7 TYPER SIRKULÆR INITIATIVER I VERDIKJEDEN (CICULAR KONGSVINGER, 2020) | 16 |
| FIGUR 8 EGENPRODUSERT: NHP 5 MÅLKART BASERT FRA KILDE: (LANDET, ET AL., 2021)..... | 19 |
| FIGUR 9 EGENPRODUSERT: AVFALLSPYRAMIDEN FRA (DIREKTORATET FOR BYGGKVALITET, 2020)..... | 20 |
| FIGUR 10 BEHANDLING AV BETONG- OG TEGLAVFALL (MILJØDIREKTORATET, 2022) | 22 |
| FIGUR 11 EGENPRODUSERT: INDUKTIV OG DEDUKTIVE STUDIER, FORHOLD MELLOM TEORI OG EMPIRI (SANDER, 2020) | 34 |
| FIGUR 12 VURDERING AV VALIDITET OG RELABILITET (PRIPP, 2018)..... | 41 |
| FIGUR 13 ILLUSTRASJON: FESTING AV BETONGELEMENTER UTEN STØPING (REIERSEN, 2018) | 45 |
| FIGUR 14 FREMVISNING AV BETONGKLOSSER (UNICON, U.D) | 50 |
| FIGUR 15 BEGREPSKISSE VERDIKJEDEN FOR OMBRUK (RIF TRØNDELAG, 2021) | 55 |
| FIGUR 16 ILLUSTRASJON: EIENDOMSUTVIKLING (BAUMAN, 2020) | 62 |

Tabeller

| | |
|--|----|
| TABELL 1 INTERVJUOBJEKTER | 38 |
| TABELL 2 OVERSIKT OVER FREMGANGSMÅTE | 41 |

1.0 Innledning

I kapitlet 1.0 Innledning, vil masteroppgavens bakgrunn, formål, problemstilling og tema, forskningsspørsmål og hvilke avgrensinger som er gjort presenteres. Det vil også presenteres ulike utfordringer knyttet til oppgavens tema før oppgavens struktur vil fremlegges.

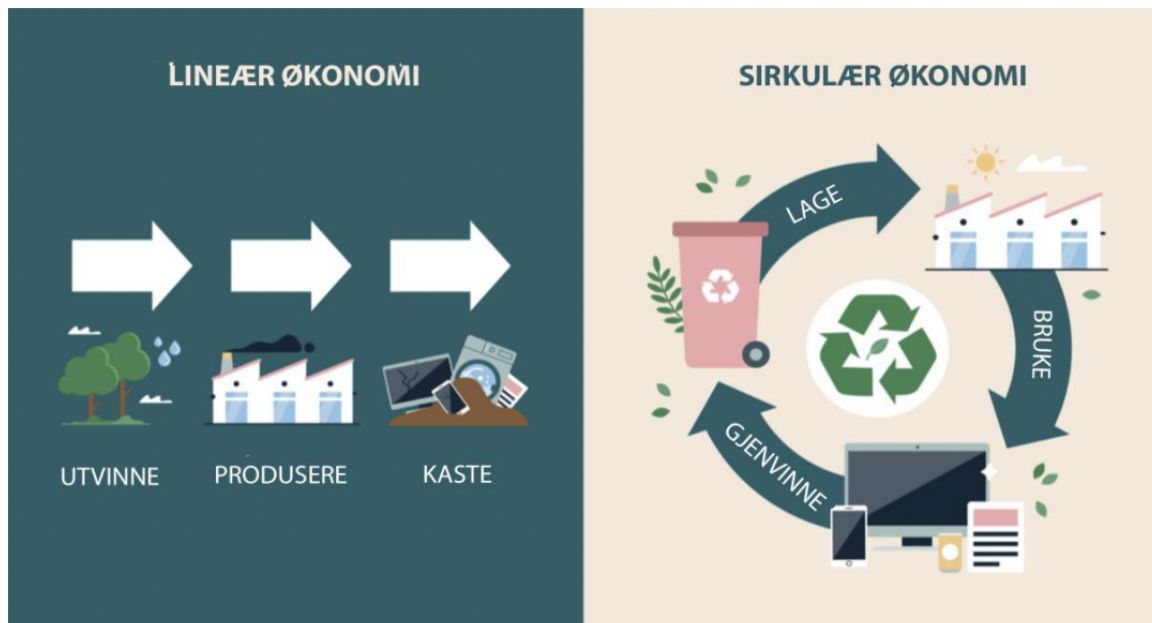
1.1 Bakgrunn

I eiendomsbransjen er det mange faktorer som påvirker hvordan ulike bygg stiller seg til verdiskapning og bærekraft. Fra tidligere fag gjennom studiet, har en fasinasjon av gjenbruk og sirkulær økonomi vært årsaken for valget av dette som tema på masteroppgaven. Sirkulær økonomi og gjenbruk er spennende temaer, og gjennom tidligere forskning vises det til hvordan tidligfase tenking og søkelys på sirkulær økonomi kan fremme både verdiskapning, gjenbruk og bærekraft i et livsløpsperspektiv. Det finnes flere områder hvor betong kan brukes på nytt fremfor å deponeres og utsette miljøet for mer skade. Dette gjør det viktig å kartlegge hvorfor akkurat gjenbruk av betong i et sirkulært økonomisk perspektiv kan være en avgjørende faktor for verdiskapning og bærekraft i byggebransjen i dag.

I dag ser vi en virkning av hvordan dårlig planlagte bygg i et livsløpsperspektiv har uheldige løsninger, dårlige tekniske funksjoner, materialer og design som ikke er gunstige. Dette gjelder ikke bare i eldre bygg, men finner også sted i utbygging i dag (Bjørberg, et al., 2012). Disse uheldighetene medfører høyere kostnader i drift og vedlikeholdet for bygget, fremmer stadig nødvendighet for utbyttinger som påvirker kjernevirksomheten med forstyrrelser og tid, sammen med at dårlige løsninger også kan påvirke psykologiske forhold (Boge, et al., 2017). Forskning viser til at store andeler av dagens bygg, 31 prosent, er dokumentert som uegnet, ineffektive i driftsnivå, med inneholdende løsninger som er dyre og lite brukbare. Det er slike løsninger som kan påvirke byggets livsløp både med tanke på levetid, kostnader og holdbarhet. Dette spiller inn på byggets attraktivitet, muligheter for bruk og utleie til andre aktører. Boge, et al. (2017) mener derfor at små og beskjedne investeringer i tidligfaseplanlegging av eiendom og anleggseiendom som tar betraktninger i et livsløp, kan gi god avkastning for både eieren og brukerne av byggene.

Store menneskeskapte klimaendringer fører til stadige belastninger for klodens miljø og dyreliv. Disse endringene fører både til en varmere hverdag, utryddelser av dyremangfold og dårligere livskvalitet. Grunnet disse endringene, er det fremmet avtaler som Parisavtalen for å ivareta kloden vi har i dag med å minimere utslipp i et bærekraftig perspektiv. Norge har tatt innover seg denne avtalen, og har som mål å kutte klimagassene for å bidra med å etterkomme Parisavtalens mål om å begrense temperaturøkningen til 1,5 grader (Regjeringen, 2021 b). Parisavtalen er juridisk bindende for alle land og regnes som et av de viktigste redskapene som foreligger for å kartlegge og beregne alle utslipp av drivhusgasser. Betong er et av verdens mest brukte materiale, og blir i dag sett på som en klimaversting. I likhet med dette, er det beregnet at sement alene står for om lag 7-8 prosent av verdens klimagassutslipp (Kvellheim & Bramslev, 2020).

Å omstille til sirkulær økonomi er sett på som en stor bidragsyter for å nå ulike internasjonale-, nasjonale- og regionale mål for bærekraft. Regjeringen har et mål om at Norge skal være et ledende land for utviklingen av en grønn sirkulær økonomi, hvor ressurser blir utnyttet til sitt fulle (Regjeringen, 2021 c). Ved å omstille til sirkulær økonomi vil ikke bare mål nås, men det vil gjøre at våre fremtidige generasjoner har en sikker tilgang til ressurser og ulike økosystemer. Byggebransjen blir i dag sett på som en av de næringene som har størst potensiale når det kommer til sirkulær økonomi. Sammen med enorm verdiskaping i næringen, foreligger det et stort materialforbruk og produksjon av enorme avfallsmengder. Deloitte (2020) fremmer at det foreligger ulike hindringer og barrierer for å innføre sirkulær økonomi i Norge. Noen av hindrene oppstår fordi dagens regelverk er tilpasset en lineær økonomi. Med dette, blir heller ikke sirkulær økonomi fremmet i regnskaps-, skatte- og avgiftssystemer. Deloitte (2020) etterlyser derfor klarere krav og målsettinger fra regjeringen, sammen med økt koordinering av offentlig forvaltning for å fremme potensiale for sirkulær økonomi (Deloitte, 2020). En endring av regelverket kan derfor være avgjørende for å fremme sirkulær økonomi. Det finnes andre innsatser som bruk av offentlige anskaffelser for økt innovasjon, kjøp av varer og tjenester med lav miljøpåvirkning (DFØ, 2021).



Figur 1 Illustrasjon av lineær økonomi i motsetning til sirkulær økonomi (Aksnes & Eggan, 2021)

Dagens bygninger blir både i rapporten «Bygg- og eiendomssektorens betydning for klimagassutslipp» skrevet av Katharina Bramslov i 2018 og «Bygg- og anleggssektorens klimagassutslipp» skrevet av Byggenæringens Landsforening i 2019, beregnet som direkte eller indirekte ansvarlig for om lag 15-16 prosent av hele Norges utslipp (Kvellheim & Bramslev, 2020). Siden 1970 har den årlige bruken og utnyttelsen av naturressurser blitt tredoblet. I likhet har klimagassutslippene økt, og det foreligger i dag store problemer med avfallshåndtering og enorme deponier verden over. Dette begrunnes med dagens bruk av lineær økonomi, nærmere forklart: utvinn-bruk-kast (Deloitte, 2022). Det er forventet en økning i avfallsmengder opp mot 70 prosent før 2050 (Regjeringen, 2021 c). Grunnet dette, har EU og Norge gjort en storsatsing for å videreutvikle og perfektionere sirkulær økonomi i dagens byggebransje.

Bærekraftige tiltak er høyt prioritert, og det er viktig å oppnå dette i betongindustrien. Dette kan nås ved innovative resirkulerings- og gjenbruksteknikker for sement- og betongavfall. Slik innovasjon er ikke noe nytt da herdet betongavfall, spesielt betongavfallet fra eldre bygninger, er blitt brukt som ressurser i nye byggeprosjekter i mange år. På en annen side, er utviklingen av gjenbruksmetoder for å behandle avfall fra produksjon av fersk betong relativt nytt. Betegnelsen «Det grønne skiftet» er aktivt anvendt, hvor formålet er å øke samfunnets verdiskapning med mindre miljøpåvirkning og lavere klimautslipp (NHO, u.å.). En annen måte dette kan forklares på, er ved å gjøre generelle forandringer i en miljøvennlig retning.

Oppgavens tematikk er gjenbruk av betong i et sirkulærøkonomisk perspektiv. Gjenbruk er definert som å bruke materialer som er i overflod, utdatert eller umoderne på nytt eller å omforme materialene til et nytt bruksområde (Rosvold, 2021). Dette er til forskjell for gjenvinning, som omhandler at materialer blir omgjort til produktets råvarer og satt sammen igjen til et nytt bruksområde eller smeltet om til nye formål. I denne oppgaven vil begrepet gjenbruk også bli definert som «ombruk».

1.1.1 Eiendomsutvikling

Tematikken for oppgaven er meget relevant for eiendomsutvikling. Eiendomsutviklere trer ofte inn i rollen som byggherrer, som er den engasjerende og avgjørende part for hvilke løsninger som vil bli prioritert. Dette gjelder miljørelaterte beslutninger, budsjett og fremtidige ønsker for byggets mål. Det er en byggherre som avgjør hvor mye av budsjettet som blir prioritert til bærekraft og miljø, og er derfor veldig aktuell i videreføring og integrering av sirkulærøkonomiske prinsipper. Dersom en byggherre er en pådriver for resirkulert tilslag og bruk av gjenbrukt betong, vil dette bidra med å åpne opp markedet. Produsenter vil da ha kunder som er villig til å betale for de ulike produktene. Dette kan gjøre bruk av resirkulert tilslag til en standard, som vil være en stor bidragsyter for å nå internasjonale- og nasjonale klimamål. Med dette, er eiendomsutviklere en viktig del i verdikjeden i dagens byggeindustri og er derfor en viktig aktør som kan bidra med å fremme, utvikle og integrere sirkulær økonomi i dagens byggebransje.

1.2 Bærekraftsmål

Bærekraftsmål fungerer som en felles veileder for hele verdensbefolkningen, hvor formålet er å utrydde fattigdom, hindre ulikheter og stoppe alle klimaendringer innen 2030 (FN, 2022). Bærekraftsmålene er delt inn i 17 mål og 169 delmål, vist i figur 2. Målene skal underbygge en felles grunn for alle land og næringsliv i et bærekraftig perspektiv.



Figur 2 FNs bærekraftsmål (Norad, 2021)

Når det kommer til FNs 17 bærekraftsmål er det nr 9. Industri, innovasjon og infrastruktur, nr 11. Bærekraftige byer og lokalsamfunn, nr 12. Ansvarlig forbruk og produksjon og nr 13. Stoppe klimaendringer som har direkte påvirkning og relevans for tematikken gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv (FN, 2022). Likevel er bærekraftsmålene nr 1. Utrydde fattigdom, nr 3. God helse og livskvalitet og nr 4. God utdanning like relevant da disse målene kan oppnås med utbyggelse av skoler, sykehus og øke antall arbeidsplasser.

1.3 Problemstilling

Denne masteroppgaven har som formål å besvare følgende problemstilling: «*Hvordan kan det praktiseres mer gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv?*»

Fra denne problemstillingen er det definert 4 forskningsspørsmål som skal underbygge og støtte opp bevarelsen av problemstillingen:

- *Hva er sirkulær økonomi i betong- og sementindustrien?*
- *Hvilke gjenbruksmetoder anvendes det i betong- og sementindustrien?*
- *Hvordan kan det oppnås høyere grad av sirkularitet av betong som byggemateriale, og burde staten ta en del av regningen for nytt utstyr?*
- *Hvilke utfordringer foreligger det for ombruk av byggematerialer, er regelverket i dag en hindring?*

1.4 Avgrensning og omfang

I dette delkapittelet vil det redegjøres for hvilke avgrensninger som har blitt gjort i denne masteroppgaven. Oppgaven har et omfang på 30 studiepoeng. Når det kommer til gjenbruk, spesielt gjenbruk av betong finnes det en rekke forskjellige innfallsvinkler med mye tilgjengelig og omfattende empiri. I likhet med dette, er også sirkulær økonomi et vidt begrep og det har vært nødvendig å gjøre begrensninger for å gjennomføre en velformulert masteroppgave.

1.4.1 Geografisk avgrensning

Denne masteroppgaven er gjennomført ved NTNU Trondheim, ble forholdsvis gjennomganger av bygninger og personlige møter med informanter avgrenset til Trondheim og omegn. Dette ble gjort grunnet faktorer som reisetid og økonomi. Ved å begrense til Trondheim og omegn, sparer det også tid på ressurser som ellers ville vært tidkrevende og kunne gjort utslag på oppgaven. Det har allikevel blitt anvendt intervjuobjekter fra ulike steder i landet via Teams.

1.4.2 Intervjuobjekter

Ved utarbeidelsen og innhenting av empiri var det ønskelig å gjennomføre intervjuer med aktører i bransjen som har relevans for betongkonstruksjoner. Dette gjelder byggherrer, entreprenører, betong- og sementprodusenter, avfallsmottak, arkitekter og regjeringen. Det ble i denne oppgaven bare etablert og gjennomført intervjuer med entreprenører, betong- og sementprodusenter og avfallsmottak.

1.5 Oppgavens oppbygning

Denne masteroppgaven er utarbeidet med en kvalitativ undersøkelse og en litteraturstudie. Formålet med strukturen er å fremme en logisk sammensetning av kapitlene som gir leserne en fin, oversiktlig og sammensatt rapport hvor det enkelt kan dras en rød tråd gjennom hele oppgaven. Kapitlene vil forklares og fremmes nedenfor:

Kapitel 1 – Innledning

I dette kapitlet blir motivasjonen og bakgrunn for oppgaven presentert, sammen med oppgavens problemstilling, avgrensning og struktur.

Kapitel 2 – Teori

Teorikapitlet vil fremlegge relevant litteratur og teori om betong, avfall og sirkulær økonomi. Dette gjelder da dagens tanker om sirkulær økonomi, avfall fra BAE-næringen, betongavfall, materialgjenvinning, bedre ressursutnyttelse etc. I likhet med gjenbruk, vil det også fremmes hvilke metoder og måter avfallspraksisen er i dag.

Kapitel 3 – Metode

Dette kapitlet vil fremlegge hvilken metodikk som er blitt anvendt for å samle inn nok nødvendig data for å diskutere, drøfte og svare på valgt problemstilling.

Kapitel 4 – Funn fra kvalitativ metode

Det vil i dette kapitlet presenteres hvilke funn som ble gjort under de ulike intervjuene som er blitt gjennomført. Disse funnene bidrar til en god diskusjon for å kunne svare på valgt problemstilling.

Kapitel 5 – Diskusjon

I diskusjonen vil alle forskningsspørsmål diskuteres opp mot kvalitativ data og teori. Det vil i dette kapitlet kartlegges hvilke punkter fra virkeligheten som stemmer opp mot den gjeldende litteraturen, sammen med punktene som ikke stemmer overens. Det er her erfaringer fra virkeligheten vil stå opp mot tilgjengelig litteratur for å vise et helhetlig bilde av byggebransjen i dag.

Kapitel 6 – Konklusjon

Det er i dette kapitlet problemstillingen vil presenteres og bli besvart.

2.0 Teori

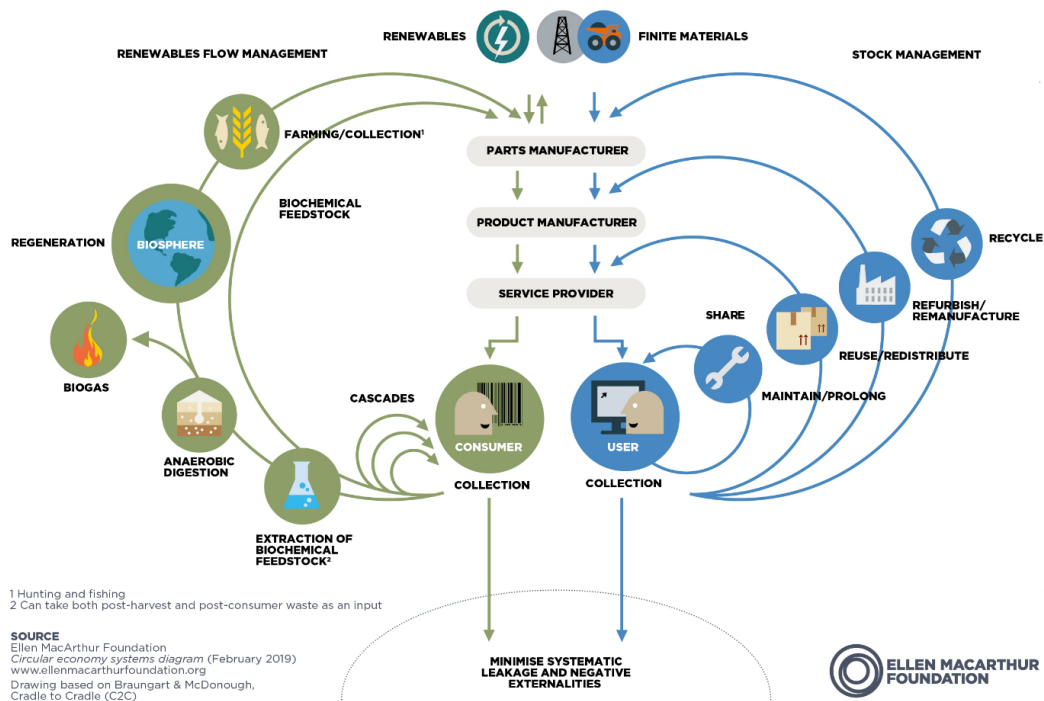
Formålet med dette kapitlet er å kartlegge teori som vil anvendes for å besvare eller bistå med besvarelsen av problemstillingen. I kapitlet vil det redegjøres for hva sirkulær økonomi er, hvordan sirkulær økonomi er i betong- og sementindustrien, hva gjenbruk er, hvordan gjenbruk av betong foregår, utfordringer og muligheter for gjenbruk, og gi dypere innsikt i ulikt avfall fra byggenæringen. Det er verdt å nevne at deler av teorien er ment for å underbygge og bygge opp forståelsen til leseren, men vil ikke bli benyttet i diskusjons kapitlet.

2.1 Hva er sirkulær økonomi?

Sirkulær økonomi kan defineres som en økonomisk modell som tar for seg effektiv utnyttelse av ressurser gjennom varierte prosesser som avfallsminimering, langsiktig verdibevaring, reduksjon av primærressurser og ved å begrense materialsølfene slik at ressurser ikke går tapt, se figur 3 (Morseletto, 2020). Sirkulær økonomi har potensiale til å videreføre og utvikle samfunnet i et bærekraftig perspektiv uten at det forekommer ressursutarming og miljøforringelse. Med en sirkulærøkonomisk tankegang søkes det kontinuerlig etter å gjenoppbygge kapital for å forbedre og sikre bedre flyt av tjenester og varer (Ellen MacArthur Foundation, 2022). Sirkulær økonomi er motsetningen til lineær økonomi, hvor en i lineær økonomi følger «utvinn – bruk – kast»-prinsippet (Deloitte, 2020). Denne tankegangen har blitt benyttet i Europa stort sett siden industrialiseringen. Selv om den lineærøkonomiske tankegangen har vært ansvarlig for stor økonomisk vekst, har faktorer som prisvolatilitet, økt risiko og ressursbruk ført til en nødvendighet for endring (Ellen MacArthur Foundation et.al, 2015). Det sirkulærøkonomiske systemet, vist i figur 3, viser den kontinuerlige flyten av materialer i verdisirkelen (Ellen MacArthur Foundation, 2022). Dette er faktorer som er ment for å øke sirkulariteten i bransjen, sammen med å fremme bærekraft.

Det finnes også andre metoder for å fremme bærekraft. Dette er for eksempel ved bruk av BIM eller anskaffelse av en miljøsertifisering av BREEAM. BIM er definert som en digital representasjon av fysiske og funksjonelle egenskaper til hvert bygget objekt, og danner et pålitelig grunnlag for beslutninger (Okakpu, et al., 2018). BIM har et stort potensial når det kommer til transformasjon av byggebransjen ved hjelp av forbedring av design og beslutningsprosesser (Ilter & Ergen, 2015). BREEAM er en miljøsertifisering hvor en rekke

standarder må opprettholdes. Denne miljøsertifiseringen tar for seg en evaluering av byggets miljøpåvirkning, samt også andre faktorer som strømbruk, psykologiske forhold etc. (Haugen, 2020).



Figur 3 The butterfly diagram: visualising the circular economy (Ellen MacArthur Foundation, 2022)

Verdens naturressurser er i dag under et stort press, og det er derfor avgjørende for naturen, klimaet og miljøet at ressursene brukes så effektivt som mulig. På denne måten vil behovet for nye ressurser minimeres. Dette tilsier at alle produkter må vare så lenge det lar seg gjøre med å utføre oppgraderinger, reparasjoner og ny bruk. Dersom produktene ikke kan gjenvinnes og overføres til nytt nytteområde, skal avfallet gå gjennom materialgjenvinning slik at råvarene kan brukes i nye produksjoner (Miljødirektoratet, 2021 b). Ved god utnyttelse av ressurser reduseres klimagassutslipp og andre miljøskadelige faktorer, samtidig som det øker antall nye grønne arbeidsplasser og forretningsmodeller (Miljødirektoratet, 2021 b).

En overgang til sirkulærøkonomi er svært høyt prioritert i EU. Derfor forpliktet Europakommisjonen seg til å fremlegge en ny handlingsplan for sirkulær økonomi i forbindelse med lanseringen av Europas grønne giv (Green Deal) i mars 2020 (Regjeringen, 2021 a). Andre fordeler som byggeindustrien kan ta godt av, er dersom bedriftene følger og etterkommer EUs taksonomi. EUs taksonomi stiller en rekke krav rettet mot bærekraftige løsninger for å bli

klimanøytrale innen 2050 (Cederkvist, et al., 2021). Bedriftene som følger kravene vil få en direkte økonomisk fordel, da bedriftene vil bli mer attraktive for investorer, oppnå lavere kapitalkrav, samt også bedre betingelser på lån.

2.2 Hvorfor er sirkulær økonomi viktig?

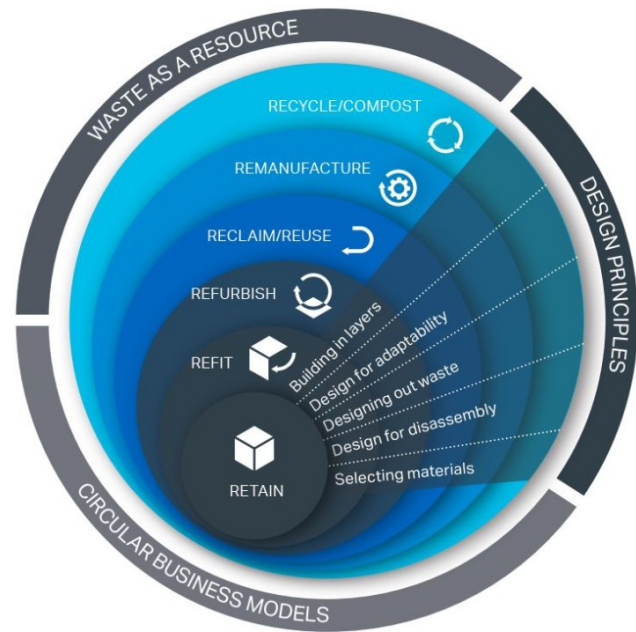
Sirkulær økonomi har som formål å redusere forbruket av ikke-fornybare ressurser, minimere miljøskader fra raffinering og bearbeidelse av jomfruelige materialer og råvarer, samt øke levetiden og forbedre bruk av materialer (Ekins, et al., 2019). Det er også en rekke andre fordeler med en overgang til sirkulær økonomi. Dette gjelder blant annet verdibevaring og en reduksjon i miljøinnvirkninger og kostnader. Det er også økte muligheter for økonomiske vinninger. Dette er faktorer som kan føre til økt ressurseffektivisering og en fremtidsrettet utvikling i produksjonskjeden (UN environment, 2019). Sirkulær økonomi er ment for å stoppe konseptet «Slutt på livet» med oppgradering, vedlikehold, bruk av fornybar energi, forhindre og stoppe bruk av farlige kjemikalier. I sirkulær økonomi siktes det også mot null utslipp og avfall gjennom godt design av materialer, systemer, produkter og forretningsmodeller (Ellen Macarthur Foundation, 2013).



Figur 4 Sirkulær økonomi fra Årim (2015)

2.2.1 Sirkulær prosjektering

Dersom bransjen i dag skal gå fra en lineærøkonomisk tankegang er det viktig at det skjer en endring i hvordan prosjekter prosjekteres. Det er viktig at fokuset ikke bare ligger på dagens, men også på de fremtidige generasjoner. Dette vil gjøre en stor forskjell for fremtidig utnyttelse av verdifulle resurser som er tatt i bruk i prosjekter. Dette er viktig da man allerede i dag kan merke ressursbegrensinger (Cheshire, 2016). Det må derfor skje en ny satsing som reverserer dagens måter bygg prosjekteres på.



Figur 5 Sirkulærøkonomiske prinsipper (Cheshire, 2016)

Cheshire (2016) fremmer også at det kan foreligge store økonomiske gevinster dersom prinsippene implementeres i byggebransjen. Bygningene vil være mer fremtidsrettet, tilpasningsdyktige og forhindre unødvendig bruk av materialer. Legges det til grunn at byggene kan demonteres og tilpasses nye bruksområder, sikrer en mulighetene for gjenbruk og god materialutnyttelse. Ved god arealutnyttelse og gjenvinning, fremmes det også fordeler som mindre uttak av jomfruelige materialer (Cheshire, 2016).

2.2.2 Avfallsminimering på byggeplass

Et hjelpemiddel for å minimere mengden avfall som genereres på byggeplass, er å endre måtene en konstruerer og prosjekterer bygninger på (Cheshire, 2016). Dette betyr at det finnes muligheter med å prosjektere for mindre avfall på byggeplasser. Dette bekreftes av Cheshire (2016), som mener at avfall som genereres på byggeplass kan minimeres i betydelige mengder basert på hvordan en prosjekterer og konstruerer bygninger. Som et eksempel, kommer det frem at et virkemiddel er å fjerne de fleste byggeaktiviteter vekk fra byggeplassen. Dette betyr at det bare vil forekomme montering av bygningskomponentene på byggeplassen, fremfor å utføre kutting og utforming av materialene på stedet. Dette vil minimere unødvendig avfallsproduksjon på byggeplassene, nødvendighetene for sortering og ekstra bruk av transport.

2.3 Begrepsforklaring

Begrepet gjenbruk referer til å bruke noe igjen, men det er også mye mer komplekst enn som så. På bakgrunn av dette, er det derfor relevant med en begrepsforklaring. Gjenbruk blir gjennom Statsbygg (2002) definert som «*Nyttiggjøring av materialer og andre restprodukter ved ombruk eller materialgjenvinning*» (Statsbygg, 2002, p. 9). I denne oppgaven vil begrepet gjenbruk fungere som et samlebegrep for ombruk og gjenvinning. Disse begrepene er definert av Statsbygg (2002) som:

- Ombruk: «*Ny utnyttelse av et produkt i dets opprinnelige form*»
- Gjenvinning: «*Utnyttelse av avfall slik at materialet beholdes helt eller delvis. Ved direkte materialgjenvinning brukes avfallet som råstoff for tilsvarende produkter. Ved indirekte materialgjenvinning omdannes avfallet til andre typer produkter.*» - (Statsbygg, 2002, p. 9).

Andre viktige begreper definert av SINTEF Byggforsk (2002):

- Resirkulert tilslag: «*er vanligvis ulike sorteringer av blandede masser (både betong, tegl og ren betong)*» Dersom det brukes resirkulert tilslag, skilles det mellom bunden – og ubunden bruk.
 - Ubunden bruk: «*er ulike former for utlegging og mekanisk stabilisering (avretting, tilbakefylling, grøfter, veier, fundamentering, drenering m.m.)*»
 - Bunden bruk: «*er tilslag i en blanding som i all hovedsak er sement- eller asfalt-basert.*»
- Naturlig tilslag: «*er betegnelsen på tilslag fra løsmasser og knust fjell.*»

2.4 Sirkulærøkonomi i betongindustrien i dag

Betong er et av verdens mest brukte materialer, hvor nesten 13 milliarder tonn er forbrukt hvert år. Andelen tilslag av dette er ca. 70-80% (Xia, et al., 2020). Betong er overalt og uansett hvor mennesker bor finnes det betong. Dette gjelder i alt fra hjem, skoler, sykehus, kontorer og andre næringsbygg og konstruksjoner (G* & Devi, 2015). Grunnet et stort forbruk av betong, oppstår det problemer med mangler i storbyer, samt stadige prisøkninger (Behera, et al., 2014). Selv med store mangler, blir det produsert enorme mengder bygge- og rivningsavfall. Dette avfallet utgjør ca. 30-35% av det totale avfallet på verdensbasis, hvor 50% av dette er betong (Ding & Xiao, 2014). Slike store mengder avfall resulterer i storby problemer. Dette gjør det derfor

avgjørende at det skjer en reduksjon av ressursutarming og karbon- og avfallsutslipp for å kunne utvikle betongindustrien på en bærekraftig måte. Den vanligste metoden å håndtere avfallet på er ved å deponere materialet på et godkjent avfallsmottak. Dette skaper store partier med byggeavfall og øker menneskelig miljøforurensing (G* & Devi, 2015).

Siden betong er et så tungt anvendt materiale i dagens samfunn, vil nesten alle sektorer merke konsekvenser i ulik grad angående forbruk av betong, utslipp og energi. På bakgrunn av dette, er det i denne masteroppgaven valgt å avgrense til sirkulærøkonomiske aspekter knyttet til utfordringer og muligheter, regelverk, og hvordan gjenbruk av betong praktiseres i et sirkulærøkonomisk perspektiv.

Norske myndigheter har gjennomført et samarbeid med byggenæringen for å fremme tiltak og dokumenter som beskriver viktigheten av bærekraftig utvikling. Bærekraftig utvikling blir definert av Brundtlandkommisjonens rapport «Vår felles fremtid» fra 1987 som «*En bærekraftig utvikling kommer dagens behov i møte uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få tilfredsstillende behovene sine*». Eksempler på andre dokumenter som er fremmet, er blant annet NOU: 22, 2004 «*Velholdte bygninger gir mer til alle*» og Meld. St. 28 (2011/2012) «*Gode bygg for eit betre samfunn*». I likhet med dette samarbeidet, har myndighetene også tatt innover seg 10 kvalitetsprinsipper satt av Bygg21 for å sikre og

Figur 6 Egenprodusert: 10 Kvalitetsprinsipper fra (Bygg21, 2021)

realisere bransjens fulle potensiale innen bærekraft og produktivitet (Bygg21, 2021).

Ifølge Statistisk Sentralbyrå (2021), var den totale mengden avfall fra byggenæringen i år 2020 på 2.134.747 tonn. Byggebransjen har i dag gjennomgått erfaringer med bruk av sirkulær økonomi og har gjennomført store byggeprosjekter hvor resirkulert tilslag er brukt for å produsere ny betong. Dette gjelder selv om standardene NS-EN 206+NA og NS-EN 12620+NA setter begrensninger for bruk av fersk betong, betong med tilsvarende styrke og krav rettet mot verifisering av betongens sammensetning, spesifikasjoner og andre vurderinger som samsvarskriterier (Standard Norge, 2017).

- [1. Gode bygg og områder stimulerer til kontakt, aktivitet og opplevelser](#)
- [2. Gode bygg og områder gir gode lysforhold og utsyn](#)
- [3. Gode bygg og områder gir god luftkvalitet og lav støvbelastning](#)
- [4. Gode bygg og områder ivaretar sikkerhet](#)
- [5. Gode bygg og områder ivaretar god tilgjengelighet til og på stedet](#)
- [6. Gode bygg og områder har lang levetid](#)
- [7. Gode bygg og områder gir smart utnyttelse av arealene](#)
- [8. Gode bygg og områder utnytter energien godt](#)
- [9. Gode bygg og områder er bygget med god ressursutnyttelse og lave klimagassutslipp](#)
- [10. Gode bygg og områder gir lave drifts- og vedlikeholdskostnader](#)

2.5 Sirkulærøkonomi i sementindustrien i dag

Sementindustrien står for om lag 4-5% av verdens totale utslipp (Solberg, 2017). Det største utslippet forekommer i sementens kalsineringsprosess. Dette er en prosess hvor kalkstein varmes opp og CO₂ brennes av kalksteinen. Resterende utslipp kommer enten fra ovner eller transport (Norcem, u.d b). Norcem er Norges eneste produsent av sement med to fabrikker i landet. Norcem har i flere år forsøkt å anvende bruk av alternative råvarer, hvor formålet har vært å bruke mindre ikke-fornybare ressurser og bistå med å gjøre avfall om til en ny ressurs. Dette er sirkulær økonomi, og er noe Norcem har jobbet med i over 30 år (Norcem, u.d c).

Det finnes en rekke utfordringer og muligheter for gjenbruk i byggeindustrien. Dette gjelder innovative løsninger som forhindrer bruk av ikke-fornybare ressurser. Et eksempel på dette, er Norcem som har testet flere forskjellige former for brensel til sementovnene (Norcem, u.d a). I dag bruker Norcem fiskeslam som brennbart materialene for sine ovner. Fiskeslammet består av fiskeekskremer og før-rester fra lukkede anlegg. Dette er et eksempel på Norcems vilje og ønske til å erstatte forbruket av en ikke-fornybar ressurs som kull med biomasse. Norcem har gjennom de siste 20 årene erstattet bruk av ikke-fornybare ressurser med restmaterialer fra annen industri. Eksempler på dette er slagg fra silikomangan-produksjon som erstatter kvarts, og kobberslagg som erstatter jernoksid (Norcem, u.d b).

Norcem har også forsket på hvordan det er mulig å redusere CO₂-utslipp. Selskapet fremmer at dersom en erstatter deler av klinkeren med andre materialer som for eksempel slagg, kalksteinpulver, flygeaske, slikastøv og naturlige pozzolaner vil CO₂-utslippene reduseres. Deres største ønske foreligger i å bruke restmaterialer fra annen industri i deres produksjon. Dette er direkte sirkulærøkonomi, og forebygger unødvendig deponering av brukbare materialer (Norcem, u.d b). Norcem har i dag en substituttandel på 20% av sementen med restmaterialer som flygeaske. Dette bistår med å redusere CO₂-utslipp ved sementproduksjon.

2.6 Gjenbruksmetoder for betong

Det finnes mange måter en kan bruke betong på nytt. Blant annet er en mulighet å bruke resirkulert tilslag av tegl og betong i ny betongproduksjon (SINTEF Byggforsk, 2015). Gjennom et prosjekt gjort av SINTEF kalt RESIBA, vises det til at bruken av resirkulert tilslag iblant annet veier eller grøfter er forbundet med lav helse- og miljørisiko (SINTEF Byggforsk, 2002). Ubunden og bunden bruk har ulike bruksområder. Blant annet vil ubunden bruk være egnet for bruk i veier, plass, VA-grøfter og drenerende masser, mens bunden bruk kan fungere som konstruksjons betong, sprøyte betong og bygningsblokker (SINTEF Byggforsk, 2002). I prosjektet RESIBA ble det benyttet ubunden form som forsterkningslag og nedre bærelag (Statens vegvesen, 2003). Dessverre ble resultatene for dette prosjektet vurdert som uegnet grunnet at resirkulert tilslag «*pakker seg i større grad enn naturligmaterialer og gir feil bilde av knusingsmotstanden*» (Statens vegvesen, 2003, p. 14).

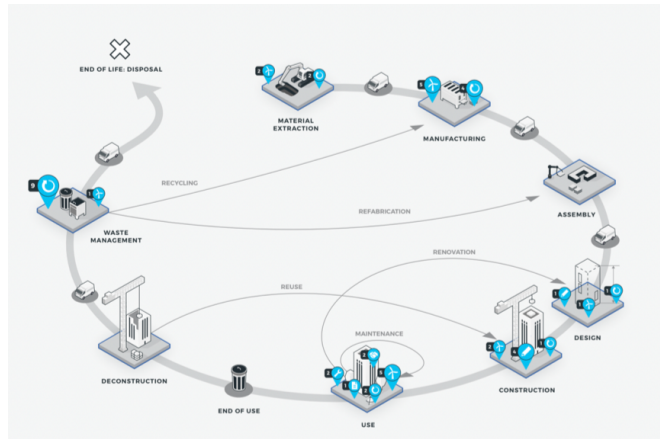
Resirkulert tilslag anskaffes gjennom prosessering av rusk som generes fra riving av betongkonstruksjoner og annet konstruksjonsavfall som betongavfall, kasserte prefabrikkerte betongelementer, knust murverk, asfalt, betongrester fra ferdigblandet betonganlegg og annet avfall skapt fra forskjellige laboratorier (Behera, et al., 2014). I tillegg kan resirkulert tilslag også være forskjellige typer murstein- og glasstilslag, samt keramiske produkter. Tilslag som blir uthentet gjennom knusing av stambetong eller eldre betong, slik som for eksempel revet betongavfall, regnes som resirkulert betongtilslag. I denne oppgaven vil bruk av resirkulert tilslag bety resirkulert betongtilslag. Generelt er resirkulert betongtilslag blandet med murstein, fliser, metaller eller andre materialer som glass, tre, papir, plast og annet rusk (Behera, et al., 2014).

Resirkulering handler om å nyttiggjøre brukt materiale i utvikling av nye verdiskapende produkter. I byggebransjen fungerer resirkulasjonsprosessen for tilslag med å først knekke av revet betong for å produsere mindre fragmenter, før det gjennomføres en rekke andre prosesser som for eksempel fjerning av forurensing (Behera, et al., 2014). Bruken av resirkulert tilslag i ny betong har skapt stor interesse i byggebransjen, da dette er en bærekraftig utvikling.

Ved utbyggelsen av St. Olavs Hospital, ble det bestemt å gjenvinne mest mulig av materialene som skulle rives. Dette var et stort miljømål, hvor det var et ønske å benytte de tunge rivingsmaterialene i infrastrukturen internt på sykehusområdet (Statens vegvesen,

2005). Dette gjaldt blant annet å anvende materialene i veier, gatelegemer, grøfter eller ledningsgater. Ved undersøkelsene om disse materialene var gunstige å benytte, ble det utført to oppfølgingsprosjekter i form av en midlertidig parkeringsplass og utbygging av en parsell.

Det ble utført en rekke målinger av parkeringsplassens bæreevne fra året 1999 til 2000. Resultatet viste til at bæreevnen økte betraktelig i løpet av året, samt stor økning i stivhetsverdier og skjærstyrke (Statens vegvesen, 2005). En økning fantes også sted ved den bygde parsellen. Parsellen ble bygget med knust betong og skulle vises til å være et alternativ for overbygningsmateriale. I



Figur 7 Typer sirkulær initiativer i verdikjeden (Circular Kongsvinger, 2020)

løpet av prosjektets levetid, viste bæreevne målingene en økning på 40% fra 6 tonn til 8,4 tonn i løpet av ett år. Disse økningene kan forekomme ved naturlig etterkomprimering, men det er reelt å anslå en fasthets økning i betonglaget (Statens vegvesen, 2005).

2.6.1 Håndtering

Grunnet betongs fare for nedknusning under høyt trykk og knust betongs porøsitet, er det viktig å håndtere materialet på en passende måte. Likevel er materialbehandlingen ikke i stor ulikhet til hvordan grus eller knust stein behandles. Materialene kan behandles likt, men Statens vegvesen (2005) fremlegger at det må foretas økt aktsomhet dersom;

- Hvis materialene skal fraktes må det skje på en slik måte at forurensing og skadelig separasjon unngås.
- Ved utlegging må det sørges for at skadelig separasjon unngås, og at det blir sikret en ensartet fordeling av materialene.
- Ved utlegging burde ikke lagene bli lagt for tykke, men følge et flerlags-prinsipp.
- Det bør unngås anleggstrafikk på knust betong (Statens vegvesen, 2005).

2.7 Avfallspolitikken

Det foreligger i dag nasjonalt mål om å redusere avfallsmengde og økt bevegelse mot sirkulær økonomi (Direktoratet for byggkvalitet, 2020). De største hovedtrekkene i den norske avfallspolitikken ble utformet og utviklet på slutten av 80-tallet og tidlig 90-tallet. I dag er det følgende dokumenter som står sentralt (Direktoratet for byggkvalitet, 2020):

- Meld. St. 45 (2016-2017) Avfall som ressurs – avfallspolitikk og sirkulær økonomi
- Stortingsmelding nr. 8 (1999-2000) Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets tilstand
- Stortingsmelding nr. 44 (1991-92) Om tiltak for reduserte avfallsmengder, økt gjenvinning og forsvarlig avfallsbehandling (Avfallsmeldingen)
- Stortingsproposisjon nr. 111 (1988-89) Om det videre arbeidet med spesialavfall

Det ble lansert en nasjonal avfallsstrategi fra Miljødepartementet i 2013. I denne strategien er flere områder som er prioritert. Bygg- og anleggsavfall er et av disse prioriterte områdene, hvor formålet er å etterstrebe en løsning for overkomme utfordringene med å nå målsetningene satt av EUs avfallsdirektiv. Den norske avfallspolitikken har i korte trekk som hovedmål å: - Minimere vekst i avfallsmengde, - Øke mengden avfall til gjenvinning, hvor målet er at 80% av materialet skal enten material- eller energigjenvinnes, og - Håndtere farlig avfall på en forsvarlig måte (Direktoratet for byggkvalitet, 2020).

2.7.1 Avfalls ulike definisjoner

Ifølge Forurensingsloven blir avfall definert etter §27 i kapittel 5 som *«løsøregjenstander eller stoffer som noen har kassert, har hensikt å kassere eller er forpliktet til å kassere»* (Klima- og miljødepartementet, 2016). Benevnelsen «Avfall» bortfaller en gjenstand og stoff dersom de har som minimum gjennomgått en gjenvinning, blitt brukt til sitt bestemte formål, omsettes, innfrir tekniske krav eller ikke medfører høyere risiko for helseskader eller andre miljøforstyrrelser enn lignende gjenstander eller stoffer (Klima- og miljødepartementet, 2016).

§27a presenterer følgende definisjoner relevant for problemstillingen:

- Spesialavfall: Avfall som ikke nødvendigvis kan gå under samme behandling som annet husholdningsavfall eller næringsavfall på bakgrunn av sin størrelse, forurensing eller fare for miljøet.

- Gjenvinning: Tiltak hvor hovedresultatet er at det kasserte avfallet kommer til nytte ved å forhindre bruk av annet materialet.

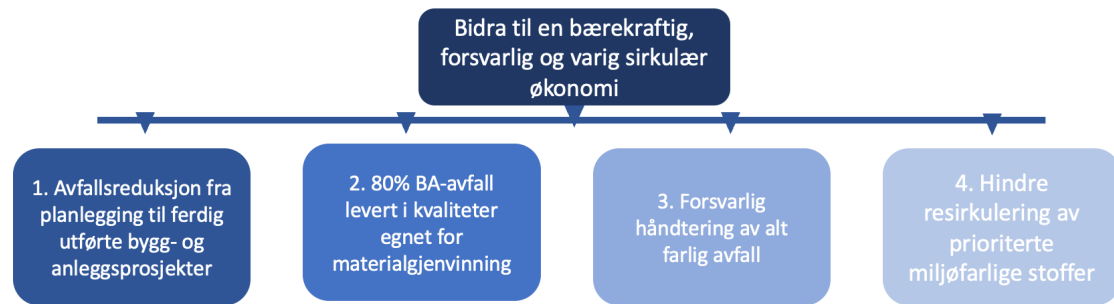
2.8 Avfall fra BAE-næringen

Avfall som stammer fra byggenæringen, blir klassifisert som næringsavfall. Ifølge §32 i Forurensingsloven, skal dem som produserer avfallet sørge for at avfallet gjennomgår lovlige prosesser, som å bli sendt til et lovlig avfallsanlegg, hvor det kan komme til nytte som en ressurs (Direktoratet for byggkvalitet, 2020). Ifølge Statistisk Sentralbyrå er byggenæringen den næringen som produserer og danner mest avfall, med hele 26% av all avfallsproduksjon (Brekkehus, 2021). Av dette, presenterer SSB at ca. 46% av avfallet kommer fra riving, 24% fra rehabilitering, mens de resterende 30% kommer fra nybygg (SSB, 2021 b). I 2020 var den totale summen av avfall fra all byggeaktivitet på 2,135 millioner tonn (SSB, 2021 a).

Det var i 2020 en nedgang på 2% fra 2019 av alt materiale som var sendt til materialgjenvinning. Gjennom EØS-avtalen, tilsluttet Norge seg EUs avfallsdirektiv. EUs avfallsdirektiv har en målsetning om at 70% av avfallet fra byggenæringen skal materialgjenvinnes (SSB, 2021 b). Dette er ikke inkludert gjenvinning av farlig avfall som dannes i næringen (SINTEF Byggforsk, 2002). I 2017 ble 34 % av avfallet fra byggenæringen levert til materialgjenvinning. Det skjedde en nedgang av materialet som var forbeholdt ombruk og gjenvinning i 2015, hvor da andelen var på 62% (Miljødirektoratet, 2019). Årsaken for nedgangen begrunnes med at økte mengder tegl og betong har blitt deponert til fordel for nyttiggjørelse ved ulike formål. Likevel ventes det en økning av gjenvunnet betongavfall når en ny forskrift for forurenset betong blir vedtatt. Det ble i 2020 presentert et klarere regelverk for gjenvinning av lettere forurensete betongmasser. Dette er forventet å øke gjenvinningsgraden for betong (Miljødirektoratet, 2021 b).

Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall 2021-2021, forkortet til NHP 5, identifiserer tiltak for å nå satte mål og ambisjoner for de neste 3 årene. NHP 5 bestemmer de nasjonale målene og ambisjonene for gjenvinningsbransjen når det kommer til avfallsreduksjon, sortering, håndtering og gjenvinning av materiale fra bygg- og anleggsavfall. Formålet med NHP 5 er å bidra til bærekraft og fremme sirkulær økonomi (Landet, et al., 2021). De definerte hovedområdene for NHP 5 er -Avfallsreduksjon, - Materialgjenvinning, - Forsvarlig håndtering

av alt farlig avfall, og - Hindre resirkulering av prioriterte miljøfarlige stoffer i overgangen til sirkulær økonomi. Andre muligheter innenfor BAE-bransjen er ombruk ved bruk av sirkulær økonomi, avfallsfrie byggeplasser, smartere vedlikehold av byggets infrastruktur, bruk av bærekraftige materialer og nullutslippsbygg og -nabolag (Johansen, 2021). For å nå dette, har NHP 5 definert delmål vist under:

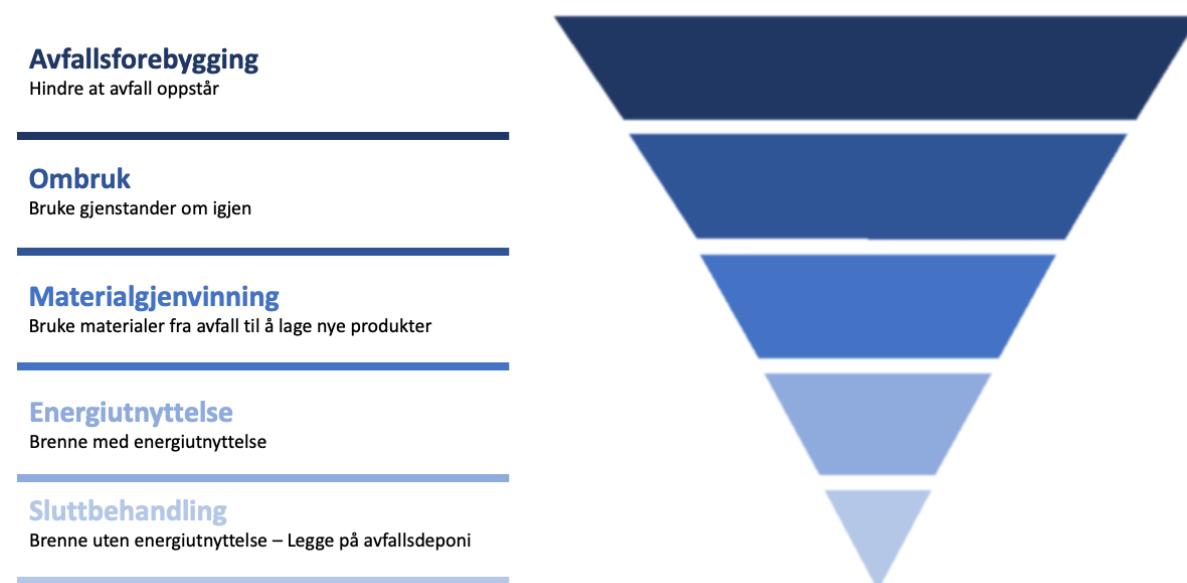


Figur 8 Egenprodusert: NHP 5 Målkart basert fra kilde: (Landet, et al., 2021)

Direktoratet for byggekvalitet publiserte i 2020 en samfunnsøkonomisk analyse som fremmet at tiltak som avfallsminimering er lønnsomt for utbyggere samt at det også har en samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Det ble også fremmet at avfallsminimering, selv dens lønnsomhet, er oversett. Dette tiltaket sees derfor på det tiltaket som må vektlegges tyngst (Direktoratet for byggekvalitet, 2020). Rapporten viser at ombruk ikke er lønnsomt for utbyggere, da klimagasseffekter og helse- og miljømessige konsekvenser av ombrukstiltak bare lønner samfunnet. Rapporten fremmer at materialgjenvinning for utbyggere ikke vil gi økt gevinst eller påvirke utbyggerens kostnader. Dette begrunnes med at utbyggere må øke ressursbruken sin for å tilrettelegge for utsortering på byggeplass (Direktoratet for byggekvalitet, 2020).

2.9 Avfallspyramiden for bygninger

En avfallspyramide illustrerer tydelig avfallshierarkiet i den norske avfallspolitikken og EUs rammedirektiv. Denne pyramiden fremviser en rekkefølge for hvordan avfall bør håndteres i en prioritert rekkefølge. Pyramiden skal sees fra toppen ned, hvor avfallsforebygging er den behandlingsformen som er foretrukket for avfall, etterfulgt av gjenbruk, gjenvinning, energiutnyttelse og sluttbehandling (Miljøverndepartementet, 2013). Avfallspyramiden er ment for å forsikre og veilede hvordan avfall skal bli tatt hånd om slik at avfallet utgjør minst mulig skade og ulempe.



Figur 9 Egenprodusert: Avfallspyramiden fra (Direktoratet for byggkvalitet, 2020)

2.10 Betongavfall fra prosjekter

Byggavfall er definert som det materialet som er igjen etter prosjektslutt og leveres på avfallsmottak (Direktoratet for byggkvalitet, 2020). Dette betyr at ikke alt overskudds materiale etter byggeaktivitet blir definert som byggavfall, og unngår derfor å bli med i statistikken. Et eksempel på slikt avfall er materiale som blir igjen av produksjon av byggematerialer, da dette regnes som industriavfall. Et annet eksempel foreligger ved bestillingsmengden av betong, da en utbygger bestiller gjerne mer enn nødvendig for å unngå dyre byggestopp. Resterende betong etter prosjektslutt blir tilbakeført til leverandør hvor det enten blir til avfall eller utnyttet i ny produksjon (Direktoratet for byggkvalitet, 2020). Slik overskuddsbetong regnes ikke som byggavfall dersom det blir tilbakeført. Prosjekter som nybygging, rehabilitering og riving

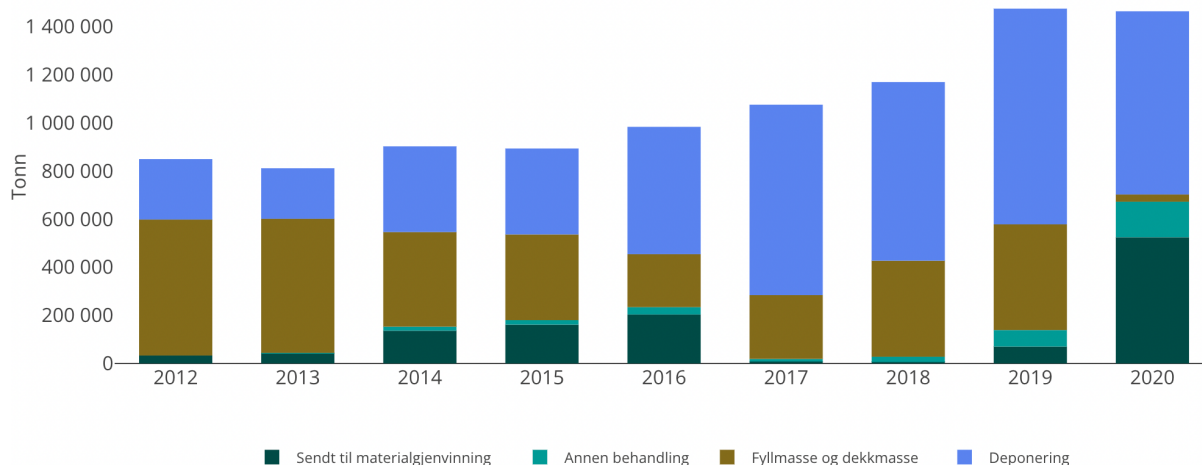
skaper store mengder avfall som både blir registrert og ikke registrert. Prisen for å levere usortert avfall er stadig økende og det stilles krav fra myndighetene om å kildesortere 60% av avfallet på en byggeplass (Wærner, 2016). Andre eksempler på betongavfall som unngår å bli med i statistikken er -uregistrerte rehabiliteringer, - rehabiliteringer av bad, -Utskiftninger av takstein, puss fra fasader, avfallsstrømmer etc. (Rønningen, et al., 2016).

Det er avgjørende å sortere avfallet på byggeplasser. Det stilles en rekke krav for dette, blant annet krav fra Byggt teknisk forskrift (TEK17). TEK17 stiller krav til at det må utarbeides en avfallsplan dersom det skjer en nybygging over 300 kvadratmeter, riving av bygg på over 100 kvadratmeter eller andre prosjekter hvor avfallsmengden er forventet å være over 10 tonn. Kildesortering er også en stor bidragsyter for yremiljø, da det kan forhindre unødvendig deponering og forbrenning. Ved unngåelse av unødvendig deponering av blandet avfall, er også prisene lavere dersom en leverer avfallet sortert. Orden på byggeplassen er også sett på som en god bidragsyter til god helse og et godt arbeidsmiljø (Wærner, 2016).

Det ble i 2015 gjennomført en materialstrømanalyse for byggavfall, hvor resultatene påpekte at det antakelig finnes delstrømmer med betongavfall som faller utenfor statistikken. Dette blir forbundet med rehabiliteringsprosjekter, da spesielt mindre rehabiliteringsprosjekter som både vil påvirke avfallsmengden og rehabiliteringsareal (Rønningen, et al., 2016). Et eksempel på mindre rehabiliteringsprosjekter er oppussing av bad, hvor det er antatt at slike prosjekter kan påvirke statistikken med 20 – 50 000 tonn betongavfall hvert år. Analysen fremmer derfor et forbedringstiltak for statistikken ved å innføre registreringssystemer for slike oppussinger (Rønningen, et al., 2016).

2.11 Avfall fra betongproduksjon

I 2020 ble det alene sortert ut og levert nærmere 1,5 tonn betong- og teglavfall. Det meste av dette avfallet kom fra bygge- og anleggsvirksomhet (Miljødirektoratet, 2021 a). Det er forventet en økning i avfall, da det er flere konstruksjoner, installasjoner, bygninger og anlegg som skal rives. Enkelte elementer av betongen kan være forurenset av giftige miljøstoffer som PCB, PAH og tunge metaller. Likevel antar Miljødirektoratet (2021) at de fleste tunge bygningsmassene er rene nok til å bli gjenbrukt. Dette er fordi det er mulig å vaske bort og fjerne forurensingen fra betongen dersom det er i form av puss, maling eller annet som inneholder farlige stoffer (Statsforvalteren, 2014). Forskning og målinger viser også at betongen lekker ut tilnærmet ingenting av tilsetningsstoffene selv om det er blitt liggende over tid (Eckbo, 2021). Dette er fordi forurensingen er kapslet inne i selve betongen.



Figur 10 Behandling av betong- og teglavfall (Miljødirektoratet, 2022)

Det skjedde en nedgang på 10 % i materiale som ble sendt til gjenvinning fra 2019 til 2020. I 2020 ble 36% av betongavfall sendt til gjenvinning, 2% til fyll- og dekkmasse, mens 52% ble levert på deponi (Miljødirektoratet, 2021 a). Figur 10 viser en større økning i mengden som gikk til materialgjenvinning fra 2019 til 2020. Dette kan forklares med at det i større grad ble rapportert om materialgjenvinning enn fyll- og dekkmasse.

2.12 Plasstøping og Elementproduksjon: Betongavfall

Ved produksjon av ferdigbetong, foreligger det to segmenter hvor det forekommer restprodukter. Dette er som tidligere nevnt, retur/overskuddsbetong, samt også vaskevann, rengjøring av utstyr og restmateriale fra produksjon. Produksjon av betong utføres i henhold til NS-EN 206+NA, mens produksjon av elementer produseres i henhold til NS-EN 13369 (Standard Norge, 2017). Det forekommer lignende avfall ved produksjon av elementer som restmateriale fra vask av blandeutstyr, men også feilblandinger og feilproduksjon av betong etter forhåndsbestilte krav, konsistens, mengde og avvik som gjør at elementene da må deponeres eller gjenbrukes (Direktoratet for byggkvalitet, 2020).

2.13 utfordringer og muligheter for gjenbruk og ombruk av betong

Store deler av den totale miljøbelastningen fra byggeindustrien er knyttet til alt fra oppfølging, drift og vedlikehold til demolering av bygninger og infrastruktur (SINTEF Byggforsk, 2002). Johansen et al. (2021) poengterer at byggebransjen i dag står for 40% av alt utslipp av CO₂, energiforbruk og avfallsproduksjon (Johansen, 2021). Johansen et al. (2021) fremmer NTNUs nye program «Green 40», som skal koordinere alt av kunnskap og implementering gjennom digitalisering og innovasjon. En av de store utfordringene med sirkulær økonomi i byggebransjen er det store fokuset på kortsiktige inntektsmodeller og de høye kostnadene som er i direkte tilknytning til implementering av sirkulær økonomi. Det er derfor viktig at det dannes et helhetlig bilde av prosjektet, hvor en tar hensyn til og belyser byggeprosessen, verdikjeden og inntektsmodellene (Circle economy, 2019).

Det foreligger flere krav for ombruk, noe som gjør praktiseringen av dette vanskelig. Dette gjelder både usikkerhet til regelverk, krav og kostnader. For eksempel foreligger det en oppfatning om at alle materialer, uansett nytt eller gammelt, må CE-merkes. Eldre materialer må gjennomgå og godkjennes i samme prosesser som nyproduserte byggematerialer. Dette kan både bli dyrt og er relativt komplisert. Dette vanskeliggjør Norges mål om å være et fremoverlent land når det kommer til utvikling av en grønn sirkulær økonomi (Regjeringen, 2020). For å nå miljømål innen 2050, har regjeringen jobbet med å utarbeide en veileder som åpner opp muligheter for mer aktiv bruk av ombruksmetoder for byggematerialer. Som en følge

av dette er det foreslått en endring i regelverket om CE-merking, hvor formålet er å fjerne krav om merking på materialer produsert før 2013 (Regjeringen, 2020).

Byggebransjen bruker store ressurser, råvarer og energi, sammen med at det produseres mye avfall. I 1998 tok BAE-sektoren i Norge et stort initiativ med å utvikle bransjeutviklingsprogrammet ØkoBygg. Dette er et program hvor det fremmes en rekke prosjekter som er ment for å øke bransjens miljøeffektivitet. Programmet inneholder forskjellige delmål som å øke forbruket av restprodukter, sammen med mål som å redusere produsert mengde av gjenvinnbart avfall til sluttdeponi (SINTEF Byggforsk, 2002). Det er avgjørende at Norge retter søkelyset mot å maksimere levetiden på avfallsdeponinene som foreligger, reduserer forbruket av råvarer, stoppe og forhindre ulovlig deponering, samt sikre at alt miljøfarlig avfall håndteres på en skikkelig og redelig måte (Johansen, 2021).

Det finnes også andre utfordringer tilknyttet reguleringer, teknologi, marked og kultur. Dette gjelder utfordringer som manglende initiativer, reguleringer tilknyttet sirkularitet, kvalitetsstandarder, og nasjonale føringer som limiterer fleksibelt design etc. Det finnes egne særskilte krav for prefabrikkerte betongelementer, hvor disse ansees å ha det største potensiale innenfor gjenbruk (Direktoratet for byggkvalitet, 2018). Et større problem i bransjen i dag er manglende forståelse for regelverket og de begrensningene for bruk av resirkulert materiale. Dette kan sette en stopper for innovasjon og har sin opprinnelse i at Norges Plan og Byggningslov er underlagt, forpliktet og har tatt utgangspunkt i EUs krav for byggevarer.

Det finnes blant annet et tiltak kalt «the European Green Deal» som har tre hovedformål. Formålene er ingen netto utslipp av klimagasser innen 2050, økonomisk vekst separert fra ressursbruk og at ingen personer og plass er etterlatt (European Commission, u.å.). Ved gjennomførelse av Green Deal, er det planlagt en reduksjon av klimagasser med 55% innen 2030. For industri, er formålet med Green Deal å bidra med reduksjon av utslipp i BAE-næring ved hjelp av rimelige og rene teknologiløsninger, samt også ved utvikling av nye forretningsmodeller (European Commission, u.å.).

En overgang fra lineær økonomi til en sirkulær økonomi betyr ikke at hver bransje må skape egne lukkede sløyfer for materialene som er brukt (Cheshire, 2016). Det er på en annen side viktig at det oppstår en felles forståelse for at avfall i en industri kan være en verdifull ressurs i en annen. Dersom bransjene i dag klarer å tenke på denne måten, vil dette skape

sammenkoblinger på tvers av hver sektor som kan komme alle til gode. Selv om dette er en god tankegang, kan det oppstå problemer med å vite materialenes opprinnelse (Cheshire, 2016). Dette kan føre til ansvarsfraskrivelser dersom det senere oppstår problemer.

2.14 Returbetong

Betongmengden som ikke blir brukt på byggeplassene kalles returbetong (Norsk fabrikkbetongforening, 2018). Slik returbetong kan enten være fabrikkbetong som kunden ikke bruker og sender tilbake til leverandør før betongen har herdet, eller betong som ikke ankommer byggeplassen i tide. Dersom betongen fortsatt ikke er herdet kan det tilsettes ny betong og anvendes som før. Dette er lovlig i Norge så lenge betongen kun er en liten del av den totale mengden av det nye lasset, sammen med at betongen opprettholder lik fasthet- og bestandighetsklasse. Med dette, foreligger det også en tidsfrist da det avgjør betongens støpelighet.

Dersom det skjer feil bestilling av større mengder betong kan dette bli overført til støping av betongklosser (Unicon, u.å.). Disse klossene har høy etterspørsel, og brukes ofte til formål som skillevegger og støttemurer. Det finnes også stoffer det er mulig å tilsette restbetongen som ligger igjen i trommelbilene. Dette er et stoff som omgjør betongen til granulat, og kan med dette brukes på nytt i form av tilslag. På denne måten unngår en unødvendig deponering av restbetong (Fremtidens betongnæring, 2018).

2.15 Gjenvinning av vaskevann

Det er fremlagt krav fra Miljødirektoratet som enhver bedrift må følge. Dette gjelder for eksempel krav omhandlende utslipp av urensset vaskevann. Utslipp av vaskevann er ulovlig dersom det er skadelig for miljøet (Miljødirektoratet, 2016). Vaskevann fra betongproduksjon inneholder en rekke slampartikler og tungmetaller som kalsium, nikkel, bly, etc. Vaskevann inneholder også skadelige miljøgifter som såpe, syrer og oljer. Vannet vil også inneholde armeringsplast fra produksjon av sprøytebetong (Miljødirektoratet, 2016). Utslipp av de overnevnte stoffene og metaller er svært strengt regulert av miljømyndighetene.

Det er blant annet ulovlig å slippe ut urensset vann fra vasking av biler, tromler eller annet produksjonsutstyr dersom det ikke foreligger dokumentasjon som bekrefter at det ikke vil føre til noe skade. På bakgrunn av dette, må enhver bedrift ha en renseløsning for vaskevannet. Det er da essensielt at denne renseløsningen fanger opp alt av skadelige stoffer (Miljødirektoratet, 2016). Utfordringene med urensset vaskevann er de forskjellige partiklene. Disse partiklene kan føre til en ujevn konsistens ved bruk i ny betong. Dette hindrer enkelte betongprodusenter å bruke resirkulert vaskevann i produksjon av betongprodukter som har høyere fasthetsklasse.

Dersom vaskevannet er resirkulert kan det benyttes så lenge det ikke vil påvirke negativt hverken på fersk eller herdet betong. Det blir ikke fremlagt noen begrensinger gjennom NS-EN 206+NA på bruk av resirkulert vaskevann i ny betongproduksjon. Dette tilser at vaskevann/gjenvunnet vann kan erstatte annet blandevann i betongproduksjon.

2.16 Knust betong og resirkulert tilslag

NS-EN 206+NA er standarden for betong og NS-EN 12620+NA er standarden for tilslag. Standarden for tilslag gjelder både nytt-, gjenvunnet- og resirkulert tilslag. Gjenvunnet tilslag blir produsert ved å vaske fersk uherdet betong til tilslaget fra betongen er separert og kan anvendes på nytt (Meløysund, 2015). Standarden definerer også hvor stor andel av gjenvunnet tilslag som kan benyttes ved ny betongproduksjon. Som standard, er det tillatt å bruke opp til 5% gjenvunnet tilslag av knust betong som er herdet. Dette gjelder innenfor fraksjonene 0/4mm og 4/32mm.

Resirkulert tilslag er definert som bearbeidet tilslag fra uorganisk materiale som har tidligere vært brukt i byggearbeid. NS-EN 206+NA definerer og klassifiserer to ulike klasser for resirkulert tilslag. I disse klassene er det forskjellige mengder resirkulert tilslag som kan bli brukt som erstatning for annet tilslag. I fraksjon 4/32 kan det tillates å bruke 30% resirkulert tilslag, mens det i fraksjon 0/4 bare kan benyttes opp mot 10%. Dette gjelder bare dersom det resirkulerte tilslaget er av beste kvalitet for konstruksjoner fra klasse M90 med en trykkhetsklasse på B25 eller høyere (Meløysund, 2015). Standarden definerer også for hvilke type egenskaper både naturlig og resirkulert tilslag må ha. For naturlig tilslag stilles det en rekke krav i henhold til motstand mot knusing, form og innhold av kalkstein, sulfat og svovel (Meløysund, 2015).

Det finnes flere fordeler med å knuse betong. Det har lenge vært kjent at betong i seg selv «spiser» CO₂. Ved knusing av betong øker overflate eksponeringen og mer CO₂ blir absorbert. Dette skjer gjennom en prosess som kalles karbonisering, hvor CO₂ trenger seg naturlig inn i betongen. Karbondioksidet i luften og vannet reagerer med kalsiumhydroksidet i betongen, og danner kalsiumkarbonat (Seehusen, 2013). Det er ulike anslag over hvor mye CO₂ som tas opp, men i fagmiljøet anslås det at mellom 60-80% av CO₂-utslippene fra produksjon blir tatt opp i et livsløpsperspektiv.

Det er ikke bare positive faktorer ved å gjenbruke betong som tilslag, da det krever ekstra mengder med vann og sement for å kunne produsere betong med lik støpelighet. Dette fjerner den sirkulærøkonomiske effekten, da produksjon av betong med stor andel resirkulert tilslag vil øke sement- og vannforbruket (Deloitte, 2022).

2.17 Rehabilitering av konstruksjoner

Det er satt en rekke klimamål og for å nå disse er det avgjørende å gjøre kutt i utslipp fra bygningsmasser. Fra livsløpsanalyser fra over 120 prosjekter viser det seg at å rehabilitere bygg lønner seg i høyere grad enn å bygge nytt. De utførte livsløpsanalysene har tatt i beregning alt av bygningens klimautslipp, bruksfase og transport av materialer helt frem til demolering (SINTEF, 2022). I et sirkulærøkonomisk perspektiv er rehabilitering av en konstruksjon det beste tiltaket dersom konstruksjonen ikke lengre er funksjonelt og krever store oppgraderinger (Skullestad, 2021). En annen fordel ved rehabilitering er at en unngår problematikken som kan oppstå med dokumentasjon for gjenbruk.

Selv om et nyere bygg har fordeler som lavere energibruk, er det utført forskning som viser det vil ta et tiår før denne fordelene vil utligne belastningene fra utslippene som oppstår ved oppføringen av et nytt bygg (Nitter, 2020). Dette gir antydninger om at rehabilitering er bedre egnet i et 30-årsperspektiv, og vil være miljømessig bedre både på kort- og mellomlangt sikt. Skader på betong er et større problem, som både påfører virksomheter, bygg og andre betongkonstruksjoner store kostnader. Dette skjer på grunnlag av at betongen utsettes både for kjemiske og fysiske belastninger over tid. Dette gjelder belastninger som frost, luftforurensing, fukt, veisalt, etc. Dersom det oppstår sprekker eller risser i betongen grunnet temperaturforskjeller, fuktighet, overbelastning eller mangelfull armering, kan skadelige stoffer

trenges seg inn i materiale. Dette akselerer nedbrytningen, og forverrer en eventuell gjenbruksprosess (Multikraft, u.å.).

Andre vanlige skader er avskalling og erosjon. Forekommer det avskalling er dette et direkte tegn på armeringskorrosjon eller frostskafer. I likhet med sprekker, vil også avskalling føre til at flere skadelige stoffer vil trenge inn i betongen. Armeringskorrosjon oppstår dersom to faktorer inntreffer samtidig. Faktor nummer 1 er karbonisering, mens faktor nummer 2 er at betongens fuktinnhold er høyt nok. Når det forekommer korrosjon ved armeringen, øker stålets volum og danner sprekker i betongen (Multikraft, u.å.).

Det finnes en rekke metoder en kan rehabilitere betong på, samt unngå de overnevnte skadene. Dette gjelder blant annet metoder som realkalisering av karbonisert betong og kloriduttrekk av kloridinfiltrert betong (Byggforsk, 2021).

2.18 Dagens regelverk for gjenbruk

Riveavfall bestående av betong og tegl er beregnet som gode resurser, er det allikevel ikke bare å bruke materialene på nytt. Dette kommer på grunnlag av at byggavfallet kan ha fått i seg farlige stoffer fra enten maling, overflatebehandlinger, isolasjon eller puss (Statsforvalteren, 2014). Farlige stoffer strekker seg fra blant annet bly og kadmium, til tungmetaller, PCB, asbest og ftalater. Det er også avgjørende å vite hvor materialene kommer fra, da betong fra industribygg kan være tilsølt av olje eller andre kjemikalier. Det er Avfallsforskriftens kapittel 14A som må brukes og følges dersom en bruker betong fra riveprosjekter (Statsforvalteren, 2014).

Ved bruk av forurensingsloven §32, skal næringsavfall i utgangspunktet sendes til et lovlig avfallsanlegg. Det er imidlertid åpnet for at materialene kan gjenvinnes eller brukes på en ny måte dersom det er gunstig og tjener et nyttig formål. Et nyttig formål er at avfallet erstatter plukk i planlagte bygge- og anleggstiltak. Dette gjelder ved etablering av veier, støyvoller, parkeringsplasser eller rehabilitering av områder hvor det har foregått gravearbeid (Miljødirektoratet, 2019). Mengden betongmasse som blir brukt må være egnet for hva som er ment. Dette betyr at det ikke må være i overflod over hva som er behovet. Bruk av betongavfallet må ikke stride mot forurensingsloven §7 som vektlegger at det er forbudt å «ha,

gjøre eller sette verk noe som kan medføre fare for forurensing uten det er lovlig etter §§8 eller 9». Dersom det finnes fare for forurensing må en søke om tillatelse for dette etter forurensingsloven §11. Dersom gjenbruket ikke vil føre til nevneverdig skader, er det ikke nødvendig å søke etter forurensingsloven §11, jf. Forurensingsloven §8 tredje ledd.

Vedrørende regelverk for gjenbruk, foreligger det også visse krav som være oppfylt av det gjenbrukte materialet. I Norge må betong oppfylle standarden NS-EN 206+NA. Denne standarden legger også føringen for hvilke standard tilslaget må oppfylle. Denne standarden er kalt NS-EN 12620+NA, og inneholder krav og spesifikasjoner for kvalitetene tilslaget må inneha (Meløysund, 2015). Standarden inneholder blant annet hvilke begrensinger for hvor mye tilslag en kan bruke. Dette gjelder blant annet en maksimumsgrense på 30% resirkulert tilslag i ny betong. Likevel poengteres det at det kan anvendes større mengder resirkulert tilslag så lenge det er blitt tatt med i prosjekteringen og spesifisert i betongspesifikasjonene (Meløysund, 2015).

2.18.1 TEK17, DOK og CE-merking

Forskrifter som Tekniske forskrift (TEK17) og Byggvareforskriften (DOK) setter krav til bruk av materialer som egner seg for ombruk og materialgjenvinning (Direktoratet for byggkvalitet, 2018). TEK17 retter krav mot materialene som blir valgt. Dette gjelder krav som dokumentasjon om materialets brann- og konstruksjonstekniske egenskaper, sammen med hvilke miljø- og helseskadelige stoffer dem inneholder. Byggvareforskriften (DOK) setter krav rettet mot materialets dokumentasjon gjeldende styrke, stabilitet, brannsikkerhet, helse, miljø, sikkerhet, etc. (Direktoratet for byggkvalitet , 2021). Uansett hvilke opprinnelse byggematerialet har må det tilfredsstillende og oppfylle kravene satt av TEK17 og DOK. Kravene fra disse er beregnet for produksjon av nye elementer, og det er blitt unnlatt å beskrive hvordan eldre materiale kan bli dokumentert for ombruk. Dersom et produkt blir levert i henhold til europeiske tekniske krav og spesifikasjoner, blir produktet levert med en CE-merking. CE-merking, Conformité Européenne, er produsentens måte å understreke tilsynsenhetens godkjenning av produktets kvalitet og oppfyllelse av sikkerhetskrav (DSB, u.å.). I Norge foreligger det samme krav for gjenbrukte produkter og nyproduserte byggematerialer.

2.19 Tilretteleggelse for ombruk og gjenvinning

Gjenvinningsprinsipper for betong er likestilt med gjenvinning for tegl, og utgjør den største avfallsfraksjonen i næringen. Tilsvarende, forekommer det store CO₂ utslipp ved produksjon av sement. Det er på bakgrunn av dette at det foreligger stor viktighet i å gjenbruke betong. Når betong knuses for å gjenvinnes, forekommer det en rekarbonatisering av betongen. Dette betyr at CO₂ utslipp under produksjonen tas opp igjen i betongen. For maksimal effekt av rekarbonatisering, må betongen knuses ned til 1-8 mm størrelse (Leland, 2008).

Det finnes en rekke måter å forbedre tilrettelegging for ombruk og gjenvinning av betong. Et forbedrings potensial foreligger ved å utvikle bedre demonterbare metoder for avstivning av betongkonstruksjonene. Dette kan for eksempel gjøres med skruer eller bolter. Dette kan kreve enda mer avstivning ved hjelp av veggskiver, men kan forsvares med at elementene kan gjenvinnes. I dag forekommer avstivningen med å støpe fast betongdekkelementene i endene. Dette gjør det vanskelig å demontere (Leland, 2008). Det er også lettere å bruke betongelementer på nytt og gjenvinne dersom dem er produsert for å kunne bli demontert. Leland (2008) forteller at dersom en tar i bruk demonterbare elementer, unngår en bruk av kjemiske festemetoder som for eksempel støping, liming og sveising. Dette betyr at en reduserer materialforurensing og avfall. Ombruk av generelle betongvarer gjelder ellers prefabrikkerte betongelementer som elementbroer, midtdelere eller tunnelelementer.

Det er utarbeidet en enkel generell regel for hvordan en skal prosjektere for demontering. Dette gjelder å prosjektere komponentene med festemetoder som er reversible. Dette betyr å kunne bruke betongelementene flere ganger, hvor de ikke blir skadet for hver gang de monteres eller demonteres (3xN, 2016). Dette prinsippet kalles «Design for disassembly», hvor formålet er å kunne optimalisere måter en konstruerer elementer og forbindelsene mellom dem på. Fordelene med dette er ikke noe en vil merke med engang, men flere år etter prosjektets slutt. 3xN Architects (2016) fremmer da at komponentene vil ha mindre klimaavtrykk enn andre tradisjonelle komponenter, samtidig som de vil være lettere å vedlikeholde og produsere mindre avfall.

Statsbygg gjennomførte et forskningsprosjekt som har undersøkt og vist at demontering av prefabrikkerte betongelementer er mulig. Dette gjaldt særlig mindre bygningselementer med relativ lav volumvekt (Sørnes, et al., 2014). Andre utfordringer ved gjenbruk foreligger ved

allerede etablerte bygninger da dem ofte ikke er bygget med et formål om å kunne gjenbrukes eller omstilles til nytt bruk. En annen teknisk utfordring er dokumentasjon og rapportering (Sørnes, et al., 2014). Andre metoder som kan øke tilrettelegging for ombruk, er for eksempel insentiver, miljøsertifisering eller økonomiske strukturer og ordninger som støtter forskning rettet mot gjenbruk og sirkulærøkonomi.

3.0 Metode

Metode er en forklaring på hvilke måter relevant informasjon er anskaffet. Denne prosessen skal gjennomføres planmessig og strukturert (Tranøy, 2019). Ved utførelse av en forskning er det avgjørende å bruke riktig metodikk, da det er metodikken som avgjør hvilken type informasjon som vil bli tilgjengelig. Ved bruk av riktig metode på en strukturert og planmessig måte, følger man en definert og presis vei mot oppgavens mål (A. Johannessen, 2016). En metode er ikke bare en undersøkelsesteknikk, men snarere en læren om hvordan en skal samle inn informasjon, organisere og bearbeide informasjonen, hvor en til slutt analyserer og tolker stoffet som er samlet inn. Informasjonen som blir innhentet omtales som teori og empiri, og det er metoden som innhenter dette (A. Johannessen, 2016).

I kapitlet vil det også presenteres hvordan og hvilke fremgangsmåter som er anvendt for å samle inn nødvendig empiri og teori for oppgaven, hvordan intervjuene ble gjennomført, hvordan problemstillingen ble formet, hvilke intervjuobjekter som ble valgt og teoriens relevans for oppgaven.

3.1 Identifisering av forskningsområdet og problemstilling

I følge Bryman (2016) skal enhver forskningsprosess starte med utarbeidelse av en problemstilling. Det er problemstillingen som vil føre og lede an hvordan forskningen skal ta form, da det er problemstillingen som bestemmer forskningsdesignet og anvendt litteratur. Olsson (2011) fremmer at en problemstilling ikke nødvendigvis trenger å bare være et spørsmål, men kan like gjerne være flere. Olsson (2011) stiller også en rekke krav til utformingen av problemstillingen som må oppfylles. Dette er krav som at problemstillingen skal være entydig, avgrenset og faglig relevant (Olsson, 2011).

Arbeidet med problemstillingen i denne masteroppgaven startet etter første semester 2021. Gjennom flere innvendinger, nye læringsmomenter, åpne samtaler og sparringspartnere har oppgavens problemstilling blitt sammensatt. En fasinasjon av sirkulær økonomi og gjenbruk startet interessen og avgjorde at dette ville være masteroppgavens overordnende tema. Samtaler og sparring med veileder, Carmel Margaret Lindkvist, satt problemstillingen inn på gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv.

3.2 Identifisering av litteratur og bruk av kjedesøk

Etter konkretisering av forskningsområdet og problemstilling, ble det gjennomført undersøkelser for å finne relevant litteratur. En benyttet metode for innhenting av litteratur var kjedesøk. Kjedesøk er en form for metode hvor en tar utgangspunkt i tidligere skrevet artikler og bruker deres kilder og sitater til egen fordel (Hørmann, 2011). Fordelen med bruk av kjedesøk, er at fagfelleverderte artikler ofte har gjennomført mer omfattende undersøkelser når det kommer til valg av litteratur. Dette er med på å forenkle min innhentingsprosess. Likevel har ikke kjedesøk vært nok, da det har vært nødvendig å bruk databaser som Google Scholar og Oria for å finne tilstrekkelig litteratur. Disse søkene ble gjort med rettet fokus mot oppgavens tema. Blant annet, ble søkeordene «sirkulær økonomi», «verdiskaping», «gjenbruk», «avfallshåndtering» og «betong» tungt anvendt med forskjellige sammensetninger. Det finnes mye litteratur rundt temaet og problemstillingen ble derfor svært omfattende. Dette gjorde innhenting av relevant teori svært tidkrevende, da det finnes en rekke artikler som fremla mye informasjon, men ikke nødvendigvis noe nytt for oppgaven.

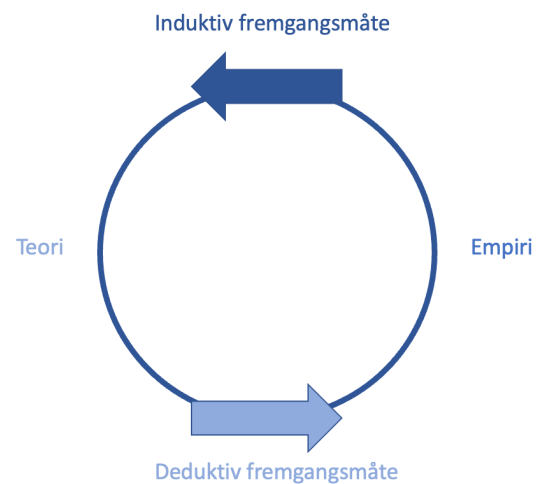
3.3 Valg av forskningsdesign

Før en starter et forskningsprosjekt er det viktig å stille seg de riktige spørsmålene slik at problemstillingen kan bli besvart på best mulig måte. Dette gjelder spørsmål som «Hva er det jeg skal undersøke?», «Hvem skal jeg få informasjon av?» og «Hvordan skal jeg gjennomføre dette?» (A. Johannessen, 2016). I likhet med de uendelige problemstillingene som kan bli utformet, er det mange måter en kan utforme oppgavens forskningsdesign på. Et forskningsdesign kan enten utformes på den måten at en undersøker i dybden(intensivt) på hvilke egenskaper som foreligger ved hendelser eller fenomen, eller motsatt om en ønsker å undersøke mer i bredden(ekstensivt). Det finnes ulemper og fordeler med begge fremgangsmåtene. En ulempe er for eksempel at man i dybdeundersøkelser minimerer muligheten til å gjøre resultatet av undersøkelsen generalisert. En fordel er på en annen side at en tilegner seg god kunnskap på detaljnivå ved den bestemte hendelsen. Undersøker man mer i bredden dekker man over en større mengde informasjon som gjør ting lettere å generalisere for andre lignende hendelser.

Masteroppgavens formål er å undersøke hvordan gjenbruk av betong praktiseres hos forskjellige aktører, sammen med hva som skal til for å øke gjenbruken. Fra dette, kan disse metodene og nye tenkemåtene anføres nye eller eksisterende prosjekter i et sirkulærøkonomisk perspektiv. Det har derfor vært hensiktsmessig å utføre en dypere undersøkelse. Dette er på bakgrunn av at formålet er å finne en grundig, erfaringsbasert beskrivelse av læringsmomenter for å forstå eventuelle utfordringer, vanskeligheter, muligheter og beslutninger for gjenbruk av betong fra forskjellige aktørers perspektiv. Det er et mål å videreformidle denne informasjonen for å kunne gi verdiskapning og utvikling i et bærekraftig perspektiv.

3.3.1 Forskningstilnærming

Denne forskningen er orientert hovedsakelig rundt to tilnærminger, enten induktiv eller deduktiv. Disse fremgangsmåtene er ifølge Sander (2020) de eneste måtene å tenke logisk på. Forskjellen mellom disse fremgangsmåtene er hvordan en forholder seg til relasjonen mellom teori og empiri. Valg av fremgangsmåte avgjør i stor grad hvordan en vil forholde seg til både problemstilling og analysen av innhentet data (Sander, 2020).



Figur 11 Egenprodusert: Induktiv og deduktive studier, forhold mellom teori og empiri (Sander, 2020)

Ved bruk av deduktiv metode tar man utgangspunkt i hvilken teori som foreligger for en hendelse eller fenomen. På denne måten danner en seg forventinger om fenomenet, som igjen vil bli testet med empiri for å enten avkrefte eller bekrefte teorien som foreligger. I motsetning, vil man ved bruk av induktiv metode ta utgangspunkt i virkeligheten hvor en forsøker å utvikle og danne teori gjennom en åpen studie av virkeligheten (Sander, 2020). Dette gjelder for eksempel ved utførelse av en rekke undersøkelser for så å danne teori basert på innhentet empiri.

Valget av hvilken metode en velger å utføre baserer seg på hva som er ønsket resultat. I likhet med dette, er valget også påvirket av faktorer som tid og økonomi. En annen påvirkning er også om temaet en ønsker å undersøke er nytt, eller om det finnes gode forhåndskunnskaper før prosjektet er i gang. For denne oppgaven, er det valgt å bruke den deduktive metoden, da det

finnes masse relevant teori tilgjengelig. Det er spennende å se hvilke andre faktorer som enten bekrefter eller avkrefter teorien.

3.4 Valg av forskningsstrategi

I likhet med valg av forskningsdesign og hvilke spørsmål en skal stille seg for å svare riktig på problemstillingen, er det like viktig å vite hvilken forskningsstrategi en skal anvende. Forskningsstrategi handler om å velge ut hvilke metode en skal velge for å besvare og innhente teori. Det er her en da stiller seg spørsmålene «Klarer jeg å få nok og nødvendig informasjon ved observasjoner og tall?» eller «Er informasjonen jeg leter etter erfaringsbasert eller kan det tallfestes?». Det finnes to hovedmetoder for å innhente nødvendig informasjon. Disse metodene er kalt kvalitativ og kvantitativ metodetilnærming (Andersen, 2019). Metodene skiller seg fra hverandre med hvilken informasjon de samler inn og hvordan dette gjøres. I kvantitativ forskning samles det inn informasjon som kan enten tallfestes eller bli uttrykket i tall. Denne forskningsmetoden er vanlig dersom man ønsker å undersøke fenomen eller hendelser i et bredt perspektiv (Andersen, 2019). Kvalitativ forskning vil på en annen side samle inn informasjon som ikke vil la seg tallfeste. I større prosjekter er det ikke uvanlig å utføre begge metodene. I denne oppgaven vil den kvalitative metodetilnærmingen benyttes. Dette er fordi informasjon nødvendig for å besvare oppgavens problemstilling er erfaringsbasert, og den kvalitative metoden er fleksibel og tillater utfylte og detaljerte svar.

Problemstillingen omhandler hvordan det kan praktiseres mer gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv. Forskjellige aktører kan ha ulike erfaringer, noe som gjør det viktig å danne et helhetlig bilde av gjenbruk av betong. Det er disse ulikhetene og meningene som er ønskelig å få frem i oppgaven. Det er på bakgrunn av dette at en kvalitativ metode er anvendt i denne oppgaven.

3.5 Anvendt fremgangsmåte

Denne masteroppgaven tar utgangspunkt i en problemstilling og fire forskningsspørsmål. Formålet med disse er å undersøke hvordan det kan praktiseres mer gjenbruk av betong i et sirkulærøkonomisk perspektiv. Det vil det også undersøkes hva sirkulærøkonomi er i betong- og sementindustrien, hvilke type og mengde avfall det produseres, hvordan en kan oppnå

høyere grad av sirkulær økonomi i industrien, og hvilke utfordringer og muligheter som foreligger. For å undersøke dette er oppgaven formet etter en studie med metodiske tilnærminger som litteraturstudie og kvalitativ metodetilnærming.

3.5.2 Litteraturstudie

Ved utførelse av en litteraturstudie er det viktig å undersøke nøye hvilken litteratur en velger å etterfølge og studere. Formålet med teorien er å analysere stoffet til en er kjent med valgt tema for å opparbeide seg egne mening og tanker (Yin, 2009). Ved utarbeidelse av problemstilling og forskningsspørsmål, ble det i tidligfase av rapporten utført en grundig litteraturstudie for å danne et helhetlig bilde av hvordan situasjonen er. Gjennom sparring med foreleser og aktører i bransjen, fant jeg ut at en undersøkelse rettet mot gjenbruk av betong og sirkulær økonomi er temaer med mye relevant og spennende teori, sammen med at det er veldig fremtidsrettet. Dette utgjorde stor betydning for utformingen av problemstillingen. Tilnærmingen for å innhente nok relevant teori startet med å søke etter nøkkelord i tilgjengelige databaser. Dette gjelder blant annet databaser som Scholar og Oria, men det ble samtidig anvendt en rekke publiserte dokumenter fra Regjeringen, Miljødirektoratet, SINTEF og interne dokumenter fra andre selskap. Den innhentede teorien fungerer som teoretisk rammeverk for oppgaven og vil bli brukt som grunnlaget i den deduktive studien og sammenlignes med innsamlet empiri.

Når man bruker informasjon som er skrevet av andre er det viktig at en har en forståelse for at alt en leser ikke trenger å være nøyaktig, og at det derfor er viktig å være kildekritisk i utvelgelsesprosessen. Det ble derfor valgt å utføre et prinsipp kalt TONE-prinsippet, som består av nøkkelordene (Roland & Thilesen, 2018):

- Troverdig
- Objektiv
- Nøyaktig
- Egned

3.5.2 Kvalitative intervjuer

Det er blitt gjennomført seks intervjuer med aktører i byggenæringen. Temaet for intervjuet har vært gjenbruk, sirkulær økonomi, hvordan sirkulær økonomi praktiseres hos dem og andre relevante spørsmål omhandlende byggavfall. Ved utvelgelse av intervjuobjekter var dette noe vanskelig å velge da det var flere innfallsvinkler som var viktig for oppgaven. Det ble derfor tidlig i oppgavens livsløp kontaktet en rekke aktører i bransjen for å gjennomføre åpne samtaler. Fra dette, ble det utført tre åpne samtaler med forskjellige aktører for å finne problemstillinger, innfallsvinkler og eventuelle intervjuobjekter. Etter disse samtalen ble oppgavens problemstilling formet. Det ble bestemt å sikte inn på seks intervjuobjekter som ble nevnt gjennom disse samtalen. Fordelen med slike samtaler og intervjuer er at en får frem subjektive meninger fra intervjuobjektene (A. Johannessen, 2016).

Det ble i denne oppgaven intervjuet aktører med forskjellig bakgrunn, fra ulike selskaper og avdelinger i bransjen. Dette inkluderer avfallsmottak, deponier, entreprenører og produsenter. Kontakten med disse ble etablert først gjennom en introduksjon av oppgaven til de representative selskapene, før de assisterte med å finne riktige intervjuobjekter. Enkelte intervjuobjekter videresendte også kontaktinformasjon til andre aktuelle kandidater. Selskapene som er intervjuet i denne oppgaven er Lindum, Maskinentreprenørens Forbund, Unicon, NCC, et anonymisert selskap, samt en doktorgradsstudent innenfor forskningsområdet avfall fra byggenæringen. En viktig faktor å fremme, er at intervjuobjektene vil refereres etter bedriftsnavn i resultat- og diskusjonsdelen. Dette betyr derimot ikke at deres meninger stemmer overens med hele bedriften og vil heller ikke representere bedriften i sin helhet. Informasjonen som er gitt er basert på deres egne personlige oppfatninger og erfaringer. For å anvende deres stilling, navn og selskapsnavn ble det søkt om godkjenning fra Norsk senter for forskningsdata (NSD). Alle navngitte intervjuobjekt har blitt informert, samt underskrevet en godkjenning for bruk av denne informasjonen, se vedlegg 2.

Alle intervjuene ble gjennomført på teams, med en varighet mellom 20 til 50 minutter. Det ble stilt få oppfølgingsspørsmål utenom intervjuguiden som ligger vedlagt. Likevel ønsket enkelte å snakke ekstra om ulike temaer, noe hvert intervjuobjekt var hjertelig velkommen til. Informasjonen som da ble gitt ble brukt i oppfølgingsspørsmål i de neste intervjuene. Etter gjennomført intervju, ble intervjuene transkribert. Det var forhåndsbestemt hvilke spørsmål fra intervjuguiden som ville bli brukt til å besvare hvert forskningsspørsmål. De transkriberte

intervjuene ble sammenslått og svarene fordelt under hvilke forskningsspørsmål de kunne besvare. Deretter ble intervjuene ført sammen, hvor neste prosess var å finne likheter og motsetninger, før de ble stilt opp mot/med hverandre. På denne måten ble teksten helhetlig, og kan anvendes i diskusjonskapittel.

Tabell 1 Intervjuobjekter

| Fagperson | Stilling | Selskap |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Betongprodusent | Anonym | Anonym |
| Sverre Huse-Fagerli | Fagsjef | Maskinentreprenørens Forbund |
| Adam Pearce | Miljøgeolog | Lindum |
| Berit Petersen | Teknologileder | Unicon |
| Mette Hjulmand Erbs | Leder av miljø og bærekraft | NCC |
| Stipendiaten | CE-Doktorgradsstipendiat | Handelshøyskolen BI |

Som en start ble hvert intervjuobjekt spurt om deres tidligere erfaringer og bakgrunn, deres tanker om sirkulær økonomi og hvordan det fungerte i betong- og sementindustrien i dag. Fra dette, ble intervjuene ledet inn på hvilke gjenbruks metoder de utøver for betong og annet materiale, deres tanker om dagens regelverk og hvordan de håndterer det. Det var viktig at det også at det ble spurt om hva de mener skal til for at gjenbruk skal praktiseres mer, bli kostnadseffektivt og et praktisk alternativ fremfor bruk av jomfruelige materialer. Intervjuene gikk også inn på hvilke muligheter og utfordringer de så for seg for gjenbruk, hvem de mener skal betale dette og hva deres tanker om hva en optimal betong konstruksjon er. Intervjuobjektene er alle involvert i byggebransjen, men jobber innenfor ulike bedrifter, enten i avfallsmottak, eller som betongprodusenter og entreprenører. Sett bort i fra arkitekter og byggherrer, som i denne oppgaven ikke er blitt intervjuet, er intervjuobjektene gode representanter for verdikjeden til sirkulær økonomi for betong.

3.6 Hva er informantenes bakgrunn og erfaring?

Det foreligger stor og bred erfaring hos intervjuobjektene, og for å kartlegge dette og øke oppgavens reliabilitet, vil intervjuobjektene presenteres nedenfor.

Betongprodusent har stor kunnskap om miljø og lavkarbon betong. Intervjuobjektet har lang erfaring innen betong, hvor spesialitetene strekker seg fra fersk og herdet betong, til sertifiseringer.

Sverre Huse-Fagerli (MEF) er fagsjef for gjenvinningsavdelingen i Maskinentreprenørens Forbund og har jobbet der i 9 år. Dette forbundet organiserer over 50 private avfallsselskaper rundt om i landet. Denne jobben har stor forbindelse med materialgjenvinning, håndtering av avfall, samt også rehabilitering og riving av bygg. Huse-Fagerli har vært med å organisere NHP-nettverket som er en nasjonal handlingsplan for bygg og avfall. Huse-Fagerli poengterer viktigheten av gjenbruk av materialer, og ser på betong som en viktig del for å oppnå målsetningene for kildesortering og materialgjenvinning.

Adam Pearce (Lindum) har jobbet nå i Lindum i 4 år som Miljøgeolog. Fra tidligere har Pearce erfaring fra oljeindustrien innen petroleumsgnologi. Etter noen år bestemte han seg for å prøve noe nytt og gå videre inn på noe mer miljømessig. I Lindum jobber Pearce med forurenset grunn, sammen med gjenvinning av massene som kommer på deponi. Pearce er aktivt med på å finne løsninger, da de nye løsningene ofte står for mye av inntektene i Lindum. Dette innebærer hvordan gjenvinne forurenset masse, betong og andre masser.

Berit Petersen (Unicon) er teknologileder i Unicon. Unicon er den største selvstendige betongleverandøren i Norge. Union produserer rundt 850.000 kubikk i løpet av et år. Dette er omtrent 20% av det totale volumet i Norge. Petersen har bred erfaring og startet sin karriere som sivilingeniør og lagde tilsetningsstoffer til betong. Etter hvert dro hun videre til Unicon i en begrenset periode før hun dro til Entreprenørservice og drev med betongrehabilitering. Etter dette var hun i Multiconsult som rådgiver for betongteknologi, før hun til slutt igjen endte opp hos Unicon som teknologileder.

Mette Hjulmand Erbs (NCC) er leder av miljø og bærekraftig i NCC, hvor hun har jobbet i 5-6 år. Tidligere har hun vært med i prosjekt og fungerte som miljørådgiver med BREEAM og miljøarbeid. I dag jobber Erbs med alt som har med bærekraft å gjøre, både sirkulær økonomi, utslippsfrie byggeplasser og ytre miljø. Erbs har også tidligere jobbet i EU kommisjonen.

Doktorgradsstipendiat (Stipendiaten) fra Handelshøyskolen BI, institutt for strategi & entreprenørskap. Stipendiaten skriver for øyeblikket en avhandling om bransjens samarbeidsevner i overgangen til en sirkulær økonomi. Stipendiaten har ikke erfaring fra bransjen eller prosjekter enda, men informasjonen gitt vil i oppgaven benyttes for å utdype eventuelle punkter, meninger og tankeganger fra andre intervjuobjekter. Stipendiaten har selv et eget prosjekt omhandlende aktører i bransjen kalt «earthresQue». Dette prosjektet har som formål å identifisere barrierer og hinder i bransjen for bærekraft.

3.7 Evaluering av metoden

I enhver oppgave fokuseres det alltid på oppgavens reliabilitet og validitet. Verdien av det leseren leser avhenger ofte på hvor troverdig stoffet er. Ved kvantitativ metode kan en enkelt spore opp den brukte kilden og fastslå om kilden er reliabel eller ikke. På en annen side, er det vanskeligere å fastslå en kildes reliabilitet dersom det anvendes en kvalitativ metode basert på de samme kriteriene. I kvantitativ forskning omfattes stoffet reliabilitet ofte på hvordan dataen behandles, mens reliabiliteten i den kvalitative forskningen dømmes på helheten (Polit & Beck, 2017). Denne oppgaven har rettet stort fokus mot å snakke med aktuelle aktører i markedet som både har erfaring innen sirkulær økonomi, og som kan bistå med informasjon omhandlende betong- og sementindustrien for å styrke oppgavens reliabilitet og validitet.

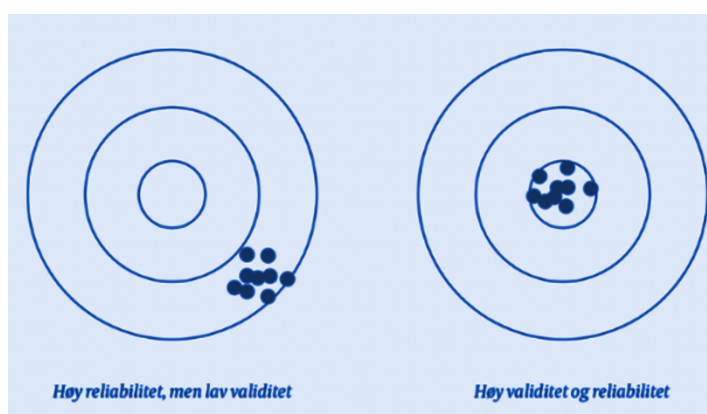
Tabell 2 Oversikt over fremgangsmåte

| Fagperson | Stilling | Lengde i minutter | Fremgangsmåte |
|---------------------|-----------------------------|-------------------|---------------|
| Betongprodusent | Anonym | 46 | Teamsintervju |
| Sverre Huse-Fagerli | Fagsjef | 23 | Teamsintervju |
| Adam Pearce | Miljøgeolog | 32 | Teamsintervju |
| Berit Petersen | Teknologileder | 40 | Teamsintervju |
| Mette Hjulmand Erbs | Leder av miljø og bærekraft | 28 | Teamsintervju |
| Stipendiaten | CE-Doktorgradsstipendiat | 21 | Teamsintervju |

3.7.1 Relabilitet og validitet

Det har vært viktig å utføre flere intervjuer med forskjellige aktører i bransjen, både betongprodusenter og brukere for å både finne likheter, ulikheter og motsetninger. Fra intervjuene finner man for eksempel en motsetning om tolkningen av dagens regelverk. Når en intervjuer flest mulig vil svarene en innhenter fremme et bedre og mer utfyllende resultat. På denne måten vil oppgavens reliabilitet og validitet økes, samtidig som informasjonen og oppgavens konklusjon vil kunne anvendes som relevant til flere andre prosjekter og generaliseres over eiendomsbransjen. Hvert enkelt intervjuobjekt fikk også tilsendt intervjuguiden på forhånd. Dette ble gjort på bakgrunn av å gi kandidaten mulighet til å undersøke hvert spørsmål, og stille sterkere forberedt til intervjuet. På den måten kunne svarene være mer utfyllende, enn dersom kandidaten bare hadde fortalt sine egne personlige meninger.

Ved gjennomførelse av kvalitativ metode er det vanskelig å bedømme informasjonens troverdighet (Andersen, 2019). Dette baserer seg i at informasjonen er vanskelig å spore eller festes i noe konkret. Derfor vil reliabiliteten i en kvalitativ forskning dømmes på hele



Figur 12 Vurdering av validitet og reliabilitet (Pripp, 2018)

forskningen (Golafshani, 2003). Validiteten i rapporten er hvorvidt svaret på problemstillingen er gyldig for alle. Når det kommer til validitet, kan dette deles inn i ytre og indre validitet. Indre validitet omhandler om resultatet er gyldig for studiet, mens ytre validitet fremlegger om resultatene er gyldige under andre omstendigheter, betingelser og andre utvalg (Pripp, 2018).

3.8 Etikk

Ved utførelse av en forskning er det viktig å ta hensyn til og tenke over hvilke påvirkninger en forskning kan påvirke dem det forskes på. Jacobsen (2015) påpeker at samfunnsvitenskapelige undersøkelser har konsekvenser for dem og samfunnet som blir undersøkt.

Denne forskningen ble meldt inn til Norsk Senter for Forskningsdata (NSD). Dette er en digital plattform som man er pliktig til å melde seg inn i dersom man skal behandle personopplysninger i et forskningsprosjekt. I dette prosjektet blir det anvendt personopplysninger som kan linkes tilbake til enkeltpersoner, og det har derfor vært viktig å forsikre at opplysningene behandles på en redelig måte slik at det ikke oppstår usikkerheter hos intervjuobjektene. For å få tillatelse for å bruke deres opplysninger, ble alle intervjuobjektene tildelt et informasjonsskriv, vist i vedlegg 2, som forteller hvilke opplysninger som vil bli brukt som dem må underskrive.

4.0 Funn fra den kvalitative metoden

Dette kapitlet vil fremlegge funn gjort ved gjennomførelse av dybdeintervjuer med intervjuobjektene. For å kunne besvare problemstillingen på en redelig måte, er forskningsspørsmålene lagt til grunn for utformingen av kapitlets struktur. Gjennom teksten vil det komme løpende sitater fra intervjuobjektene, men grunnet ekstern forespørsel fra aktørene vil det ikke refereres til hvem som er sitert. Det vil også i kapittel 4.5 oppsummeres hvorfor denne tematikken er relevant for eiendomsutvikling.

4.1 Hva er sirkulær økonomi i betong- og sementindustrien?

Flere av intervjuobjektene har et godt bekjentskap og erfaringer med sirkulær økonomi. Betongprodusent mener det er svært omfattende da det finnes flere forskjellige aspekter ved sirkulær økonomi i industrien. Dette gjelder ikke bare aspekter som sirkularitet og gjenbruk av betong, men også for andre materialer som avfallsstoffer, vaskevann og slam. MEF forklarer sirkulær økonomi som en tankegang hvor man ikke bruker mer av ressursene enn nødvendig, samtidig som en gjenbraker ressursene en allerede har tatt ut av naturen. NCC mener sirkulær økonomi er et emne som må integreres bedre og forteller at de er en stor pådriver for dette i hvert prosjekt. Unicon forteller at dem gjenbraker mye knust betong som tilslag, samt at de utfører gjenvinning av andre materialer. Dette gjelder materialer som flygeaske og silika. Dette er avfallsstoffer som kommer fra opprinnelig produksjon og blir brukt igjen i andre prosesser.

Ved spørsmål om hvorfor en god ressurs som betong havner deponi, forteller enkelte av intervjuobjektene at sirkulær økonomi er viktig, men at det er det økonomiske aspektet som er vanskelig. Vedrørende spørsmål om hva de mener skal til for at en byggherre skal gå ytterligere for å etterspørre gjenbrukt betong eller resirkulert tilslag i sine prosjekter, fortelles det at å gjenvinne og produsere resirkulert tilslag er en lengre og krevende prosess. Blant annet må tilslaget CE-merkes og oppfylle krav satt av standard NS-EN 12620. Oppfylles kravene for tilslaget, vil betongen også oppfylle kravene fra NS-EN 206. Det er dette flere av intervjuobjektene forteller er grunnen for at en byggherre etterspør i liten grad gjenbrukt materiale. Rutinene for CE-merking og etterfølgelse av standarder og regelverk er krevende, samt også kostbart. Dette gjør at betong- og tilslagsprodusenter tar en høyere pris for resirkulert materiale, noe som gjør at en byggherre kan overstige sitt budsjett. Et annet funn, er at Unicon

poengterer en manglende kunnskap om regelverket og standardverket NS-EN 12620 for bruk av tilslag og gjenbrukt betong. Selv om gjenbruk i seg selv er kostbart, er også mangelen på kunnskap sett på som en stor kostnad. Dette forsinker prosesser, og gjør at store mengder betong havner på deponi.

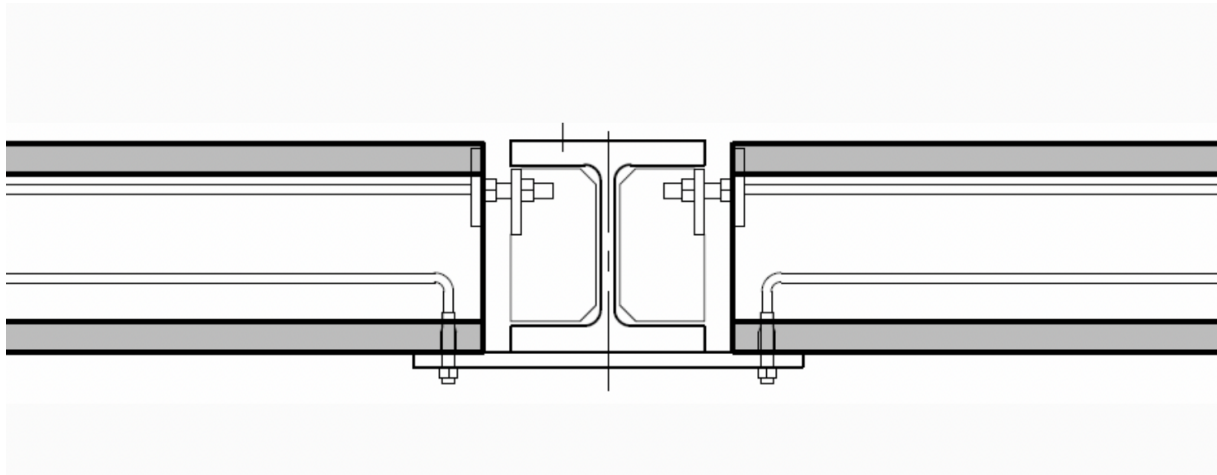
«Mange aktørene har en oppfatning at det ikke er mulig å bruke mer enn 30% resirkulert tilslag i betong. Dette er en myte og burde utbedres.»

Fra intervjuene fremmes det at industrien vet hva som skal til for å utvikle gode metoder for gjenbruk, men grunnet dagens etterspørsel og pris er det vanskelig å gjennomføre en omstilling. Dette er fordi det foreligger en viss usikkerhet om det vil lønne seg. MEF mener at det å hele tiden lage ny betong, sement og å støpe dette, samtidig som vi knuser, river og deponerer gammel betong er langt ifra sirkulær økonomi. Han mener at ingeniørene og arkitektene burde bli bedre til å bruke det som allerede er laget i dag, og planlegge ut ifra dette. Dette støttes opp av NCC, som selv mener at de må få inn ombruk i alle prosjekter og forteller at det handler om at folk må vite hva som skal til og hva som bør tas hensyn til i prosjekteringsfasen. Det fremkommer også muligheter for å modifisere stående konstruksjoner og betongelementer. MEF har forståelse for at arkitekter heller vil tegne nytt enn å bygge på andres tidligere konstruksjoner, men sier viktigheten foreligger med å ikke rive og knuse gamle bygg eller betongkonstruksjoner. Han synes vi er skremmende dårlige på å videreføre gammel betong i nye prosjekter, annet enn ved bruk som fyllmasse.

«Vi bruker ufattelig mye ressurser og tid på å rive og fjerne eksisterende bygningsmasse, men mye av massen kunne vi fint brukt igjen. Dessverre er massen forbundet med dårlig kvalitet og andre komplikasjoner, før det i det hele tatt er gjennomført små tester.»

Det har allikevel blitt gjennomført prosjekter hvor gjenbruk har blitt utført og høyt prioritert. Dette fortelles av NCC som har kontakter til et annet selskap som vant en miljøpris. I dette prosjektet forteller NCC at det forekom mye gjenbruk og sirkulærøkonomiske prinsipper, og at prosjektet til slutt også ble lønnsomt. Hun forteller grunnlaget for dette forela ved innstillingen til de involverte, sammen med en fellesbeslutning om at dette skulle de få til med god planlegging og målrettede strategier. Hun forteller at NCC enda ikke har kommet frem til en strategi for ombruk, men at de for øyeblikket fokuserer mye på å designe for senere ombruk og gjenvinning. NCC søker aktivt råd fra betongleverandører omhandlende muligheter for å sette

sammen bygg uten at elementene må støpes. Dette begrunnes med at det vil oppstå mindre avfall ved dekonstruksjon og rekonstruksjon, og vil kunne øke mulighetene for direkte ombruk. Dessverre forteller NCC at de enda ikke har fått noe gjennomslag på hvordan dette kan gjøres på en enkel måte, men at de aktivt vil holde et fokus mot det. For øyeblikket undersøker dem gjenbruksmetoder for knappe ressurser som stål.



Figur 13 Illustrasjon: Festing av betongelementer uten støping (Reiersen, 2018)

Som nevnt tidligere, inneholder sirkulær økonomi i betongindustrien flere aspekter enn bare betong. Dette fortelles av Betongprodusent, og gjelder også materialene betong er laget av. Dette gjelder for eksempel tilslag som også er under utvikling. Betongprodusent nevner at man ved produksjon av tilslag trenger alle de nødvendige materialene, som for eksempel finstoff som mangler i naturlig grovsand. Det må derfor tilsettes noe som gir et godt miljø og god kurve på tilslaget. Dette har normalt sett vært silika, men er ikke noe som brukes i dag. De måtte derfor finne andre substitutter for dette, helst i et sirkulærøkonomisk perspektiv. Som et funn, forteller Betongprodusent at de derfor bruker et deklart avfallsstoff fra silika som tilsetningsstoff for å legge inn i tilslagskurven.

I sementindustrien skjer det også mye rettet mot sirkulær økonomi. Betongprodusent forteller om et stort prosjekt hvor flere andre store aktører er involvert. Dette prosjektet vil ta for seg krav som er innenfor standardverket i andre land, og vil ta i bruk nanoteknologi og nye bindemiddel metoder. Formålet med prosjektet er å finne måter en kan bruke mindre betong og sement for å lage slankere konstruksjoner. Andre bærekraftige tiltak som også er involvert er bruk av kortreist stein og bruk av slag og flygeaske som en erstatning av klinker i sementen. Unicon forteller også at de aktivt jobber med sine sementleverandører for å kutte ned CO2-

utslippet. Samtidig sier Unicon at det også kommer stadig nye krav om miljøvern, noe som er grunnen for at dem stadig leter etter nye materialer dem kan blande med sement. Dette gjør at det vil brukes mindre sement, som igjen vil kutte CO2-utslipp.

«Klarer vi å produsere konstruksjoner som er smalere, vil det ta opp mindre areal, samtidig som det vil produseres mindre CO2-utslipp og avfall. Da er vi virkelig på riktig vei.»

Lindum ser på sirkulær økonomi som svært nødvendig i dagens byggebransje. Det kommer frem fra intervjuet at det alltid vil være bruk for et deponi, men at det finnes muligheter for å gjenvinne alt som blir deponert. Dette gjelder både betongavfall, men også andre løsninger og metoder for annet materiale. Lindum fremmer at deponiet deres har mye sigevann. På bakgrunn av dette har de etablert et renseanlegg og bruker vannet på nytt. Dette har de etablert fordi dem tror det senere vil komme krav om å rense sigevann og har derfor vært fremoverlent for å være klar før kravene kommer. Unicon forteller også at dem har sedimenteringsbasseng for vaskevann. Dette betyr at når en trommelbil blir vasket, vil det brukte vannet plasseres i sedimenteringsbassenget hvor det vil gjennomgå flere trinn. Som et funn, er vannet ved siste trinn nesten helt rent og kan brukes som vaskevann på nytt. Noen ganger forteller Unicon at vannet er så rent at det kan anvendes i ny betongproduksjon. Dersom vannet er rent nok, utnyttes mye av slamvannet i ny produksjon og det oppstår en nesten lukket sløyfe og sirkularitet for vaskevannet.

Et ønske Lindum har er å gå over til elektriske maskiner da dette er et steg i en bærekraftig retning. Dette er noe de ikke gjør i dag. Betongprodusent forteller at i deres prosjekter er det blitt tatt et stort tak i dette, hvor dem i dag har gjort store tiltak for å minimere energiforbruket på deres produksjonsanlegg. Dette gjelder blant annet for kjøretøy og fabrikkene deres generelt. Et problem i byggeindustrien er avstander, da det ofte ikke er tilgjengelig materiale på områdene prosjektet foregår. Dette betyr økte CO2-utslipp fra transport. Som et tiltak for å redusere dette, har bedriften til Betongprodusent gått over til elektriske biler, tromler og pumper. Dette er en stor prosess som har tatt tid, samtidig som det har vært kostbart. Dette må likevel gjøres for at enhver byggeplass skal ha de riktige ressurser og materialer. Betongprodusent mener at disse kostnadene må kalkuleres av byggherre, hvor byggherrer må forlenge deres budsjett og dekke slike kostnader. Blant annet fremmer Betongprodusent at dem bruker mindre strøm og fossilt drivstoff til oppvarming av vann.

4.1.1 Oppsummering forskningsspørsmål 1

I de kvalitative intervjuene finner vi en gjennomgående enighet i hvordan sirkulær økonomi foregår i betongindustrien. Den vanligste gjenbruksmetoden fremmes å være produksjon av resirkulert tilslag, fyllmasse eller betongklosser. Likevel understøttes også en metode ved å anvende allerede bygde strukturer for rehabilitering og nyttiggjørelse i fremtidige prosjekter. Dette gjelder alt fra betongelementer til grunnmurer. Det er også en viss enighet om hvor komplisert en gjenvinningsprosess for betong er. Dette kommer på grunnlag av disse krav, regel-og standardverk for resirkulert materiale. Investeringene som må gjøres for produksjonsanleggene er også veldig kostbar, hvor nytt utstyr er nødvendig, samt også utbyggelse av fabrikker. Det kommer frem en viss uvitenhet om hvem som skal betale for en slik omstillingsprosess, samt også en uenighet om forståelsen av regelverket gjeldende resirkulert tilslag. Sirkulær økonomi i bransjen viser seg å være mye mer enn bare bruk av gammel betong som tilslag i ny betong, men er også hvordan prosessene rundt produksjonen er. Dette gjelder ved bruk av andre materialer for å kunne gjennomføre betongproduksjonen, og nye tankemåter omhandlende transport og annen utnyttelse. Sirkulær økonomi i betongindustrien er derfor krevende og har mange faktorer som må innfris og tilfredsstilles. Dette gjelder faktorer som budsjett, økonomi, tidsfrister og regelverk. Dersom en av disse faktorene ikke opprettholdes, setter det sirkulær økonomi i fare for å bli oversett og unnlatt.

4.2 Hvilke gjenbruksmetoder anvendes det i betong- og sementindustrien?

MEF forteller at medlemmene hans ikke gjør stort annet enn å knuse betongen og bruke den som fyllmasse eller sende den til et godkjent deponi. Han påstår det er veldig lite kreativitet i industrien ovenfor gjenbruk av betong. Betongprodusent forteller derimot at dem utfører noe som kalles miksgesign. Dette er miljøvennlig og omhandler å bruke gammel betong som tilslag i ny betong. Dette er noe dem har forskningsprosjekter for nå, og forteller at mye av viktigheten foreligger i hva dem putter i betongen. Betongprodusent forteller at dette har noe med at tilsetningsstoffene i betongen kan være miljøfarlige. Ved å gjennomføre disse testene, oppstår også mulighetene for å kartlegge innholdet i betongen, som kan analyseres og føre til reduksjon i fremtidig bruk.

Betongprodusent forteller at viktigheten med gjenbruksmetoder for betong foreligger i kommende mangler av naturmasser. Betongprodusent følte at det naturligvis skulle vært tilslagsprodusentene som burde ta fatt og utviklet flere metoder for å produsere resirkulert tilslag, men at det endte opp med å være bedriften til Betongprodusent i stedet. Som et eksempel, begynte bedriften å utvikle prosesser for maskinsand fordi dem var fremoverlent og så muligheter. Betongprodusent tror at om 20-30 år vil deler av landet være tomme for naturmasser, og det vil derfor være nødvendig å transportere masser fra nord til sør. Dette vil være ekstremt kostbart, og ikke minst være en stor årsak for store CO₂-utslipp. Når tilgjengeligheten for naturmasser minimeres, vil prisene også øke betraktelig. Betongprodusent poengterer derfor viktigheten med å tenke nytt og utnytte ressursene som allerede er i bruk. Samtidig forteller Betongprodusent at dem forventer mye av sine leverandører. Det forventes at dem tenker nytt, sirkulært og dokumenterer det hele. Disse forventingene er noe Betongprodusent forteller har gjort dem til en ledende aktører i forhold til det å se muligheter. Dem gjennomfører også forskningsprosjekter for å utvikle grønnbetong. Ved produksjon av betong oppstår det også mye slam og andre avfall som kalles nullprodukter. Bedriften til Betongprodusent forsker derfor sammen med andre aktører på hvordan disse nullproduktene kan brukes på nytt, og fremmer et eksempel med tørrvasking. Ved tørrvasking brukes ikke slam eller vann, men det produseres en form for granulater som bygger på seg, og hver gang det brukes blir det sterkere og sterkere. Til slutt kan granulaten brukes som tilslag i ny betong.

Dersom produsentene produserer nok granulater fra slam, kan dette være med på å hindre unødvendig bruk av naturressurser i området hvor prosjektet finner sted. Dette kan også bidra

til mindre utslipp av CO₂, da det ikke vil være nødvendig å transportere tilslag fra andre steder i landet. Det fremmes også en annen gjenbruksmetode enn å bare bruke gammel betong for å skape tilslag. Denne metoden forteller MEF utøves mye av Statens Vegvesen og BaneNor da de har vært flinke til å tenke nytt. Dette en metode kalt gabioner der en bruker stein eller gammel betong til å produsere støttemurer med stålbur. Det brukes ofte knust betong i slike bur, som igjen bidrar til gjenbruk og økt CO₂-opptak grunnet betongens synliggjøring av eksponeringsflate. MEF ser på denne metoden som smart, da den tar i bruk gjenbrukt betong fremfor at ressursen havner på deponi.

«Når betongen er lagd, sementen er brent, så er jo allerede klimaavtrykket gjort. Så det å kunne bruke betongen til å absorbere CO₂ er virkelig ikke dumt.»

Lindum forteller dessverre at av de nesten 200.000 tonn betong dem mottar på deponiet hvert år blir lite til ingenting av det gjenvunnet. Det eneste dem bruker betongen til er som konstruksjonsmateriale i eget deponi. Dette gjelder utbyggelse av veier og voller. Som en annen bakside, inneholder ofte betongen dem mottar armering og andre uønskede materialer. Dette gjør en gjenvinningsprosess mer krevende og utfordrende. De har derfor startet et prosjekt, hvor Lindum er prosjektleder, som omhandler å omforme rivebetong til tilslag. Dette er et prosjekt dem utfører i samarbeid med Unicon, hvor det ble utført et pilotprosjekt i 2020. Fra dette pilotprosjektet fant de ut at tilslaget dem produserte fra rivebetongen var av like god kvalitet som naturlig tilslag og kunne brukes av Unicon for ny betongproduksjon. Lindum mente det forela stor etterspørsel for miljøprodukter, og det var derfor et stort fokus på å optimalisere denne prosessen. Lindum mente at dersom prosessen ble optimalisert, ville de øke andelen gjenvunnet betongavfall hvert år fra 3-4% til opp mot 35-40%.

Stipendiaten forteller om prosjektet [earthresQue](#), hvor de nesten utelukkende jobber med løse og store masser som sand, grus, pukk, knust betong og jord. Materialene blir vasket, hvor de forurensede materialene blir sortert ut. Siden betong ofte er forurenset blir materialet sortert ut, og bare de rene materialene går videre i vaskeprosessen i anlegget. Etter dette blir materialene sortert etter størrelse før de blir videresolgt og kjørt ut til kunder. Eksempler på dette er strøsingel som aktivt brukes i Oslo. NCC forteller at dem har lite overskuddsmateriale og er derfor usikker på hvilke gjenbruksmetoder som blir anvendt. De bestiller ofte prefabrikkerte betongelementer når mulig, fremfor å støpe. Dette resulterer i lite overskuddsmateriale og avfall. Ofte stiller byggherrer krav til avfallsmengde i deres prosjekter, noe som er hvorfor dem

opererer slik. På en annen side, dersom det er overskudd av betong, blir det hentet av en renovatør.

Unicon forteller at dersom de har mer fersk betong fra prosjekter kan de anvende det på nytt og gjenbruke. Som et eksempel, forklarte hun at dersom en tommelbil kom tilbake fra et prosjekt med en halv kubikk i trommelen, kunne de fylle på med 6 nye kubikk og kjøre det ut til andre prosjekter. Produktet som da blir kjørt ut vil fortsatt være fullverdig, forteller Unicon. Dette er en prosess som brukes hos nesten alle, og det bidrar til å holde avfallsmengden på byggeplasser nede. En annen mulighet dersom det er store mengder returbetong, er å vaske den ferske betong for å bruke tilslaget på nytt. Dette er dessverre veldig ressurs- og plasskrevende, og blir derfor lite anvendt. Disse mengdene med returbetong blir derfor ofte støpt om til legoklosser med en størrelse på en kubikk. Unicon forteller at disse klossene kan settes sammen og er deres eneste gjenbruksmetode. Klossene har flere bruksområder, og er blant annet veldig populære på avfallsområder for å konstruere lagerplass for deponerte masser.



Figur 14 : Fremvisning av betongklosser (Unicon, u.d)

[Pilestredet Park](#) er et kjent prosjekt fra år 2000, hvor det gamle Rikshospitalet skulle rives. Det var et pålagt krav om at en andel av sykehuset skulle gjenbrukes i leilighetsbyggene som står der i dag. Det ble først prøvd å bruke deler av den knuste betong som ny betong, men at det dessverre ikke forekom en foredling av betongen. Dette betyr at det ikke ble gjennomført riktige tester og kvalitetskontroller på betongen. I stedet, ble betongen bare knust ned i riktig størrelse

og deretter anvendt i ny betong. Dette gjorde at betongen ble vanskelig å jobbe med, inneholdt mye finstoff og partiklene hadde rare og ufine former. Dette ble et problem på den størrelsen at aktørene som var med i prosjektet ofte skyr unna resirkulert tilslag i senere prosjekter. Likevel kom det noe godt utav prosjektet, da det nå stilles mye høyere krav og bedre kvalitetskrav for tilslaget før det kan brukes.

4.2.1 Oppsummering forskningsspørsmål 2

Villigheten for sirkulær økonomi er til stede hos alle intervjuobjektene, og dette poengteres grunnet viktige faktorer som miljø og fremtidig mangel på plass og naturmasser. Disse manglene kan føre til store transport kostnader, og økte CO₂-utslipp og materialpriser. For CO₂-opptak, fremmes også en metode hvor knust betong anvendes i stålbur. Dette øker betongens eksponering, og vil derav øke betongens CO₂-opptak. Andre sirkulær økonomiske metoder omhandler ikke bare å knuse betong for ny bruk, men også nyttiggjørelse av avfallsstoffer fra for eksempel silika i betongproduksjonen. Dette minimere nødvendig mengde betong og sement. Det har også blitt utviklet metoder for å gjenvinne sigevann, vaskevann og slam for bruk i ny produksjon av betong.

4.3 Hvordan kan det oppnås høyere grad av sirkularitet av betong som byggemateriale, og burde staten ta en del av regningen for nytt utstyr?

Det kommer frem en rekke meninger om hva som skal til for å øke sirkulariteten i bransjen fra intervjuene. Betongprodusent mener avfallssorteringen må være planlagt på forhånd, sammen med at det må være tilrettelagt for prosedyrer som håndterer og dokumenterer egenskapene som har vært i det gamle bygget. Dette kan være gjeldende betong, men også tre- og steinmasser fra det tidligere prosjektet. Den som håndterer avfallet må også få betalt for det, og det kreves derfor en klarering på forhånd. Dokumentasjonen for byggets tidligere egenskaper må være på plass slik at sorteringen av massene kan gjennomføres effektivt. På denne måten vil et samlet system gjøre det enklere å skille dårlig og god masse. I likhet, mener MEF at de må få betonggjenvinning inn i et system dersom en skal få betong til å bli et praktisk alternativ. Det må opprettes effektive måter å dokumentere og sertifisere innholdet i betongen på, slik at et enkelt kan anvendes og brukes til nye formål. Betongprodusent forteller at deres bedrift har disse systemene, men når dem ikke får betalt for det kan de heller ikke gjennomføre prosessen. Betongprodusent mener at dersom det klarert i tidligfasen hva som skal gjøres, vil det være relativt enkelt å øke sirkulariteten i bransjen. Da vet aktørene også at dem får betalt for å gjenbruke.

Betongprodusent forteller at det foreligger enorme masser med stein og brukbart material rundt i Norge. Dette gjelder for eksempel materiale som oppstår ved sprenging av nye tunneller. Betongprodusent forteller dem tenker at alt materiale er brukbart og ingenting er dårlig, men har forskjellige bruksområder. Dette betyr at massene må evalueres og kvalifiseres slik de kan anvendes og brukes riktig. Dersom materialene evalueres og klassifiseres, kan de anvendes riktig bruksområde. Dette vil bidra med å unngå unødvendig deponering og uthenting av sand fra elver og andre jomfruelige materialer.

«Vi må rett og slett planlegge mye bedre.»

MEF sier det kreves to ting. Det første er i likhet med hva Betongprodusent fremmet, det må lønne seg, og for det andre må det enten foreligge en straff eller påbud dersom det ikke forekommer gjenbruk i prosjekter. Det beste er at det vil lønne seg å bruke gammel betong fremfor å produsere ny. MEF synes at mye av ansvaret burde ligge hos byggherrene da de må

bli bedre og mer aktive på å kreve bruk av gjenvunnet materiale i sine prosjekter. NCC forteller på sin side at det ofte foreligger krav omhandlende betongen fra sine byggherrer. Samtidig som de utfører samtaler med byggherren, er de også pådrivere for bærekraftige løsninger. Et eksempel på dette er bruk av betong i minimums klasse B. Noen ganger utfører de også en miks av lavkarbonklasse B og A for å strekke seg enda lengre. Betongprodusent forteller at bedriften deres bare leverer betong i klasse A.

«Rett og slett, enten må det lønne seg, eller så må det være et krav.»

MEF har ikke erfaring om krav om gjenbruk av betong fra prosjekter, men forteller at deres medlemsbedrifter opplever av og til krav rettet mot det. Likevel mener MEF at dette kravet ikke er kommet ofte nok, og savner at tiltakshavere og byggherrer etterspør gjenbruk i høyere grad. Dersom det er satte krav, kan entreprenørene bestemme seg for hvilke materialer de burde satse på og hvordan det skal gjøres. Betongprodusent påpeker også at andre ledd enn dem selv, som for eksempel byggherrer og entreprenører, skulle vært mer fremoverlent når det kommer til gjenbruk. Bedriften til Betongprodusent har hatt stor innvirkning i prosjekter og bidratt med god måloppnåelse innen miljø og bærekraft. Betongprodusent forteller de aktivt utfører forskningsprosjekt for bærekraft, men forteller at disse prosjektene er dyre. Ettersom alle ledd i bransjen driver butikk, mener Betongprodusent at de ikke kan ta kostnaden for all denne forskningen. Byggherrene må være villig til å betale for det, samt etterspørsel i markedet må økes. Bedriften til Betongprodusent kan nå tilby alt en byggherre kan ønske seg innen bærekraft, så lenge de er villig til å betale for det.

«I Norge i dag lider vi av for god råd. Vi har råd til å lage betong og legge det på deponi, før vi igjen kjøper nytt jomfruelig materiale.»

Betongprodusent fremmer også at det ikke bare er kvaliteten av tilslaget det står på. Prosessene med å bruke resirkulert tilslag er enda mer vannkrevende, samtidig som det heller ikke er like godt som naturlige materialer. Prosessene koster med andre ord mer, og Betongprodusent forteller at man i tillegg også må ha nye siloer, andre fremgangsmåter, prosesser og prosedyrer for å håndtere disse materialene. Som eksempel, viser Betongprodusent til hvordan en betongstasjon så ut for 40 år siden. Da hadde stasjonene tre siloer, mens man i dag trenger tjue siloer. For å få i gang bruk av resirkulert tilslag sier Unicon at de ikke bare må utvide stasjonene, men må først få kunnskapen på plass. Hun mener det ikke er veldig kompliserte målinger som

må gjøres av de rådgivende ingeniørene, og at det finnes nok av tilgjengelig data for å utregne alt av bæreevne og styrke. Unicon hevder dette har med vilje og økonomi å gjøre, da etterspørsel for varene ikke er der.

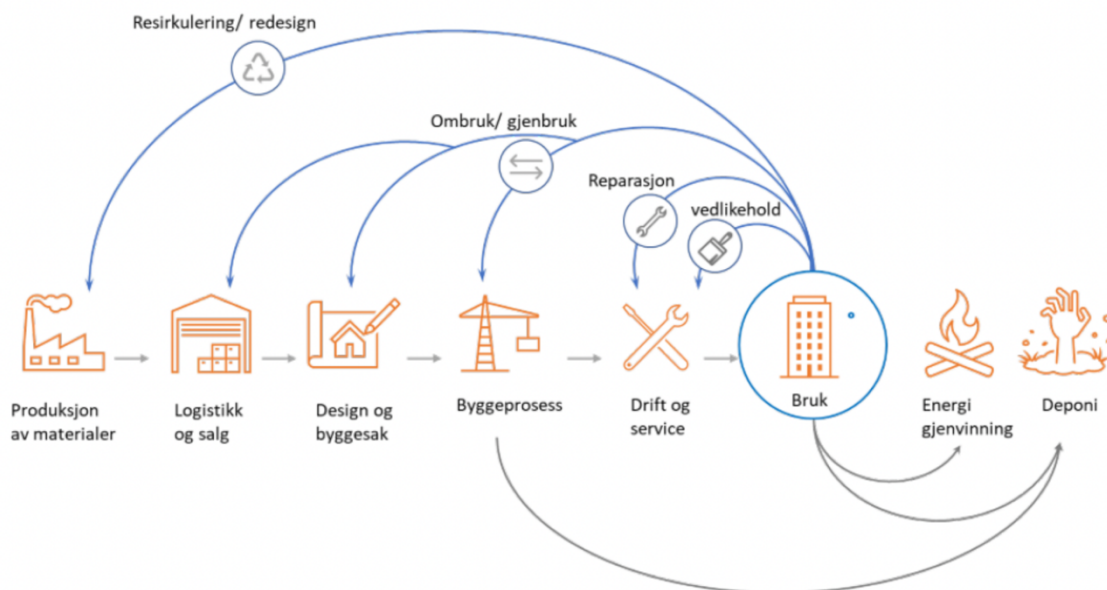
Stipendiaten mener det foreligger risiko ved å utføre bærekraftige løsninger og satse på gjenbruk. Dette begrunner han med at dersom et selskap satser stort på et prosjekt og kjøper grønnere materialer og tjenester, tar dem en viss risiko for at prosjektet vil overstige budsjettet. Dette er fordi grønne materialer og tjenester ofte er dyrere. Likevel må en ta en nøye vurdering før man velger hvilke materialer en går for. Dette kommer på bakgrunn av at dersom en velger materialer som ikke er grønne, kan det komme krav i senere tid som gjør at prosjektet må gjøre en omstilling. Dette kan igjen gjøre at prosjektet ikke holder budsjett. Unicon mener at selv om miljømaterialer koster litt ekstra, så blir dem fortsatt brukt. I prosjekter hvor miljø er viktig, er villigheten til å betale for det til stede. Jo flere slike prosjekter som oppstår, jo mer vanlig blir det og kostnaden vil derav jevne seg ut. Et godt eksempel på dette er lavkarbon betong. I starten var dette veldig kostbart, men er i dag en standardvare for enkelte. Unicon mener det er viktig å gjøre resirkulert tilslag, i likhet med andre miljømaterialer, til en standard vare. Hun referer til dette som en dørstokkmil, og fremmer det er viktig at tilslaget tilbys av flere leverandører. På denne måten oppstår det konkurranse og mer gunstige priser på materialet.

Unicon mener også kravene omhandlende ombruk og gjenbruk burde ligge hos byggherren. Hun begrunner dette med at det er byggherrene som skaper etterspørselen og vil være en viktig pådriver for flere bærekraftige løsninger i markedet. Som et funn, forteller Unicon det er uheldig hvordan produksjonen av resirkulert tilslag har havnet mellom to stoler. Unicon forteller at avfallsmottaket som mottar knust betong ikke har nødvendig kunnskap om ombruk og gjenbruk for byggematerialer, mens bergindustrien som har all nødvendig kunnskap ikke mottar noe. Ressursen er derfor havnet midt imellom to bransjer som ikke snakker med hverandre. Dette fører til usikkerhet hos avfallsmottakene, og den knuste betongen blir ofte oversett grunnet manglende kunnskap om hvordan den kan utnyttes og brukes til produksjon av kvalitets tilslag. Lindum forteller dem ønsker å drive mer med gjenbruk og produksjon av tilslag på deponiet, men at manglende utstyr er et stort hinder. Derfor sender deponiet ofte betong til Nederland, da dette er bedre enn at det blir deponert.

Lindum snakker mye med andre land som Nederland. Nederland gjenvinner opp mot 40-50% av alt deponert betong, men sier at mye av dette foreligger i ulikheter i regelverk. På en annen

side merker Lindum stor pågang fra større selskaper omhandlende bærekraftige løsninger. Økonomien kommer selvsagt inn i bildet, men Lindum mener heller avgiftene på pukkverk burde økes slik at de bærekraftige løsningene får samme pris. På denne måten kan bedriftene velge mellom disse alternativene, og Lindum tror de fleste ville gått for resirkulert tilslag.

Betongprodusent mener at staten burde stå inne for utvikling og ta regningen for det. Betongprodusent sammenligner denne utviklingen med da Tesla kom til Norge og hvordan vi fikk subsidier for dette. Betongprodusent mener det er trist dersom næringen ikke skal få støtte ved bruk av bærekraftige materialer. Denne tankegangen finner vi også hos Lindum, men han tenker det heller burde fokuseres på nye krav som tillater mer salg av vasket stein og tilslag. Dette gjelder for eksempel å gjøre løsningene for prosessene billigere slik at resirkulert stein kan kjøpes til en rimeligere pris, sammenlignet med jomfruelig materiale. NCC ser på kostnaden mer som dugnadsarbeid. Likevel mener hun at det må gis støtte til entreprenørene, byggherrene og produsentene som er ledende i bransjen. Dette er fordi det ofte er de som betaler for utvikling og forskning.



Figur 15 Begrepskisse verdikjeden for ombruk (Rif Trøndelag, 2021)

NCC forteller at deres mål er å redusere CO2-nivået med 50% i betong, stål og asfalt. Dette er noe de retter stort fokus mot, og jobber aktivt med en strategi for dette. Som et delmål i det hele, prøver NCC å få til utslippsfri byggeplass. Da må det investeres i elektriske maskiner, og det gis mye støtte fra Miljødirektoratet og Enova. Med denne støtten, øker også byggherrenes ønske til å være med på disse målene. Derfor mener NCC at den offentlige side må støtte opp og sette krav. Stipendiaten mener også at staten burde være enda mer fremoverlent og prøvd ut ting for

andre iverksetter. Dersom staten er pådriveren, mener Stipendiaten det vil øke bransjens villighet til å kjøpe grønnere materialer. Betongprodusent forteller at det ikke bare står på penger. Som et eksempel henviser Betongprodusent til en restriksjon bedriften deres opplevde ved et prosjekt. Der fikk de forbud mot å produsere betong på stedet, og om natten. Dette betyr at dem måtte finne en annen løsning, og måtte derfor produsere betongen i en annen bydel og derav frakte betongen til prosjektet. Dette øker forurensingen, kostnaden og går imot andre fornuftige beslutninger grunnet støy. Selv om det var satt opp støydempendevegger bestemte kommunen å se bort i fra de underliggende prinsippene i gode beslutninger.

MEF tenker annerledes enn de andre intervjuobjektene. Han mener det ikke burde være behov for mer statelige tilskudd, og at de utførende aktørene i et prosjekt burde bli presset til å tenke i en sirkulærøkonomisk tankegang fremfor lineært. Ved denne tankegangen, påpeker MEF det vil tvinge byggherrene til å tenke seg om flere ganger dersom det står om riving av eldre bygg, samt at det vil sette press på utarbeidelse av en bedre plan for hva som skal gjøres med avfallet. På denne måten kan en unngå unødvendig deponering, øke ombruksgraden og forbedre dokumentasjonsprosessen.

4.3.1 Oppsummering forskningsspørsmål 3

For å oppnå høyere grad av sirkularitet av betong som byggemateriale fremmes metoder som forhåndsplanlegging av avfallssortering, systemer som håndterer og dokumenterer betongens egenskaper, økt betalingsvillighet hos byggherrer, bedre klassifiseringssystemer for ny stein, påbud og krav, mer villighet og fremoverlente aktører for sirkulær økonomi, økt forståelse for regelverket, kompetansedeling med andre land, og statelige støtte og tilskudd. Det finnes likevel utfordringer for ombruk da det ikke bare handler om å produsere kvalitets tilslag, men standardverket må også oppdateres og håndteres hele veien. Å opprettholde standardverket er tidskrevende og komplekst, men er også avgjørende for at man skal være sikker på materialets egenskaper, styrke og levetid. Likevel fremmes det at store krav og strengt regelverk setter en stopper for å gjenbruke opp mot alt betongavfall. På grunn av dette blir store mengder betong deponert. Dette kan gi antydninger mot at økt støtte og forståelse fra staten vil være en hjelpende faktor med å få bransjen til å omstille til sirkulærøkonomiske prinsipper.

4.4 Hvilke utfordringer foreligger det for ombruk av byggematerialer, er regelverket i dag en hindring?

Når det kommer til utfordringer for ombruk av byggematerialer og regelverk, mener Betongprodusent dette er veldig komplisert. Dette begrunnes med at det ikke bare må lages god betong utav resirkulert tilslag, men standardverket må også håndteres hele veien. Det er standardverket en rådgiver vil gå utfra, og dette er essensielt for å dokumentere eksponering og levetid. Er tilslaget produsert etter standardverket vil byggverket ha lengre levetid. Lang levetid er også miljø og bærekraft. Når det kommer til prosessene for å være sikker på at materialet innfrir kravene, er dette veldig tidkrevende. Dette mener Betongprodusent en bare må godta, da man vil i ettertid være sikker på materialets kvalitet. Som et funn, oppstår det mange positive faktorer gjennom prosessene. For eksempel, vil det gjennom dokumenteringsprosessen gjennomføres mye testing som skaper nye erfaringer, utvikling og setter grunnlag for fremtidig forskning.

«Jo strengere krav det er, jo mer tid må vi bruke på å teste, forske og utvikle prosesser som oppfyller disse kravene. Dette er veldig positivt da det er med å effektivisere og optimalisere gjenbruksprosesser.»

Betongprodusent mener kravene er bare noe en må forholde oss til. Forutsetningen for at det skal brukes gjenbruksmaterialer er at det kan dokumenteres og produseres produkter i henhold til kravene. Betongprodusent mener også det er klart at dersom det blir mer akseptert med lavere kvaliteter kan det brukes større mengde gjenbruksmasser, men at det samtidig krever ekstra mengder vann for å få det til. Ved produksjon av nytt tilslag foreligger det allerede integrerte vaskeprosesser som vasker bort alt som er under 63 my. Dette betyr at det kreves mindre vann og sement for betongen. Dessverre, finnes det ikke like integrerte vaskeprosesser for resirkulert tilslag. Dette betyr at vannbehovet vesentlig økes og som resultat øker prisene.

I motsetning, påpeker MEF at det er en utfordring med gjenbruk av betong siden det stilles altfor høye krav. Når det er satt høye krav for resirkulert materiale blir det altfor lett for en byggherre å kreve bruk av nye materialer for å unngå ekstra kostnader. Dette kommer på bakgrunn av at aktører ofte tror betongen ikke er god nok eller at prosessene for produksjonen er for krevende. Likevel synes MEF det er vanskelig å finne god betong med riktige egenskaper.

Dette er fordi bygg fra forskjellige tidsperioder har ulike egenskaper. Derfor trengs det systemer for å kartlegge disse egenskapene. MEF mener det er viktig å vise myndighetene at det ikke foreligger stor risiko ved å gjenbruke. Han mener at når det først etableres en gjensidig tankegang om at gamle broer og bygg er en nyttig ressurs, vil det ikke kreve stort for å gå fra bruk av jomfruelige materialer til å utnytte gammel betong og stein i større grad. MEF mener også at vi må skjønne hvor gode ressurser vi har tilgjengelig så lenge vi åpner opp for mer gjenbruk. Som en sammenligning, drar MEF likheter med dagens situasjon oppimot metallproduksjon. Da man i bransjen skjønte at metall var dyrt å produsere, ble prosessen med å gjenvinne metall forenklet. Det samme forteller MEF skjedde med papp, da det først var kostbart, men potensiale for å tjene penger og minimere bruk av råolje var til stede og ble derfor engasjert.

«Det er altfor lett for en byggherre i dag å se bort ifra bruk av resirkulert tilslag.

Tankegangen er at det er for krevende prosesser, og usikkerheter knyttet til kostnader og tid.

For å være sikre på å holde budsjett, velger byggherrer derfor å bruke ny betong.»

Både Stipendiaten og Lindum mener også regelverket kan være strengt, men Lindum er spesielt enig i regelverket mot forurensing. Likevel synes Lindum det er underlig at det bare er lov å bruke opp mot 30% av resirkulert tilslag i ny betong. Dette gjelder spesielt dersom tilslaget har bestått alle nødvendige kvalitetstester. Et funn ved kostnader, er at økonomiske aktører ofte forteller at det blir billigere å legge avfall på deponi. Dette støtter opp hva MEF sa, og gjør det lettere for byggherrer å se bort fra gjenvinning. Å gjenvinne i seg selv har også en viss pris, da en må betale en sum for å levere materialet til et deponi, og betale en ny sum for å hente det ut. Kalkulasjonene for hva som er billigst er også veldig avansert og gjør prosessen vanskeligere. Stipendiaten forteller derfor at selv om prisen for gjenvinning og deponering er lik, velger aktører ofte å deponere materialet for enkelhetens skyld.

Fra intervjuene kommer det frem at resirkulering fra tidligere prosjekter vil ta mye lengre tid fordi det vil kreve flere ledd i kjeden, som illustrert i Figur 15. Flere ledd i kjeden betyr også flere stopp, siden det stadig må gjennomføres tester og dokumentering. Dette vil innebære flere arbeidstimer og mer arbeidskraft som i Norge er noe av det dyreste vi har. Dette kan igjen gjøre kostnadene for gjenbruk høyere enn ved kjøp av nye materialer. Et annet funn, er at denne kjeden fremmes som veldig lineær, hvor den plutselig stopper opp da aktører fra tidligere ledd må komme tilbake og teste materialene. Stipendiaten fremmer en følelse av rigid fra

myndighetenes side i forhold til når man kan få sertifisering og godkjenning. Derfor blir prosessen og vareflyten forstyrret av sirkulær økonomi og gjenbruk.

Lindum nevner også økonomi som en hindring med regelverket. Det er kostbart å resirkulere, og dette gjør prisen på tilslaget høyere. Hadde det vært annerledes, forteller Lindum at de kunne produsert enda mer dersom de hadde visst de kunne tjent penger på det. Likevel forteller Lindum at de uansett må starte i større grad med resirkulering siden det etter hvert vil oppstå mangel på plass. Som et funn, fremmes det at det ikke finnes noen måter å håndtere forurenset betong på uten å deponere det. Forurensingen i betong, i motsetning til andre masser, er at forurensing er kapslet inne i betongen. På andre masser kan forurensingen vaskes bort, eksempelvis jordmasser og finstoffer. De forurensende massene er ikke lov å bruke på nytt. Dette er til motsetning til andre land som Nederland. I Nederland er det lovlig å bruke betong og resirkulert tilslag som er deklassifisert i Norge. Stipendiaten mener også vi burde ta etter land som Nederland og Danmark. Disse landene har i motsetning til Norge store mangler på stein, og utøver derfor i større grad gjenbruk.

Stipendiaten mener vi i Norge vil merke mangler etter hvert dersom det ikke skjer en endring. En endring Stipendiaten fremmer, er at det ikke er nødvendig at betongen må være utmerket i alle prosjekter. For eksempel er veiene i Norge bygget for å tåle de tyngste kjøretøyene som finnes, mens det egentlig bare er vanlige biler som bruker veiene. Dette er en mulighet, hvor det går an å gjøre kalkulasjoner på forhånd for å lage veier som vil tåle trafikken og sette begrensinger på maksvekt. På denne måten kan betong som ikke nødvendigvis består de tyngste testene benyttes, fremfor å deponeres.

Lindum forteller at som miljøgeolog synes han grenseverdiene for forurenset og ikke forurenset er bra, men at det samtidig setter en stor begrensning på ombruk. Lindum mener det burde utføres prosjekter hvor det testes bruk av forurenset betong som tilslag. Han synes dette burde være lovlig siden forurensingen er kapslet inne i betongen og vil derfor ikke lekke ut.

Unicon forteller at regelverket kan være en barriere for dem i form av samarbeid, da de må følge Norsk-Europeiske standard. Dette betyr de må levere betong i henhold til standard NS-EN 206+NA, betongproduksjon. Standarden forteller også at tilslaget må følge NS-EN 12620+NA, tilslag i betong. Dette betyr at dersom tilslaget ikke følger standarden, så er ikke den ferdigproduserte betongen i henhold til NS-EN 206. Derfor er opptatt av at eventuelle

samarbeidspartnere produserer tilslag i henhold til kravene satt av standarden. Det er på bakgrunn av dette samarbeid ofte kan stoppe opp. Å produsere tilslaget etter standarden er vanskelig, da det kreves et produksjonsanlegg som er sertifisert av kontrollrådet. Dette setter en stopper for en del samarbeid. Unicon mener også det foreligger manglende kunnskaper om betongens sammensetning, muligheter og begrensinger hos rådgivende ingeniører og entreprenører. Intervjuobjektet fra NCC har ingen personlig erfaring med regelverket, men har deltatt på en rekke konferanser hvor regelverket er nevnt. Som en gjenklang, nevnes det ofte at regelverket gjør gjenbruk og sirkulær økonomi vanskelig og kostbart.

«Det er ikke avanserte beregninger en rådgiver må gjøre for å tilrettelegge for bruk av resirkulert tilslag i nye prosjekter.»

Et annet funn, er at Unicon ikke ser på regelverket for resirkulert tilslag som en barriere, men påpeker barrieren heller ligger i kunnskapen om regelverket. For eksempel, mener Unicon at avfallsselskapene som mottar betongen ikke kjenner betong- og tilslagsstanderen godt nok. Dette betyr at dem starter fra bunnen av og må sette opp sine egne kvalitetssystemer. Dette er kvalitetssystemer bergindustrien allerede har hatt i årevis, men som tidligere nevnt mangler det kommunikasjon mellom bransjene. Sammen med dette, finnes det en tabell i betong standarden NS-EN 206 som omhandler hvor mye resirkulert tilslag som kan brukes og hvilke bestandighetsklasser. Denne tabellen er bare gjeldende dersom du skal bruke resirkulert tilslag uten at du spør om tillatelse. I teksten over tabellen står det derimot at det kan anvendes så mye resirkulert tilslag som ønskelig, så lenge det er hensynstatt i prosjekteringen. Det er denne teksten Unicon mener ofte er oversett, og kan dras sammenligning med de 30% Lindum nevnte tidligere.

Betongprodusent forteller også at det er aktører som dem som jobber tett i forskningsprosjekter og er med i komiteer som reviderer standardverk, prosedyrer og metoder. Utfordringen med dette er dersom det skjer en endring. Da må alle aktører tilpasse seg nye løsninger og endringer. Når det kommer til å revidere standardverket, forteller Betongprodusent det er viktig med den rette ekspertisen, tilgang til delmaterialer, logistikk når det kommer til materialer og det må være til rett pris. Dette gjør en ny revidering veldig komplisert og det er derfor veldig viktig at aktører som dem er fremoverlent. Det er viktig at regelverket er under endring og tilpasses nye løsninger. Betongprodusent forteller at de selv har opplevd at gode løsninger de har fremmet for bærekraft og miljø ikke har blitt godkjent. Dette er fordi det ikke er lov å drive med forskning

på prosjekter. Likevel kan det gis dispensasjoner dersom det dokumenteres de usikre egenskapene. Med muligheter for dispensasjoner, mener Betongprodusent det er viktig at byggherrer, rådgivere og produsenter jobber mye tettere sammen for å legge til rette for gode løsninger, utvikling og tar del i forskning- og utviklingsprosjekter. På denne måten vil fremdrift bli prioritert.

«Det viktigste er at fremdriften aldri stopper. Stopper fremdriften kan mye gå galt.»

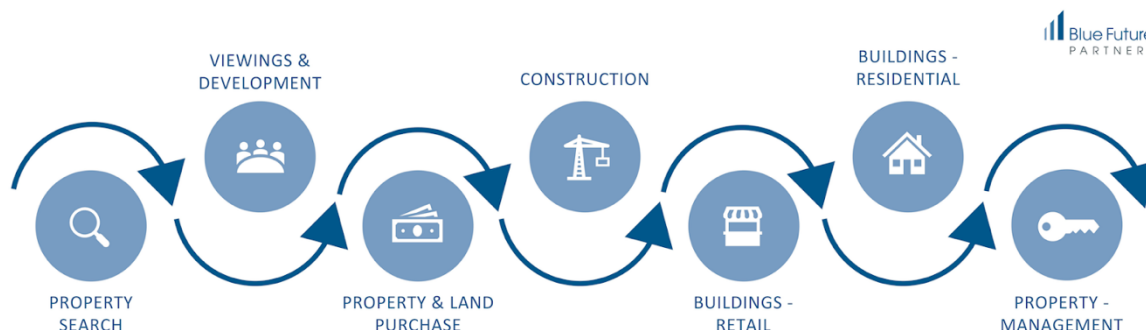
Betongprodusent fremmer Statens Vegvesen som gode bidragsyttere for å fremme bærekraft med å involvere flere aktører i prosjekter. I anbudsrundene setter de lavere mål og krav for miljø og bærekraft, slik at flere aktører engasjerer seg. Dersom aktørene gjør gode løsninger i prosjektet, blir de belønnet med bonuser. Dette er små måter å få private aktører mer engasjert for bruk av bærekraftige løsninger, da der per i dag ofte bare er større aktører som er aktivt engasjert.

4.4.1 Oppsummering forskningsspørsmål 4

Det kommer frem en rekke meninger om regelverket, og hvorvidt det er for strengt eller ikke. Noen mener kravene som er satt er forståelig og bare er noe en må forholde seg til, mens andre synes kravene er for strenge og gjør det for lett for en byggherre å se bort fra gjenbruk. Dette er grunnet usikkerhet til kostnader relatert til gjenbruk. Ved å sette strenge krav, blir det også veldig kostbart for mindre bedrifter å kunne omstille seg til å produsere godkjente produkter, samt også innlede samarbeid med større aktører som setter kravene som et minimum. Dette gjelder alt fra CE-merking, men også å kunne produsere tilslag etter standard NS-EN 12620. Det fremmes også at prosjekter hvor gjenbruk og resirkulering er prioritert, vil ikke bare prosjektet har lengre levetid, men vil også kreve mer arbeidstimer og arbeidskraft. Gjennom intervjuene kommer det frem meninger hvorvidt forurenset betong burde forskes på, da det er muligheter for å gjenbruke materialet i likhet med hva dem gjør i andre land som Nederland og Danmark. På denne måten, ved bruk av systemer og forskningsprosjekter, vil det kunne praktiseres mer gjenbruk av betong. Dette gjelder også svakere masser da det kan separeres og klassifiseres for å finne passende bruksområder.

4.5 Eiendomsutvikling

Fra intervjuene fremmes det en fellesenighet om at mye av ansvaret for utvikling av mer sirkulær økonomi i betongindustrien ligger hos byggherrene. Det gjentas at det er byggherrer som styrer budsjettene og er de fungerende pådriverne for miljørelaterte løsninger. Dette gjelder blant annet bruk av resirkulert tilslag eller andre gjenbruksmetoder i sine prosjekter. Uten etterspørsel fra byggherrene, har ikke entreprenører og produsenter noen å selge sine resirkulerte produkter til. Det vil da ikke være et marked, og gode ressurser vil gå tapt til deponi. Dersom en byggherre ønsker bruk av resirkulert tilslag, åpner dette også opp for å utføre flere forskningsprosjekter som kan være gode bidragsyttere til bedre systemer og optimaliserte resirkuleringsprosesser. Det kommer også frem at flere av aktørene har systemer og muligheter til å tilby alle mulige grønne-løsninger en byggherre kan ønske, men at etterspørselen ikke er til stede. Det er derfor temaet sirkulær økonomi har mye relevans for eiendomsutvikling. Fremtiden i eiendomsutvikling baserer seg mye rundt å bygge grønt, smart og fremtidsrettet. Dette er det flere faktorer for, både miljø og klima, og arbeidsplasser. En omstilling til gjenbruk av betong og oppfyllelse av sirkulærøkonomiske prinsipper er essensielt i fremtidig eiendomsutvikling.



Figur 16: Illustrasjon: Eiendomsutvikling (Bauman, 2020)

5.0 Diskusjon

Gjennom kapittel 5 diskusjon vil empiriske funn fra resultatene i kapittel 4 forankres med bruk av teori presentert i kapittel 2 og egne refleksjoner. Formålet med diskusjonskapittelet er å danne et fast grunnlag som kan brukes for å besvare oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål.

Problemstillingen i denne oppgaven er «*Hvordan kan det praktiseres mer gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv?*». For å besvare problemstilling ble det utarbeidet fire forskningsspørsmål. I likhet med kapittel 4, vil strukturen for diskusjonen legge oppgavens forskningsspørsmål til grunn.

5.1 Hva er sirkulær økonomi i betong- og sementindustrien?

5.2 Hvilke gjenbruksmetoder anvendes det i betong- og sementindustrien?

5.3 Hvordan kan det oppnås høyere grad av sirkularitet av betong som byggemateriale, og burde staten ta en del av regningen for nytt utstyr?

5.4 Hvilke utfordringer foreligger det for ombruk av byggematerialer, er regelverket i dag en hindring?

5.1 Hva er sirkulær økonomi i betong- og sementindustrien?

Gjennom både litteraturstudiet og kvalitative intervjuer har formålet vært å undersøke hvordan byggebransjen i dag forholder seg til sirkulær økonomi. Dette gjelder også fra ulike vinklinger, da det gjennom både litteraturstudiet og intervjuene har blitt anvendt kilder og personer fra forskjellige deler av verdikjeden for å skape en helhetlig forståelse om temaet. Sirkulær økonomi har flere definisjoner, men defineres av Morseletto (2020) som en økonomisk modell som tar for seg effektiv utnyttelse av ressurser, hvor ønsket er langsiktig verdibevaring. Det har derfor vært spennende å undersøke hvilke tanker som foreligger rundt sirkulær økonomi, og hvilke tilnærminger aktørene har til temaet. Fra det teoretiske perspektivet, er bransjen i dag preget av en lineærøkonomisk tankegang, og ny utnyttelse av eldre materialer er ikke i hovedfokus (Deloitte, 2020). Dette har en rekke ulemper, både når det kommer mengden produsert avfall, men også utnyttelse og bruk av jomfruelige materialer. I dag er verdens

naturressurser under et stort press, og det er derfor viktig at det skjer en endring for å vareta naturen, klimaet og miljøet til best mulig evne.

En lineær tankegang er motsetningen til sirkulær økonomi, da fokuset i en sirkulærøkonomisk tankegang er en effektiv utnyttelse av ressurser gjennom avfallsminimering, langsiktige verdibevaring, redusere bruk av jomfruelige materialer og opprettelse av materialsøyfer (Morseletto, 2020). Dette kan oppnås ved bruk av fornybar energi, stoppe bruk av miljøfarlige stoffer, forbedre design på materialer, systemer, produkter og forretningsmodeller (Ellen Macarthur Foundation, 2013). Ved etterfølgelse av de sirkulære prinsippene, oppstår det også muligheter for større sysselsetting i grønne arbeidsplasser, og reduksjon i klimagassutslipp og miljøskadelige faktorer. En annen bakside med lineærøkonomisk tankegang er at foreligger mindre ansvar på produsentene av produktene. Dette er fordi materialene og produktene har holdt sin verdi ved leveranse og innfridde de gjeldende kravene på det tidspunktet, men fremtidig bruk og utnyttelse er ikke lengre deres ansvar. Dette kan derimot endres, dersom ansvarstiden strekker seg utover hele produktets levetid. På denne måten vil produsentene investere mer i bærekraftige løsninger som kan repareres, rehabiliteres og demonteres for ny eller videre bruk. Dette er noe Johansen (2021) ser på som avgjørende for å videreutvikle Norge i et sirkulærøkonomisk perspektiv.

I likhet med det teoretiske aspektet, blir den sirkulærøkonomiske tankegangen beskrevet av våre intervjuobjekter. De er selv opptatt av sirkulær økonomi, og er veldig for det, men påpeker at bransjen kan se bort ifra enkelte løsninger dersom det er ekstra tidkrevende og kostbart. Dette ser Johannessen (2021) på som et problem, og foreslår ansvarskrav rettet mot utbyggerne selv etter overlevering for å fremme større investeringsvilje i bærekraftige løsninger. Flere av intervjuobjektene mener det er viktig å omstille dagens tankegang grunnet fremtidige mangler på naturmasser. Lindum mener det kan oppstå plassmangler på deponiene dersom det ikke snart forekommer en endring. Selv om tankegangen og regelverket er basert på en lineær tankegang, er det fortsatt flere aktører som tenker sirkulært og aktivt anvender gjenbruk. Dette gjelder utførelse av metoder som å knuse betong for å produsere resirkulert tilslag, eller bruke overskuddsmateriale som fyllmasse, produksjon av betongklosser og innhold i stålbur. De utførende aktørene undersøker også hvordan dem kan utnytte avfallsstoffer som tilsetningsstoff i ny produksjon. Det utføres også forskning på hvordan dem kan bruke nye bindemidler for å minimere mengden betong og sement. Dette viser stor villighet hos aktørene for å utvikle mer bærekraftige løsninger, men viser igjen til at prosessen er tidkrevende.

Andre aktører som Norcem har utviklet måter å minimere CO2-utslipp med innovative metoder som erstatter fossile brennstoffer. Dette gjelder bruk av fiskeslam for oppvarming av ovner (Norcem, u.d a). Dette kan for eksempel sammenlignes med gjenbruks metodene for slam- og vaskevann. Lindum og Unicon forteller at dem bruker vannet om igjen ved å sende det gjennom sedimenteringsbasseng hvor det blir rensset. På denne måten renses vannet for ny bruk og er et aktivt bidrag med å minimere vannforbruket i bedriften. Utslipp av vaskevann kan være skadelig for miljøet, da det kan inneholde en rekke miljøfarlige stoffer og mineraler fra betongproduksjon (Miljødirektoratet, 2016). Sammen med dette, kan vaskevannet også inneholde partikler som kan gjøre konsistensen i ny betong ujevn. Det fortelles derfor at vaskevann blir bare anvendt i ny produksjon dersom de er sikre på det er helt rent. Dette betyr at bedrifter som produserer betong, vil kunne redusere deres totale vannforbruk. Vannet vil ha flere bruksområder enn bare betongproduksjon eller vaskevann, og kan brukes i flere andre prosesser og ledd i en produksjon. Dette er en god bærekraftig løsning som vil redusere det totale klimaavtrykket til bedriftene.

Det er interessant hvordan det kan oppnås en nesten lukket sløyfe for vaskevann i bedriftene. Betongprodusent forteller dette er viktig, da det er vannkrevende å produsere ny betong med bruk av resirkulert tilslag. Det blir også fortalt at det er ekstra vannkrevende å vaske resirkulert tilslag, da det ikke foreligger integrerte vaskeprosesser for det. Dette er noe vanskelig å drøfte, da resirkulert tilslag ikke er tilgjengelig på markedet, og det er derfor vanskelig å vite noe om hvilke produksjonsutstyr og anlegg som blir brukt for nettopp dette. Ved undersøkelser rundt dette temaet var det ikke noe tilgjengelig informasjon hvilke produksjonsutstyr som er tilgjengelig for det, og det er derfor vanskelig å underbygge denne påstanden.

Mange av aktørene gjør grep og tiltak som er innovative og fremtidsrettede for å utvikle sirkulær økonomi i bransjen. Siden sirkulær økonomi omhandler å beholde materialer og produkter på et høyt verdinivå, er det også viktig å se på mulighetene for rehabilitering. Cheshire (2016) mener det er viktig at bransjen i dag går gjennom en ny prosess hvor formålet er å endre dagens trender, og omfavner de sirkulære prinsippene. Dette finner vi igjen hos flere av intervjuobjektene, da nesten alle stiller spørsmål med hvorfor en så god ressurs som betong havner på deponi. Det er vanskelig å tenke seg til hva sirkulære bygg er, men Ellen MacArthur Foundation (2022) stiller krav til hvordan en kan få til en omstilling til sirkulærøkonomisk tankegang. En viktig del av det er utforming av nye forretningsmodeller hvor fokuset ligger på å bevare verdien på produktene bedriften produserer. Dette gjelder også tjenester med

produktene, som for eksempel montering, demontering og vedlikehold. Dette er noe NCC også drøfter, da de kontinuerlig er i dialog med betongprodusenter for å undersøke måter en kan sette sammen betongelementer uten at det må limes og støpes. Dette kommer tilbake til avfallsstoffer og mengder avfall som produseres nettopp fra monteringen av elementene. Leland (2018) fremmer også sammensetning av betongkonstruksjoner med skruer og bolter som et godt alternativ, da dette gjør det mer mulig å gjenvinne elementene. Dette vil gjøre kostnadene for gjenbruk lavere, da det vil muliggjøre lettere demonteringer, mindre avfall og mer effektive prosesser for relokalisering, planlegging og montering. Dette vil igjen ha fordeler for miljøet, men også ha forretningsmessige fordeler.

I likhet med dette, ser også NCC og MEF viktigheter med å modifisere stående konstruksjoner og betongelementer. Dette betyr at sirkulær økonomi ikke bare omhandler å bruke betongelementer eller knust betong i ny produksjon, men også å anvende allerede bygde elementer i nye prosjekter. Dette gjelder for eksempel å utnytte og ta i bruk allerede lagt grunnmur. Å utnytte grunnmurer er et godt steg i riktig retning, da det ofte er grunnmurene som står for mye av CO₂-utslippene. Det er derfor viktig å prosjektere bygg med en tilpasningsdyktighet, som også er et av prinsippene i sirkulærøkonomisk tankegang. Ifølge Skullestad (2021) er rehabilitering av en konstruksjon det beste alternativet dersom konstruksjonen ikke lengre når opp til målene det er ment. Det er også en forenklet prosess, da den unngår den lange dokumenteringsprosessen for gjenbruk av materialene.

Gjennom intervjuene finner vi like definisjoner på hva nettopp sirkulær økonomi er i betong- og sementindustrien. Dette er trolig fordi den sirkulære tankegangen ikke er noe nytt, og har vært i vinden de siste årene. Alle bransjer er i dag påvirket på en eller annen måte av bærekraftig utvikling og presset rundt det, noe som gjør at det forekommer mye fokus og investeringer rundt det. Hovedforklaringen foreligger ved å utnytte maksimalt de materialene en allerede har tatt i bruk, samt å forhindre å bruke nye jomfruelige materialer. Selv om intervjuobjektene kommer fra forskjellige selskaper med variert investeringsevne, finner man ønsket om å omstille til sirkulær økonomi. Som et eksempel, driver bedriften til Betongprodusent aktivt med forskningsprosjekter og veiledning i utvikling av mer bærekraftige metoder og gjenbruk i bransjen. På den andre siden, finner vi Lindum som ikke selger resirkulert tilslag, men bruker mye av betongen dem får inn til å videreutvikle sitt eget deponi. Likevel, har de sammen med andre aktører forskningsprosjekter rettet mot resirkulert tilslag. Dette tyder på at selv om sirkulær økonomien ikke er helt integrert i bygningsindustrien, søker likevel industrier som

produserer betong og håndterer avfall aktivt etter sirkulærøkonomiske strategier med hverandre. Dette kommer begge partene til gode, sammen med at det aktivt bidrar til måloppnåelse av miljøplaner, mål, strategier og avtaler.

5.1.1 Oppsummering forskningsspørsmål 1: Hva er sirkulær økonomi i betong- og sementindustrien?

- God kunnskap omhandlende sirkulær økonomi, hvor konklusjonen er å gjøre god nytte av materialene som allerede er tatt i bruk. Dette omhandler gjenbruk av betongelementer, bruk av resirkulert tilslag, rehabilitering og prosjektere bygg med tilpasningsdyktighet.
- Gjennomfallende villighet til å omstille fra lineær- til sirkulærøkonomisk tankegang. Dette innebærer at aktører ikke bare er ansvarlig for produksjon av produktene, men også tjenestene rundt dem og vedlikehold gjennom produktets levetid. Dette innebærer nye forretningsmodeller, samtidig som prosesser for CE-merking må integreres.
- Bedrifter søker aktivt etter råd og samarbeid med andre aktører for å produsere sirkulærøkonomiske strategier.

5.2 Hvilke gjenbruksmetoder anvendes i betong- og sementindustrien?

Når det kommer til hvilke gjenbruksmetoder som blir anvendt i intervjuobjektene bedrifter, kommer det frem noe usikkerhet fra enkelte av intervjuobjektene. Dette er fordi ikke alle er direkte involvert i denne fasen i et prosjekt, hvor for eksempel MEF som er fagsjef for Maskinentreprenørenes forbund, ikke har noe personlig erfaring med gjenbruk. På en annen side er enkelte av hans medlemsbedrifter involvert i prosjekter hvor gjenbruk er aktuelt. Han synes allikevel det er alt for lite kreativitet for gjenbruk i bransjen, da det deres medlemsbedrifter ikke gjør stort annet enn å knuse betongen og bruke det til fyllmasse. Å bruke betong i ubunden form oppfattes som vanlig gjennom intervjuene, og blir av SINTEF Byggforsk (2002) forbundet med lav helse- og miljørisiko. Dette er allikevel lite innovativt, men har også fordeler som å absorbere CO₂. Ved å bruke knust betong til fyllmasse, økes betongens eksponering og mer CO₂ vil bli absorbert (Seehusen, 2013). Samtidig mener MEF at byggherrene etterspør i for liten grad bruk av resirkulert tilslag og annet gjenbruk i sine prosjekter, noe som fremmer lite innovasjon i dette segmentet.

Fra avsnittet over kan en diskutere MEFs oppfatning om at det er en byggherre som til enhver tid må etterspørre gjenbruk. Det er byggherrene som styrer budsjetter og bør være de største pådriverne for gjenbruk, samtidig som dem setter kravene enhver involvert aktør skal etterfølge. Men det finnes likevel muligheter for at alle aktørene i kjeden kan være pådrivere for gjenbruk og resirkulering. Det er viktig at aktørene involverings i tidligfase av prosjektets levetid, for å kunne der fremme, diskutere og dele tanker omhandlende gjenbruk. På denne måten kan en oppnå effektivitet i gjenbruksmetodene i prosjektet, hvor det er gitt klare føringer for hvordan materialene skal behandles og hvilke aktører som skal gjøre hva. På denne måten kan en oppnå en kostnadseffektiv resirkuleringsprosess, hvor hver aktør kan bidra med avfallsminimering og forhindre unødvendig utslipp.

Betongprodusent ser på nye muligheter for bruk av gammel betong, og utfører derfor en rekke forskningsprosjekter. Et av prosjektene omhandler miksdesign, hvor dem produserer tilslag laget av gammel betong og bruker dette i ny betong. Dette har en rekke fordeler, og er blant annet miljøvennlig. Det kommer frem at det ikke er alltid like lett, da det fortelles at betong fra tidligere prosjekter kan ha ulike tilsetninger som kan både være miljøfarlig og forurenset. Dette kan diskuteres, da det er mulig å gjennomføre vasking av betongen for å fjerne forurensing i

form av maling, puss, etc. Eckbo (2021) fremmer også at betong ikke vil lekke ut bestanddeler av tilsetningsstoffer. Dette betyr at det derfor burde være mer mulig å bruke mer gjenbruk av betong, selv dens forurensing. Likevel gjennomfører bedriften til Betongprodusent en rekke undersøkelser og tester som kan være svært kostbart. Bedriften til Betongprodusent har også anvendt avfallsstoffer i ny betong for å erstatte mengden sement og betong i ny produksjon. Dette er innovasjon, og kan sammenlignes med Norcems utnyttelse av fiskeslam for oppvarming av sementovner (Norcem, u.d a).

Fra avsnittet over vises det til en villighet hos intervjuobjektene for å teste nye grenser og måter å bruke materialer på for å minimere bruk av sement. Sement er en essensiell del i betongproduksjon, men slipper også ut mest CO₂ gjennom kalsineringsprosessen (Norcem, u.d b). Slik forskning viser til store muligheter for utvikling i sementindustrien. Dersom en essensiell ressurs som sement kan erstattes, vil dette minimere CO₂-utslippene betraktelig, samtidig som det kan gi store økonomiske vinninger for bedrifter som griper denne muligheten. Bedriften til Betongprodusent er ikke byggherrer, men er selv opptatt av nye innovative løsninger som fremmer bærekraft. Denne bedriften er et godt eksempel på aktører i bransjen som er pådrivere for gjenbruk og resirkulering i prosjektene dem er iverksatt. Dette viser til mulighetene som foreligger for at flere bedrifter kan utføre forskning som dem selv kan videreføre og implementere i fremtidige prosjekter.

Avgjørelsen om hvilken aktør som burde ta kostnaden for forskningsprosjekter er ikke en lett avgjørelse. En burde derimot se på mulighetene som kommer dersom en bedrift gjennomfører forskningen. Dette kan gi økonomiske vinninger, og gjøre bedriften til en stor bidragsyter i fremtidig eiendomsutvikling. Dette kan sammenlignes med å være villig til å ta en risiko og gripe muligheter. Det er på en annen side mer aktuelt for større bedrifter å gjennomføre slike forskningsprosjekter, da de ikke nødvendigvis har like stramme økonomiske rammer som mindre bedrifter. Dette kan bli sett på som urettferdig, men blir blant annet løst av Statens Vegvesen ved å sette opp anbudsrunder for nye prosjekter med lavere krav for bærekraft og gjenbruk. Dette gir mindre bedrifter mulighetene til å bli med i større prosjekter, samtidig som de vil bli belønnet med bonuser dersom dem fortar innovative og effektive løsninger i et bærekraftig- og sirkulærøkonomisk perspektiv

Lindum mottar om lag 200.000 tonn betong hvert år, og forteller at lite til ingenting av dette blir gjenvunnet. De har derfor inngått et prosjektsamarbeid med Unicon for å øke deres

gjenvinningsgrad. Prosjektet omhandler om å produsere tilslag i like god kvalitet som naturlig tilslag fra rivebetong. Fra pilotprosjektet, viste det seg at tilslaget hadde samme kvalitet som naturlig tilslag og kunne brukes av Unicon i fremtidige prosjekter. Dette betyr at produktet kan CE-merkes, og oppfyller derfor sikkerhetskravene satt fra Conformité Européenne (DSB, u.å.). Siden gjennomføringen av pilotprosjektet, har Lindum merket en økt forespørsel og dem har derfor startet en optimaliseringsprosess for å gjøre tilslaget mer tilgjengelig.

Dette er et godt eksempel på en aktør som har tilgjengelig materiale, men manglende kunnskap. Som en løsning har selskapet iverksatt og involvert en annen aktør med riktig kunnskap for å drive forskning og utvikling. På denne måten sikrer en god dialog, kunnskapsdeling, sammen med at risikoen blir delt. Samarbeidsprosjekter er gode muligheter for bedrifter med stramme økonomiske rammer, sammen med at det kan bidra til økt kunnskapsdeling på tvers av bransjene.

Ved spørsmål om gjenbruksmetoder, forteller Betongprodusent at dem gjennom hele kjeden forventer mye fra deres leverandører og samarbeidspartnere. De forventer at leverandørene er innovative og tenker nytt, samtidig som de dokumenterer hele prosessen. Ved å forvente mye av andre, øker dette også kravene rettet mot dem selv. Dette har gjort dem til en av næringens ledende aktører innen nytenkning og innovasjon. Som et eksempel på dette, har dem forskningsprosjekter for å utvikle grønnbetong. Denne betongen er mye basert på nullprodukter som oppstår ved produksjon av betong. Eksempler på nullprodukter er restmaterialet en finner i trommelbiler. Denne ressursen utnytter dem med å tørrvaske trommelen, hvor dem da produserer et slags granulat som bygger på seg hver gang det brukes. Til slutt kan denne granulaten brukes som tilslag i ny betong. Dette er en annen måte å minimere vannforbruket i fabrikkene, og gjør prosessene med dokumentasjon enklere. Dette kan sammenlignes med bransjens utviklingsprogram ØkoBygg. ØkoBygg har som hovedformål å øke bransjens miljøeffektivitet hvor et viktig delmål er å ta i bruk restmaterialer (SINTEF Byggforsk, 2002). Når man tørrvasker trommelbiler, unngår man unødvendig deponering av restmateriale, samtidig som det minimerer bruk av vann. Dette er et steg i riktig retning, og defineres som en bærekraftig utvikling. Ved slik bruk, øker det også sjansen til å etterfølge målet om å ha økonomisk vekst separat fra ressursbruk satt av «the European Green Deal» (European Commission, u.å.).

Basert fra funn, blir en annen gjenbruksmetode presentert som omhandler bruk av knust betong i stålbur. Disse stålburene kan blant annet brukes til støttemurer, innhegninger og gjerder. Det finnes flere fordeler med slike bur, da det igjen øker eksponeringsflaten til betongen og mer CO2 blir absorbert, sammen med at det limiterer ressursbruken av for eksempel vann dersom det skulle blitt brukt som tilslag.

Unicon forteller også om hvordan overskuddsbetong/returbetong kan bli anvendt i andre prosjekter. Dette gjelder dersom en trommelbil kommer tilbake fra et prosjekt med en halv kubikk betong, så kan dem fint tilføre 6 nye kubikk og bruke dette i et annet prosjekt. Dette er helt lovlig, og er en god måte å sørge for maksimal utnyttelse av ressursen (Norsk fabrikkbetongforening, 2018). Overskuddsbetong er det samme som returbetong, som det finnes flere måter å håndtere. Betongen kan for eksempel vaskes slik at tilslaget kan brukes på nytt. Denne metoden er lite anvendt, da det er veldig ressurskrevende og tar mye plass. En annen måte er ved å støpe betongklosser. Dette blir presentert av Unicon som deres eneste gjenbruksmetode, annet enn tørrvasking av trommelbilene. Betongklossene er i likhet med stålburene veldig ettertraktet, da de fint kan brukes til skillevegger og støttemurer (Unicon, u.å.). Betongklossene er en innovativ måte å forhindre unødvendig deponering av et godt materiale, og har mange bruksområder.

5.2.1 Oppsummering forskningsspørsmål 2: Hvilke gjenbruksmetoder anvendes i betong- og sementindustrien?

- Gjenbruksmetodene som blir anvendt av intervjuobjektene er gjenbruk av betongelementer og konstruksjoner, bruk av resirkulert tilslag, gjenbruksprosesser for vaskevann, utvikling av stålbur fylt med knust betong, produksjon av betongklosser, bruk av avfallsstoffer for å minimere bruk av betong og sement, og bruk av nullprodukter for å produsere nytt tilslag.
- Det å ha en god forståelse for regelverket er svært viktig. Likevel vises det til at prosessene for å gjennomføre resirkulering er kostbart og tidkrevende.
- Aktørene i bransjen ønsker mer initiativ og innovasjon rundt gjenbruk og resirkulering, men påpeker kostnadene burde bli mer fordelt. Likevel finner en muligheter til å danne konkurransefortrinn med å være villig til å ta risikoen for å utøve forskningsprosjekter.
- Kunnskapsdeling på tvers av bransjene er et steg i riktig retning.

5.3 Hvordan kan det oppnås høyere grad av sirkularitet av betong som byggemateriale, og burde staten ta en del av regningen for nytt utstyr?

Dette forskningsspørsmålet drar mye likhet med enkelte av diskusjonsmomentene fra forskningsspørsmål 2. Meningene rundt dette er delt, da enkelte av intervjuobjektene ser mulighetene rundt utvikling av grønnere løsninger som en stor mulighet, mens andre ser på utføring av forskningsprosjekter som en risikable og kostbar affære. En bedrift som bedriften til Betongprodusent har god økonomi, og har derfor ikke de samme økonomiske rammene som andre mindre bedrifter. Dette gir dem en frihet til å ta større sjanser og høyere risiko, som igjen øker bedriftens muligheter for å finne nye konkurransefortrinn i markedet. Dette kan bli sett på som urettferdig, og kan støtte opp hvorfor staten burde gi substituere til bransjen. På denne måten oppstår det større konkurranse, som igjen kan gi bedre produkter og løsninger i et bærekraftig- og sirkulærøkonomisk perspektiv. Som en fortsettelse på diskusjon av forskningsspørsmål 2, finner vi også her meninger om at det burde stilles større krav rettet mot byggherren for å få til mer sirkularitet. Dette mener MEF enten må implementeres med krav og påbud rettet mot byggherre, mens NCC mener på en annen side at de bærekraftige løsningene burde komme gjennom felles samtaler aktørene seg imellom og videre utføres som et dugnadsarbeid for et fellesmål. Det at det foreligger forskjellige meninger for hvem som burde ta ansvar, tyder på at det kanskje heller må skje et samarbeid i bransjen rettet mot sirkularitet.

MEF synes dette har mye med tidligfase planlegging å gjøre. Dersom byggherren setter tidlig krav for sirkularitet, kan entreprenørene starte arbeidet med å velge ut hvilke materialer det vil lønne seg å bruke i et sirkulærøkonomisk perspektiv. Dette er en tankegang en finner igjen hos flere av intervjuobjektene, da dem mener det er for få av aktørene i verdikjeden som er villig til å fremme bærekraft og sirkularitet. Innvirkning rettet mot bærekraft kan være kostbart, men burde også sees på som en mulighet. Ved etterfølgelse av EU taksonomien, hvor det er fokus på bærekraftige og sirkulære prinsipper, kan det øke bedriftens rykte og gjøre bedriften mer aktuell for investeringer og andre belønninger som bedre betingelser på lån (Cederkvist, et al., 2021). I likhet med tidlig planlegging og kartlegging av ansvaret hvilken aktør skal ta, kan det også øke sirkulariteten i bransjen dersom en prosjekterer for demontering. Presentert av 3xN Architects (2016), omhandler denne metoden å sikre gjenbruk av konstruksjoner, så lenge en fokuserer på og optimaliserer løsninger som gjør at bygningselementer kan monteres og demonteres uten å bli skadet. På denne måten kan en enkelt gjøre store omstillinger i et bygg

for å passe nye formål, eller bruke bygningselementer fra eldre prosjekter i nye. Ved bruk av slike bygningskomponenter unngår en bruk av kjemiske festemetoder som liming, sveising eller støping, og en kan lettere utføre separering av komponentene. Disse komponentene vil kreve mindre vedlikehold, samt at det også vil produseres mindre avfall og redusere materialforurensing (Leland, 2008).

Når det kommer til sirkularitet i bransjen, påpeker Betongprodusent, i likhet med MEF, at det burde planlegges på forhånd med satte prosedyrer som dokumenterer og håndterer egenskapene til betongen. I denne planleggingsfasen burde det også kartlegges hvem som skal betale for denne prosessen. Utøvelsen av en dokumenteringsprosess er også svært krevende, og stemmer overens med det Sørnnes, et al (2014) ser på som en stor utfordring. Betongprodusent fortalte i intervjuet at det vil oppstå mangler av naturressurser innen 20-30 år. Dersom det stemmer, vil det være nødvendig å foreta store endringer. Dette er grunnet store transportkostnader, sammen med nye CO₂-utslipp på bakgrunn av dette. Materialene vil også koste mer, da det vil bli mer etterspørsel enn tilbud. Enhver aktør kan i dag til beste evne utføre gjenbruk, men det må være økonomisk lønnsomt. Dette gjelder å bruke systemer som kan skille mellom god og dårlig masse, slik at en effektivt kan fordele materialene til passende formål. Betongprodusent ser ikke på materiale som enten dårlig eller bra, men at materialene har forskjellige klassifiseringer. Dette er en bærekraftig tankegang, som kan bidra med avfallsminimering og økt gjenbruksgrad i fremtidige prosjekter. Det er klarering i tidligfase Betongprodusent mener vil øke sirkularitet i bransjen. Dette stemmer overens med Cheshire (2016) som forteller at det foreligger muligheter til å se hva som er tilgjengelig før en går i gang med nye prosjekter. Dette innebærer å prioritere de innerste sirklene i EMF-modellen. Dette omhandler å prioritere vedlikehold, rehabilitering og gjenbruk fremfor å rive. Dette ser MEF på som en veldig viktig faktor, men forstår det ikke er ønskelig for arkitektene å tegne på allerede konstruerte elementer.

Fra intervjuene virker det som at det er kostnadene som er det største hindret for økt sirkularitet i bransjen. Dette er fordi det ikke bare er kostbart å gjenvinne materialet i seg selv, men fabrikkene må også utvides. Betongprodusent tegner et bilde, hvor antall siloer må økes fra 3 til 20 for å kunne oppbevare de nødvendige komponentene. Dette er en veldig stor kostnad, noe som gjør at de fleste intervjuobjektene mener staten burde stå ansvarlig for en del av regningen. Det er en omstillingsprosess som må gjennomføres, og vi kan sammenligne denne omstilling med overgang til elektriske biler. Da Tesla først ble lansert i Norge, ble det gitt substitutter for å minimere kostnaden på bilen. Dette gjorde bilen mer tilgjengelig for et større publikum og

fungerte som en gulerot for å få flere til å velge elektrisk. Drar en sammenligner med dette til byggebransjen, burde slike substitutter også gis til aktører i bransjen for å få i gang omstillingsprosessen. Stipendiaten følger også staten burde steppe inn, men til forskjell burde de heller være fremoverlent for å være de første som utfører prosjekter med nye gjenbruksmetoder og økt sirkularitet. På denne måten kan de sette en ny standard for bransjen som gjør en omstillingsprosess mer en nødvendighet, enn en mulighet. Det finnes flere forelagte planer og avtaler for en bærekraftig utvikling. Dette gjelder avtaler som Parisavtalen, det grønne skiftet, andre Stortingsmeldinger og EU taksonomien. Dette er direktiver som legges ut for byggebransjen, men blir dessverre ikke nok underbygget i hverken politikken eller støttet opp nok gjennom substitutter eller andre tilretteleggelser. Dette gjør det vanskelig for industrien å handle etter som et kollektiv, da det ikke er alle bedrifter som innehar god nok økonomi til å gjøre en omstilling.

På en annen side blir kunnskap fremmet som en pådriver for sirkularitet. Unicon ser på manglende kunnskap om gjenbruksmaterialer som et stort hinder for gjenbruk. Dette begrunner hun med at det er få ekstra beregninger som må gjøres for å undersøke hvor mye gjenbrukt en kan bruke i et prosjekt. Likevel blir dette unnlatt, da bransjens tankegang er innstilt på at det er komplisert og tidkrevende. I motsetning til gjennomførelse av disse beregningene, mener stipendiaten at det er risiko med å ikke gjennomføre bærekraftige løsninger i prosjekter. Dette er økonomirelatert, og begrunnes med at det senere kan komme krav om bærekraft, hvor en omstilling kan være kostbart. Det kan også være kostbart å ikke bygge bygg med formål om at komponenter kan brukes på nytt. Leland (2008) undersøker hvordan nye betongkonstruksjoner kan monteres uten at det må støpes. Dette er en tankegang som nevnt tidligere er under arbeid hos enkelte av intervjuobjektene, men virker å være relativt krevende. Som et alternativ, mener Sørnes, et al. (2014) at tilrettelegging av insentiver, miljøsertifiseringer eller økonomiske strukturer kan være en stor bidragsyter for å øke sirkulariteten i bransjen.

En annen måte som fremmes er kunnskapsdeling med andre land. Dette bringes frem av Lindum, og henviser seg til Nederland og Danmark. Dette er land som ikke følger likt lovverk som Norge når det kommer til gjenbruk. Dette gjelder for eksempel bruk av forurensede masser som ikke er lov i Norge, men blir aktivt anvendt i disse landene. På denne måten har Nederland en antatt gjenvinningsgrad på 40-50%.

5.3.1 Oppsummering forskningsspørsmål 3: Hvordan kan det oppnås høyere grad av sirkularitet av betong som byggemateriale, og burde staten ta en del av regningen for nytt utstyr?

- Økonomien er en stor faktor når det kommer til sirkularitet i bransjen.
- Noen av intervjuobjektene mener det må rettes større krav på byggherrene for å få inn mer gjenbruk i prosjektene.
- Flere av intervjuobjektene mener en lettelse i regelverket kan være en måte å øke sirkulariteten av betong som byggemateriale. Dette har også innvendinger med kunnskapsdeling på tvers av landegrensar.
- Substitutter, i likhet med lettelsar i regelverket, er en gjenklangene faktor som kan bidra med å øke sirkulariteten. Dette gjelder i form av økonomiske støtter og dispensasjoner, samtidig som det er ønskelig at staten er de største pådriverne av bærekraftige løsninger og viser til satsing på sirkularitet og bærekraft i sine prosjekter.

5.4 Hvilke utfordringer foreligger det for ombruk av byggematerialer, er regelverket i dag en hindring?

Det kommer frem fra flere av intervjuobjektene at regelverket for gjenbruk er veldig komplisert og at dette er en utfordring. Blant annet må en rekke standarder opprettholdes og følges. Dette er en krevende prosess, både med tanke på tid og kostnader. Circle Economy (2019) ser på kostnadene knyttet til implementering av sirkulær økonomi som en av de største utfordringene, da byggherrer ofte bare er opptatt av de kortsiktige inntektsmodellene. På en annen side er det å produsere tilslag i seg selv en relativt enkel og problemfri prosess, men at det er oppfyllelsen av kravene gjør det hele vanskelig. Dette gjelder blant annet tilfredsstillelse av standard NS EN 206 for betong. Som et krav i NS EN 206, må tilslaget oppfylle NS EN 12620. Det er de samme kravene for resirkulert og nytt tilslag. Materialet må også CE-merkes, selv om det er nå foreslått av Regjering (2020) å foreta en endring hvor dette ikke er nødvendig. Dette er fordi merkingen kan fungere som en stopper for ombruk.

Etterfølgelse av NS EN 12620 virker også til å være et stort problem, da det kan forhindre en rekke samarbeid aktørene seg imellom. Dette er fordi fabrikkene som produserer tilslaget også må være sertifisert av kontrollrådet. Sammen med etterfølgelsen av regelverk, standarder og krav, fortelles det at det foreligger utfordringer knyttet til forståelsen av regelverket. Dette gjelder for eksempel kunnskap om hvor mye resirkulert tilslag som kan benyttes i produksjon av ny betong. Fra intervjuene, nevner samtlige at det maksimalt kan benyttes 30% resirkulert tilslag i ny betong, mens Unicon forteller at det kan benyttes langt mer så lenge det er planlagt og blitt prosjektert inn. Dette stemmer overens med Meløysund (2015) presentasjon av de nye bestemmelsene for tilslag, hvor mengden resirkulert tilslag i ny betong fint kan overstige 30% så lenge det er beregnet inn. Dette fremmes å være noe ikke alle intervjuobjektene vet, og kan derfor være en utfordring å implementere.

Ikke alle intervjuobjektene mener regelverket og etterfølgelse av standardverket er en hindring. For eksempel mener Betongprodusent at dette bare er noe en må etterfølge. Det kan likevel diskuteres for at bedriften til Betongprodusent er en så pass stor bedrift med mye kapital og at en omstilling for dem ikke vil være like krevende som for mindre bedrifter. MEF mener på en annen side at det er systemene det står på, da bedre systemer vil gjøre dokumenteringsprosessene lettere. Med bedre systemer mener MEF en lettere vil kunne

anvende gammel betong i nye prosjekter, uten å måtte gjøre store og krevende prosesser for å gjenbruke det. Ved slike høye krav, er det en utfordring å få byggherrer til å velge bruk av resirkulert og gjenbrukt materiale. Dette er fordi det utgjør en usikkerhet for prosjektets budsjett og levetid, og det vil derfor være et sikrere valg å bruke jomfruelige materialer. Dette understøttes av Stipendiaten som forteller at økonomiske aktører i en bedrift ofte anbefaler å sende overskuddsmateriale på deponi.

Fra det teoretiske perspektiv er ikke bruk av resirkulert tilslag bare sett på som positivt. Dette er fordi bruk av resirkulert tilslag er vannkrevende og krever ekstra sement for å kunne produsere betong i god kvalitet (Meløysund, 2015). For å produsere resirkulert tilslag er prosessen krevende, da materialet først må knuses og gå gjennom en rekke prosesser for å bli klassifisert, dokumentert og vasket (Behera, et al., 2014). Det kommer frem at ikke alle intervjuobjektene har kunnskapen, systemene og økonomien til å kunne gjennomføre slike prosesser. Mye av kunnskapen dreier seg rundt regelverket og forståelsen av det. Det har også mye å si på etterspørselen i markedet, da det i dag ikke er mange aktører som ønsker bruk av resirkulert tilslag. Basert på funn, fortelles det også at det er for lite initiativ fra alle aktørene i kjeden for å gjennomføre flere prosjekter omhandlende gjenbruk. Dette er grunnet prosjektenes kostnad, sammen med at aktørene ikke mener dem burde ta kostnaden på dette alene. Usikkerheten med kostnader gjør det også lettere for byggherrer å se bort i fra bruk av resirkulerte materialer, da det foreligger en stor usikkerhet rundt godkjenningsprosesser og krav. Det har mye å si hvilken bedrift som utøver prosjektene, da det er ofte kostnadene det står på. Det er derfor viktig at det gjennomføres en stor omstillingsprosess i bransjen, der alle aktører, uansett nivå, er fremoverlent for å få inn mer sirkulær økonomi i bransjen.

5.4.1 Oppsummering forskningsspørsmål 4: Hvilke utfordringer foreligger det for ombruk av byggematerialer, er regelverket i dag en hindring?

- Forståelse knyttet regelverket fremmes å være både en hindring for samarbeid aktørene seg imellom.
- Regelverket er enda en utfordring grunnet den krevende prosessen som må gjennomføres for å kunne få godkjent og dokumentert materialene som gjenvinnes.
- Usikkerheten med regelverket kan gjøre at byggherrene lettere ser bort i fra å prioritere gjenbruk og resirkulerte materialer.

- Kostnader er en stor utfordring. Dette gjelder både for mindre bedrifter som ønsker å gjøre en omstilling, kostnad knyttet til resirkulerte produkter, samt også kostnader knyttet til implementering av sirkulær økonomi i prosjekter.
- Det foreligger usikkerhet knyttet til villigheten til en omstilling til sirkulær økonomi. Siden mye av problemer fremmes å være økonomi, virker det som aktører i kjeden hvor det foreligger mest risiko ikke er villig til å ta sjansene i frykt for å tape penger. Dette kan tyde på at regelverket ikke er strengt nok.

6.0 Konklusjon

Formålet med denne masteroppgaven har vært å finne ut viktigheten av gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv i eiendomsutvikling. Hensikten er å fremme ny og god kunnskap om sirkulær økonomi i byggebransjen, samt hvorfor dette er viktig i eiendomsutvikling. I dette kapitlet vil masteroppgavens problemstilling bli besvart med hjelp av oppgavens fire forskningsspørsmål. Besvarelsen blir gitt på grunnlag av eksisterende litteratur, sammen med funn fra de kvalitative intervjuene. Det vil avslutningsvis i dette kapitlet gis kritisk vurdering av oppgaven, samt presentere anbefalinger til videre forskning.

6.1 Konklusjon: Problemstilling og forskningsspørsmål

Masteroppgavens hensikt har vært å besvare følgende problemstilling:

Hvordan kan det praktiseres mer gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv?

Funn i denne masteroppgaven viser til at sirkulær økonomi er et veldig dagsaktuelt tema, hvor alle intervjuobjektene har tanker og meninger rettet mot det. Det fremmes både en villighet og usikkerhet hos intervjuobjektene til å omstille fra lineærøkonomisk- til sirkulærøkonomisk tankegang. Usikkerheten omhandler økonomi, da aktører som operer i de mest risikofylte leddene i verdikjeden er nølende til å ta sjanser i frykt for å tape penger. Aktørene som er villig, presenterer på en annen side et godt tiltak for en hurtigere omstilling. Denne metoden omhandler å øke ansvarstiden for produktene fra overlevering til hele produktets levetid. Dette er ment for å øke produsentenes villighet til å investere i bedre, miljøvennlige og sirkulære løsninger. Denne omstillingen krever nye forretningsmodeller, samtidig som nye prosesser for CE-merking må integreres. For å gjøre gjenbruk mer utbredt er det nødvendig at det utvikles forretningsmodeller som aktivt tilrettelegger forenklende prosesser for gjenbruk. Nye forretningsmodeller vil åpne muligheter for at nye virksomheter kan etableres og bedrifter som foretar seg en omstilling vil oppnå økonomiske vinnings. Nye virksomheter vil øke behovet for mer arbeidskapasitet, og det vil derav produseres flere arbeidsplasser. Dette er positivt da befolkningstallet er stadig økende.

En omstilling fra lineær- til sirkulærøkonomisk tankegang er avhengig av hva regelverket er basert på. For å gjøre gjenbruk og ombruk lettere å integrere, er det derfor avgjørende at det skjer en omstilling av regelverket rettet mot sirkulærøkonomiske prinsipper. Det kommer frem fra intervjuene at regelverket er en utfordring når det kommer til å praktisere gjenbruk av betong, da prosessene for å gjøre materialene godkjent og dokumentert er krevende. Det kommer også frem at regelverket gjør prosessene kostbare, som igjen setter en stopper for mindre bedrifter og samarbeid med andre aktører. Et tiltak er derfor å utøve mer kunnskapsdeling med andre land, som for eksempel Nederland og Danmark. Dette er land som har høyere gjenbruksgrad enn Norge. Mye av grunnlaget for dette baserer seg på gjenbruksmetoder og krav de utfører som ikke er akseptert i Norge. Dette setter en stopper for gjenbruk og produserer mer avfall på deponier. Som et tiltak, er en lettelse og omstilling av regelverket en måte å øke sirkulariteten av betong som byggemateriale.

Manglende kunnskap rettet mot regelverket fremmes som et problem. Selv om regelverket gjør prosessene mer krevende, mener enkelte av intervjuobjektene at dette ikke er det store problemet. Regelverket er ment for å verne miljøet og sikre gode, pålitelige materialer som kan brukes med sikkerhet i nye prosjekter. Uten et godt og stabilt regelverk, oppstår det fare for utnyttelse av en porøs sammensetning av betong. Dette vil utgjøre stor fare for arbeidere, brukere og samfunnet rundt. Sammen med dette, fremmes det også et problem som manglende kunnskap rettet mot hvor mye resirkulert tilslag som kan anvendes i ny betong. Den manglende kunnskapen gjør det lettere for byggherrer å se bort ifra gjenbruk og heller anvende nye materialer. Dette er fordi byggherrene tror det er mer sikkert, kostnadseffektivt og gjør produksjon av betong lettere. Det er derfor viktig at det i bransjen skjer en grundigere gjennomgang av regelverket, hvor krav, mengder og sammensetninger forstås. På denne måten vil en unngå å deponere nyttig materiale, som igjen vil skåne miljø og minimere uttaket av jomfruelige materialer. Som et alternativ, fremmes det større kunnskapsdeling bransjene seg imellom. Dette foregår allerede i dag, men industrier som avfallsmottak og bergindustri må utvikle mer gjennomgående samarbeid og kunnskapsdeling. I dette tilfellet sitter begge parter med informasjon og ressurser som vil komme begge til gode.

Selv om det i dag foreligger en rekke vanskeligheter med å gjenbruke betong, praktiseres det fortsatt gjennom en rekke metoder. Dette gjelder omforming av gammel betong til resirkulert tilslag, anvendelse som fyllmasse, fyll i stålbur/gabioner, bruk og videreutvikling av eksisterende bygningsmasse og produksjon av betongklosser. Som nye metoder, utføres det i

dag forskningsprosjekter som undersøker hvordan en kan gjenbruke betongelementer på måter hvor det ikke vil oppstå avfall under montering og demontering. Dette gjelder å bruke innovative festemetoder som ikke krever støping eller liming. Utvikles dette, hvor demontering og monteringsfasene optimaliseres, vil det bidra med å øke praktiseringen av gjenbruk av betong.

Det finnes en rekke utfordringer knyttet til gjenbruk, som for eksempel kostnader, forståelse av regelverk, krevende regelverk, for lite krav rettet mot byggherrer, prosjekter som ikke er prosjektert etter sirkulærøkonomiske prinsipper, manglende kommunikasjon og kunnskapsdeling. Samtidig, mener flere av aktørene at det er for lite initiativ og innovasjon rundt resirkulering og gjenbruk. Et ønske er at kostnadene rundt innovering må fordeles over hele bransjen, fremfor at enkelte bedrifter skal betale for det hele. Som et alternativ, må det gis økonomiske støtter og dispensasjoner, samtidig som at staten burde være den engasjerende part og utføre prosjekter som er basert på de sirkulærøkonomiske prinsippene. Dette vil være en stor bidragsyter for å øke bransjens villighet til en omstilling, da det vil gjøre en omstilling til en nødvendighet for å kunne opprettholde konkurransefortrinn. Dette er en metode, sammen med lettelser og økt kunnskap av regelverk, støtte og dispensasjoner, som er sett på det som vil øke praktiseringen av gjenbruk av betong som byggemateriale.

Det er slik gjenbruk av betong praktiseres i dagens byggebransje. Implementeringen av sirkulærøkonomiske prinsipper medfølger en rekke utfordringer, men det fremmes også en rekke muligheter for hvordan sirkulariteten i bransjen kan økes. Det finnes derfor stort forbedrings potensiale for fremtiden for hvordan det kan praktiseres mer gjenbruk av betong i et sirkulærøkonomisk perspektiv.

6.2 Kritikk til egen oppgave

I denne oppgaven var det krevende å anskaffe relevante aktører å intervju. Selv om det til slutt endte opp med gode og respektable intervjuobjekter, hadde det vært nyttig dersom det hadde blitt intervjuet aktører som representerte staten, arkitekt- og byggherresiden. Dette kunne påvirket resultatene, diskusjonen og derav konklusjonen. Dette er noe jeg skulle ha etterfulgt mer, og synes det er synd det ikke ble etablert noe kontakt med disse aktørene. Likevel gjør dette det relevant for videre forskning, hvor disse aktørene er inkludert.

Intervjuguiden var i denne masteroppgaven utformet som gjeldende for alle aktører. Dette betyr at hver aktør fikk stilt de samme spørsmålene. Jeg ser nå i ettertid at det burde ha blitt utformet flere intervjuguider for aktørene i bransjen. Dette kunne gjort at man kom dypere inn på enkelte temaer. Likevel, var intervjuobjektene godt informert om bransjen og praksisen i deres representative bedrifter.

Det var vanskelig å bestemme seg for en problemstilling i denne oppgaven. Problemstillingen er relativt åpen og vidstrakt, men har som hensikt å belyse de ulike gjenbruksmetodene som praktiseres, sammen med hvordan disse kan praktiseres mer. Det kom frem fra intervjuene at ikke alle aktørene var kjent med alle gjenbruksmetodene, noe som er grunnen for at problemstillingen til slutt ble som den er.

6.3 Videre forskning

Temaet jeg har undersøkt i denne oppgaven er stort og omfattende. Formålet har gjennom denne oppgaven vært å undersøke hvordan praksisen for gjenbruk utføres i dag, sammen med hva som skal til for å videreføre og utvide utøvelsen av gjenbruk av betong. Selv om oppgavens formål var å fremlegge et bredt kunnskapsgrunnlag, oppsto det stadig bredere tanker og ideer for hvordan en kan forske videre på temaet. Fra disse ideene og tankene, foreslår jeg følgende vinklinger for videre forskning:

- Etersom denne forskningen har funnet ut at en lettelse i regelverket vil kunne øke sirkulariteten av betong som byggemateriale, kan det være spennende og interessant å sett på hvilke endringer som vil være nødvendig for akkurat dette.
- Som nevnt, er det også relevant å undersøke meningene til arkitekter, staten og byggherrer om dette temaet. Er de enig i hva som har kommet frem, eller er dem uenig?
- Et alternativ kunne vært å undersøke de faktiske kostnadene for å resirkulere opp mot å bruke nye materialer. Det vil være interessant å undersøke om kostnadene i dag er så ulik, da de fleste intervjuobjektene i denne oppgaven baserte seg på priser fra tidligere prosjekter for ti pluss år siden. Det er i dag skjedd store endringer for gjenbruk og det har blitt gjort optimaliseringsprosesser for å gjøre praksisen lettere. Er det derfor så mye dyrere i dag å bruke gjenbrukt til forskjell for ti år siden?

Referanseliste

Aksnes, G. W. & Eggan, M. K., 2021. *Prosjekteringsledelse i sirkulær økonomiske byggeprosjekter*. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2824638/no.ntnu%3ainspera%3a85501978%3a52203663.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Hentet: 15.mai 2022).

Andersen, G., 2019. *Valg av forskningsmetode*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/nb/subject:1:f3d2143b-66e3-428c-89ca-72c1abc659ea/topic:5:195989/topic:3:195829/resource:1:56937> (Hentet: 22. november 2021).

Anthony Okakpu, A. G. J. T. J. H. A. G. & A. R., 2018. *A proposed framework to investigate effective BIM adoption for refurbishment of building projects*. Tilgjengelig fra: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00038628.2018.1522585> (Hentet: 17.09.2021).

Autoretur, 2019. *Slik blir stålet fra norske vrakbiler til armeringsjern i Operahuset*. Tilgjengelig fra: https://autoretur.no/wp-content/uploads/2020/05/Layout_Milj%C3%B8rapport-2019.pdf (Hentet: 14. mars 2022).

Årim, 2015. *ÅRIM - ein del av den sirkulære økonomien*. Tilgjengelig fra: <https://meldingar.arim.no/meldingar/2015/%C3%A5rsmelding/strategi-og-utvikling/%C3%A5rim---ein-del-av-den-sirkul%C3%A6re-%C3%B8konomien> (Hentet: 22. februar 2022).

3xN, 2016. *Building a circular future*. Tilgjengelig fra: <http://www.buildingacircularfuture.com> (Hentet: 15. mai 2022).

Baumann, M., 2020. *How Big Tech Companies Are Entering The Real Estate Market*. Tilgjengelig fra: <https://www.bfp.vc/how-big-tech-companies-are-entering-the-real-estate-market/> (Hentet: 23. mai 2022).

Bing Xia, T. D. J. X., 2020. *Life cycle assessment of concrete structures with reuse and recycling strategies: A novel framework and case study.*

Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X20300738>
(Hentet: 28. november 2021).

Brekkaus, A., 2014. *Viktig rapport om CO₂-opptak i betong.*

Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/viktig-rapport-om-co-2-opptak-i-betong/1208381!/>
(Hentet: 17. mars 2022).

Brekkaus, A., 2021. *Avfall fra nybygg kan halveres.*

Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/avfall-fra-nybygg-kan-halveres/1474012!/>
(Hentet: 28. februar 2022).

Bygg21, 2021. *10 kvalitetsprinsipper for bærekraftige bygg og områder.* Tilgjengelig fra: <https://bygg21.no/rapporter-og-veiledere/10-kvalitetesprinsipper-for-barekraftige-bygg-og-omrader/> (Hentet: 08. februar 2021).

Byggforsk, 2021. *Elektrokjemisk realkalisering og elektrokjemisk kloriduttrekk av betong.*

Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/6241/elektrokjemisk_realkalisering_og_elektrokjemisk_kloriduttrekk_av_betong (Hentet: 15. mars 2022).

Cederkvist, C., Egeberg, M. & Johansen, E., 2021. *Hva betyr taksonomien for bygg- og eiendomssektoren?.* Tilgjengelig fra: <https://www.wr.no/aktuelt/hva-betyr-taksonomien-for-bygg--og-eiendomssektoren/> (Hentet: 24. mars 2022).

Cheshire, D., 2016. *Building Revolutions; Applying the Circular Economy to the Built Environment.* Newcastle: RIBA Publishing.

Circle economy, 2019. *Building value: A pathway to circular construction finance.*

Tilgjengelig fra: <https://www.circle-economy.com/resources/building-value>
(Hentet: 14 mai 2022).

Deloitte, 2020. *Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi – Delutredning*
2. Tilgjengelig fra:

https://www.regjeringen.no/contentassets/70958265348442759bed5bcbb408ddcc/deloitte_kunnskapsgrunnlag-sirkular-okonomi_barrierer.-delrapport-2.pdf (Hentet: 07. mars 2022).

Deloitte, 2022. *Naturavtalen og naturrisiko*. Tilgjengelig fra:

https://mkto.deloitte.com/rs/712-CNF-326/images/deloitte_naturavtalen_naturrisiko_rapport_2022.pdf (Hentet: 07. mars 2022).

Deniz Ilter, E. E., 2015. *BIM for building refurbishment and maintenance: current status and research directions*. Tilgjengelig fra:

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SS-02-2015-0008/full/html>
(Hentet: 20.10.2021).

DFØ, 2021. *Sirkulære anskaffelser*. Tilgjengelig fra:

<https://anskaffelser.no/verktoy/veiledere/sirkulaere-anskaffelser> (Hentet: 07. mars 2022).

Direktoratet for byggkvalitet , 2021. *Nytt om byggevareforordningen*. Tilgjengelig fra:

<https://dibk.no/byggevarer/finn-byggevarer-og-dokumentasjonskrav/nytt-om-byggevarerforordningen/> (Hentet: 01. mars 2022).

Direktoratet for byggkvalitet, 2018. *Ombruk av byggevarer - hvilke krav må oppfylles?*.

Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/energi/ombruk-av-byggevarer--hvilke-krav-ma-oppfylles/> (Hentet: 04. mars 2022).

Direktoratet for byggkvalitet, 2020. *Samfunnsøkonomisk analyse av redusert avfall i byggebransjen*. Tilgjengelig fra https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/samfunnsokonomisk-analyse-av-reduert-avfall-i-byggebransjen_nibio-og-samfunnsokonomisk-analyse-2020.pdf (Hentet: 04. mars 2022).

DSB, u.å. *Fakta om CE-merking*. Tilgjengelig fra: <https://www.dsb.no/lover/produkter-og-forbrukertjenester/artikler/fakta-om-ce-merking/> (Hentet: 01. mars 2022).

Eckbo, C., 2021. *Ser på løsninger for å gjenvinne betong*. Tilgjengelig fra:

<https://www.nmbu.no/aktuelt/node/43349>

(Hentet: 30. mai 2022).

Ekins, P. et al., 2019. *The Circular Economy: What, Why, How and Where*. Tilgjengelig fra:

<https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Ekins-2019-Circular-Economy-What-Why-How-Where.pdf>. (Hentet: 22. februar 2022).

Ellen MacArthur Foundation et.al, 2015. *Delivering the Circular Economy: A toolkit for policymakers*. s.l.:s.n.

Ellen Macarthur Foundation, 2013. *Towards the Circular Economy*. Tilgjengelig fra:

https://www.werktrends.nl/app/uploads/2015/06/Rapport_McKinsey-Towards_A_Circular_Economy.pdf (Hentet: 22. februar 2022).

Ellen MacArthur Foundation, 2022. *Introduction to Circular Economy* Tilgjengelig fra:

<https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>

(Hentet: 16. februar 2022).

Ellen MacArthur Foundation, 2022. *The butterfly diagram: visualising the circular economy*.

Tilgjengelig fra: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>

(Hentet: 16. april 2022).

Engelsen, C. J., 2021. *Belegningsstein av betong binder CO₂ fra luften*. Tilgjengelig fra:

<https://blogg.sintef.no/sintefbuilding-nb/belegningsstein-av-betong-binder-co2-fra-luften/>

(Hentet: 23. mars 2022).

European Commission, u.å. *A European Green Deal*.

Tilgjengelig fra: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (Hentet: 06. april 2022).

FN, 2022. *FNs bærekraftsmål*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>

(Hentet: 18. februar 2022).

Fremtidens betongnæring, 2018. *Tar hånd om restbetong*. Tilgjengelig fra: <https://www.fremtidensbygg.no/tar-hand-om-restbetong/> (Hentet: 08. mars 2022).

Golafshani, N., 2003. Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research. *The Qualitative Report* , 04 12, p. 599.

Haugen, T. B., 2020. *Eiendomsforvaltning*. 1 red. Bergen: Fagbokforlaget.

Hørmann, E., 2011. *Bachelorprojekter inden for det sundhedsfaglige området –indblik i videnskabelige metoder*. København: s.n.

Jacobsen, D. I., 2015. *Hvordan gjennomføre undersøkelser?*. s.l.:Cappelen Damm akademisk.

Klima- og miljødepartementet, 2016. *Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)*. Tilgjengelig fra: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6/KAPITTEL_5#%C2%A730 (Hentet: 23. mars 2022).

Johannessen, A. P. A. T. L. C., 2016. *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode..* 5 red. Oslo: Abstrakt forlag.

Johansen, A. J. L. V. T., 2021. *Bærekraftig byggenæring: – Mye mer, mye raskere*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/innlegg-baerekraftig-byggenaering-mye-mer-mye-raskere/1466167/> (Hentet: 01.februar 2022).

Knut boge, A. T. S. S. B. A. K. L., 2017. *Failing to plan - planning to fail*. Tilgjengelig fra: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/F-03-2017-0039/full/pdf> (Hentet: 08. november 2021).

Kontrollrådet, u.å. *Ulike typer betong*. Tilgjengelig fra: <https://kontrollbetong.no/aktuelt/ulike-typer-betong/> (Hentet: 12. mars 2022).

Kvellheim, A. K. & Bramslev, K., 2020. *Betong er en del av klimaløsningen*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/-betong-er-en-del-av-klimalosningen/> (Hentet: 07. mars 2022).

Landet, R. R. et al., 2021. *Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall (NHP 5)*.

Tilgjengelig fra: https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2021/02/20210215_Nasjonal-handlingsplan-NHP5_2021-2023.pdf

(Hentet: 28. februar 2022).

Leland, B. N., 2008. *PROSJEKTERING FOR OMBRUK OG GJENVINNING*. Tilgjengelig

fra: https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26_Prosjektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf (Hentet: 16. mars 2022).

Meløysund, V., 2015. *NY NS-EN 206*. Tilgjengelig fra: <https://murbetong.no/wp-content/uploads/2015/03/1501-NS.pdf> (Hentet: 10. mars 2022).

Miljødirektoratet, 2019. *Disponering av betong- og teglavfall*.

Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M14/M14.pdf>

(Hentet: 15. mars 2022).

Miljødirektoratet, 2016. *Miljøkrav for betongvirksomheter*. Tilgjengelig fra:

<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M600/M600.pdf>

(Hentet: 09. mars 2022).

Miljødirektoratet, 2019. *Avfallsplan 2020-2025*. Tilgjengelig fra:

<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1582/m1582.pdf>

(Hentet: 28. februar 2022).

Miljødirektoratet, 2021 a. *Betong- og teglavfall*. Tilgjengelig fra:

<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/avfall/avfallstyper/betong--og-teglavfall/>

(Hentet: 02. mars 2022).

Miljødirektoratet, 2021 b. *Sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra:

<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>

(Hentet: 16. februar 2022).

Miljøverndepartementet, 2013. *Fra avfall til ressurs*. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/27128ced39e74b0ba1213a09522de084/t-1531_web.pdf (Hentet: 24. februar 2022).

Monalisa Behera, S. B. A. M. R. D. S. M., 2014. *Recycled aggregate from C&D waste & its use in concrete – A breakthrough towards sustainability in construction sector: A review*. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061814007181> (Hentet: 28. november 2021).

Morseletto, P., 2020. *Targets for a circular economy*. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919304598> (Hentet: 16. februar 2022).

Multikraft, u.å. *VI HÅNTERER SKADET BETONG*. Tilgjengelig fra: <https://multikraft.no/tjenester/betongrehabilitering> (Hentet: 15. mars 2022).

NHO, u.å. *Grønt skifte: Begreper du må kunne*. Tilgjengelig fra: <https://www.nho.no/tema/energi-miljo-og-klima/artikler/gront-skifte-10-begreper-du-ma-kunne/> (Hentet: 18. novmeber 2021).

Nitter, K., 2020. *De mest bærekraftige byggene finnes allerede*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/de-mest-barekraftige-byggene-finneres-allerede/> (Hentet: 14. mars 2022).

Norad, 2021. *Dette er FNs bærekraftsmål*. Tilgjengelig fra: <https://www.norad.no/om-bistand/dette-er-fns-barekraftsmal/> (Hentet: 21. februar 2022).

Norcem, u.d. a *Fiskeslam som brensel*. Tilgjengelig fra: <https://www.norcem.no/no/fiskeslam-som-brensel> (Hentet: 22. februar 2022).

Norcem, u.d. b *Sementproduksjon og CO2*. Tilgjengelig fra: <https://www.norcem.no/no/sementproduksjon-co2> (Hentet: 21. februar 2022).

Norcem, u.d. c *Sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra:
https://www.norcem.no/no/sirkulaer_oekonomi (Hentet: 21. februar 2022).

Norsk fabrikkbetongforening, 2018. *Disponering og gjenbruk av returbetong og betongslam*. Tilgjengelig fra: <https://fabeko.no/download/disponering-og-gjenbruk-av-returbetong-og-betongslam/> (Hentet: 08. mars 2022).

Olsson, N., 2011. *Praktisk rapportskrivning*. 1 red. s.l.:Tapir akademisk forlag.

Polit, D. & Beck, C., 2017. *Intensive Care Nurses' Experiences of Caring for Intubated Patients under Light Sedation: A Qualitative Study*. Tilgjengelig fra:
[https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgict55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2325091](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgict55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2325091) (Hentet: 09. november 2021).

Pripp, H., 2018. *Validitet*. Tilgjengelig fra: <https://tidsskriftet.no/2018/09/medisin-og-tall/validitet> (Hentet: 23. november 2021).

Rønningen, A., Engelsen, C. J. & Brekke, A., 2016. *Materialstrømsanalyse – byggavfall*. Tilgjengelig fra: https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2375402/OR_03_16_Materialstromsanalyse_byggavfall.pdf?sequence=3&isAllowed=y (Hentet: 01. mars 2022).

Regjeringen, 2020. *Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/kunnskapsgrunnlag-for-nasjonal-strategi-for-sirkular-okonomi/id2714834/> (Hentet: 02. mars 2022).

Regjeringen, 2021 a. *EU og sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra:
<https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/forurensning/sirkular-okonomi/eu-og-sirkular-okonomi/id2701035/> (Hentet: 16. februar 2022).

Regjeringen, 2021 b. *Internasjonale klimaforhandlinger*. Tilgjengelig fra:
<https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/de-internasjonale-klimaforhandlingene/id2741333/> (Hentet: 07. mars 2022).

Regjeringen, 2021 c. *Nasjonal strategi for ein grøn, sirkulær økonomi*.

Tilgjengelig fra:

<https://www.regjeringen.no/contentassets/f6c799ac7c474e5b8f561d1e72d474da/t-1573n.pdf>

(Hentet: 07. mars 2022).

Reiersen, J.-E., 2018. *Gjernbruk av komponenter*. Tilgjengelig fra:

<https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/11/Betongelementforeningen-Ny-bruk-av-betong.pdf> (Hentet: 23. mai 2022).

Rif Trøndelag, 2021. *Sirkulærøkonomi i bygge- og eiendomsbransjen*. Tilgjengelig fra:

<https://rif.no/wp-content/uploads/2021/04/Sirkulaerokonomi-160420.pdf>

(Hentet: 23. mai 2022).

Roland, E. S. & Thilesen, T., 2018. *TONE - strategi for kildekritikk*. Tilgjengelig fra:

<https://ndla.no/nb/subject:d1fe9d0a-a54d-49db-a4c2-fd5463a7c9e7/topic:077a5e01-6bb8-4c0b-b1d4-94b683d91803/topic:9b2a0642-1d1f-4aee-a9f3-8fc2e315bcf3/topic:75d0c8ee-0a66-4f50-af56-ddcbd090e0bf/resource:1:169741> (Hentet: 19. februar 2022).

Rosvold, K. A., 2021. *Gjenbruk*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/gjenbruk>

(Hentet: 21. november 2021).

Sander, K., 2020. *Induktiv og deduktiv studier*. Tilgjengelig fra: <https://estudie.no/induktiv-deduktiv/> (Hentet: 23. november 2021).

S. Bjørberg, A. L. & C. L., 2012. *MultiMap: A tool for strategiv analysis of building portfolios*. Tilgjengelig fra: <http://b-dig.iie.org.mx/BibDig2/P12-0373/pdf/CH141.pdf>

(Hentet: 08. november 2021).

Sørnes, K. et al., 2014. *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer*, Oslo: SINTEF Fag.

Seehusen, J., 2013. *Betong spiser CO2*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/betong-spiser-co2/234261> (Hentet: 10. mars 2022).

SINTEF Byggforsk, 2002. *Veileder - For bruk av resirkulert tilslag*. Tilgjengelig fra: https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/04_2002_Veileder_resirkulert_tilslag.pdf (Hentet: 29. november 2021).

SINTEF Byggforsk, 2015. *Resirkulert tilslag av tegl og betong*. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/3162/resirkulert_tilslag_av_tegl_og_betong (Hentet: 29. november 2021).

SINTEF, 2022. *Norge bør satse på rehabilitering framfor nybygg*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/norge-bor-satse-pa-rehabilitering-framfor-nybygg/> (Hentet: 14. mars 2022).

Skullestad, J. L., 2021. *OVERORDNET KLIMAGASSVURDERING NYBYGG VS. REHAB*. Tilgjengelig fra: https://www.nesodden.kommune.no/_f/p1/i7411d30d-d936-4140-baa7-acdec3c1452f/skisseprosjekter-nye-skolebyggsalternativer-pa-nesodden-overordnet-klimagassvurdering-nybygg-vs-rehab.pdf (Hentet: 14. mars 2022).

Solberg, M. G., 2017. *Sementindustrien står for 4-5 prosent av verdens totale utslipp: Her er planen for å gjøre den klimanøytral*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/sementindustrien-slipper-ut-4-5-prosent-av-verdens-totale-utslipp-her-er-planen-for-a-gjore-den-klimanoytral/376709> (Hentet: 21. mars 2022).

SSB, 2021 a. *Avfall fra byggeaktivitet*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfall-fra-byggeaktivitet> (Hentet: 21. februar 2022).

SSB, 2021 b. *Størst økning i avfall fra riving i 2020*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfall-fra-byggeaktivitet/artikler/storst-okning-i-avfall-fra-riving-i-2020> (Hentet: 28. februar 2022).

Standard Norge, 2017. *NS-EN 206:2013+A1:2016+NA:2017*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=913074> (Hentet: 21. februar 2022).

Statens vegvesen, 2003. *Gjenbruksprosjektet*. Tilgjengelig fra: https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmllui/bitstream/handle/11250/190239/Gjenbruksprosjektet_prosjektrapport%20nr1.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Hentet: 30. november 2021).

Statens vegvesen, 2005. *Gjenbruksprosjektet - Gjenbruk av knust betong i vegbygging*. Tilgjengelig fra: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmllui/bitstream/handle/11250/192886/Teknologirapport%202422?sequence=1&isAllowed=y> (Hentet: 30. november 2021).

Statsbygg, 2002. *"Gjenbruk i byggebransjen - State of Art" - Statsbygg*. Tilgjengelig fra: <https://www.yumpu.com/no/document/view/33125877/gjenbruk-i-byggebransjen-state-of-art-statsbygg> (Hentet: 27. november 2021).

Statsforvalteren, 2014. *Regler for gjenbruk av betong og andre rive- og overskuddsmassermasser*. Tilgjengelig fra: <https://www.statsforvalteren.no/nn/Nordland/Miljo-og-klima/Forureining/Regler-for-gjenbruk-av-betong-og-andre-rive--og-anleggsmasser/> (Hentet: 14. mars 2022).

Tao Ding, J. X., 2014. *Estimation of building-related construction and demolition waste in Shanghai*. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X14003341> (Hentet: 28. november 2021).

Tranøy, K. E., 2019. *Metode*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/metode> (Hentet: 09. november 2021).

UN environment, 2019. *Global Resources Outlook*. Tilgjengelig fra: https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/unep_252_global_resource_outlook_2019_web.pdf (Hentet: 22. mars 2022).

Unicon, u.å. *UNI-BLOCK*. Tilgjengelig fra: <https://www.unicon.no/produkter-tjenester/uni-block/> (Hentet: 08. mars 2022).

Wærner, E., 2016. *Avfallshåndtering på byggeplass*. Tilgjengelig fra:
https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2016/03/Veileder_Avfallsh%C3%A5ndtering-p%C3%A5-byggeplass-rev.2016.pdf (Hentet: 21. mars 2022).

Yadhu G*, S. A. D., 2015. *An Innovative Study on Reuse of Demolished Concrete Waste*.
Tilgjengelig fra:
<https://pdfs.semanticscholar.org/b360/4122069cb6ded11d4eb6ddd37dddf180f72f.pdf> (Hentet: 23. mars 2022).

Yin, R. K., 2009. *Case Study Research: Design and Methods*. s.l.:SAGE.

Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide

Tema

Gjenbruk av betong i et sirkulærøkonomisk perspektiv

Gjøremåte

Det vil bli utført digitale intervju, hvor det vil forekomme notattakning og lydopptak dersom det gis tillatelse fra intervjuobjekt. Intervjuene ble gjennomført en og en, hvor intervjuene senere vil bli analysert og diskutert opp mot teori for å finne et svar på oppgavens problemstilling.

Estimert tidsbruk

45 – 60 minutter

Dybdeintervju MAL

Grunnlaget for intervjuene foreligger ved ønsket om å undersøke hva dagens aktører tenker om gjenbruk av betong og hvordan dem forholder seg til dette og sirkulær økonomi i byggebransjen i dag.

Innledning

- Godkjenner du at det under dette intervjuet noteres og tas opptak av hva som blir sagt for å senere kunne brukes i oppgaven?
- Har jeg din tillatelse til å anvende ditt navn og stillingstittel i min oppgave?
- Dersom du ønsker å gjøre deg selv anonym, godkjenner du bruken av kjønn for å differensiere deg fra andre?
- Hva er din bakgrunn og erfaring?

Sirkulær økonomi

- Hvilke tanker har du om sirkulær økonomi, og hvordan foregår sirkulær økonomi i betong- og sementindustrien eller hos dere i dag?
- Hvilke gjenbruks metoder utfører dere i dag for betong, både fersk og herdet betong?
- Har dere et prosjekt hvor dere har brukt gjenbrukt betong?
- Er du enig eller uenig i dagens regelverk, standarder og føringer for byggebransjen når det kommer til gjenbruk av betong og bruk av resirkulert tilslag?
- Hvordan håndterer dere hindringene i dagens regelverk?

- Hva skal til for at dere skal kunne utøve enda mer gjenbruk av betong og bruk av resirkulert tilslag, fremfor å deponere materiale?
- Hvilke erfaringer har dere med gjenbrukt betong i ulike prosjekter?
 - Er styrken og bæreevnen det samme?
- Har dere foretatt dere noen endringer i deres bedrift i et bærekraftig perspektiv når det kommer til betong/sementproduksjon? Dette gjelder for eksempel nye metoder for behandling av vaskevann, oppvarming av sementovner, etc.
- Hvilke tanker har dere om hva som skal til for å gjøre ombruk kostnadseffektivt og et praktisk alternativ til nye materialer i markedet?
- Hva tenker dere er utfordringer og muligheter for gjenbruk og ombruk av betong?
- Hva er optimale betongkonstruksjoner for dere?

Vil du delta i forskningsprosjektet?

Gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvilken virkning gjenbruk av betong har i et sirkulærøkonomisk perspektiv. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Prosjektet er en masteroppgave hvor formålet er å undersøke generelt rundt temaet gjenbruk av betong i et sirkulærøkonomisk perspektiv. I dette temaet inngår det hvilke måter en kan bruke betong på nytt, forurensing, CO₂- utslipp og CO₂- opptak. Problemstillingen omhandler virkningen av gjenbruk av betong i et sirkulærøkonomisk perspektiv, med medfølgende delspørsmål med samme tema. Dette er en masteroppgave i studieretningen Eiendomsutvikling og -forvaltning ved NTNU Gløshaugen.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Grunnlaget for at dere blir spurt om å delta, er på bakgrunn av det dere driver med. Dere er aktører i byggebransjen og kan derfor ha god og nyttig informasjon som kan tilføyes denne oppgaven. Da jeg skulle selektere hvem jeg skulle spørre, baserte jeg dette på tilgjengelig informasjon tilgjengelig, både fra forelesninger, artikler, publikasjoner og generell informasjon på deres nettside.

Hva innebærer det for deg å delta?

Det å delta i dette prosjektet tilsier et intervju, om ikke flere spørsmål dukker opp. Opplysningene som samles, finner dere i intervjuguiden som er tilsendt. Dette intervjuet har en beregnet tid på 45-60 minutter. Det er disse spørsmålene som skal stilles, sammen med fornavn, stillingstittel og firmanavn. Det som blir sagt under disse intervjuene vil bli tatt opp på enten datamaskin eller telefon, før det vil senere bli transkribert og anvendt oppgaven i resultat-, diskusjon- og konklusjonsdelen i oppgaven.

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. Under prosjektet er slutført, er det bare min veileder Carmel og jeg som vil ha tilgang til informasjonen du gir. Informasjonen du gir vil bli lagret på min harddisk med kodelås under prosjektets levetid før informasjonen senere vil bli slettet. Etter som fornavn, stillingstittel og firmanavn vil kunne bli nevnt, er det mulig at du blir gjenkjent da oppgaven publiseres.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes 3 måneder etter innlevering 14.juni. Materialet vil beholdes i 3 måneder i etter tid dersom prosjektet må forsvares og begrunnes. Materialet vil beholdes på en egen fil

med kodelås som bare Tord Edvin Mosdal vil ha tilgang på. Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger anonymiseres. Da vil all mailkorrespondanse, lydopptak og eventuelle filmopptak slettes.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet har Personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

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

- Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet ved Carmel Margaret Lindkvist, carmel.lindkvist@ntnu.no og Tord Edvin Mosdal, tordem@stud.ntnu.no.
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen, 93079039

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

- Personverntjenester på epost (personverntjenester@sikt.no) eller på telefon: 53 21 15 00. Med vennlig hilsen

Carmel Maragret Lindkvist.

Tord Edvin Mosdal

(Forsker/veileder)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Gjenbruk av betong fra et sirkulærøkonomisk perspektiv*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i muntlig intervju (Digitalt eller fysisk)
- at opplysninger om meg publiseres slik at jeg kan gjenkjennes, gjennom fornavn, stillingstittel og/eller selskapsnavn
- at mine personopplysninger lagres etter prosjektslutt, til eventuelt forsvar av oppgaven

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

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

