



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2024 30 stp
Fakultetet for realfag og teknologi

Sirkulær økonomi i byggebransjen: Barrierer for omstilling og utvikling av et rammeverk for måling av sirkularitet i byggeprosjekter

Circular economy in the construction industry:
Barriers for a transition and development of a
framework for measuring circularity in construction
projects.

Wilhelm Hovde Buberg
Industriell økonomi

Sammendrag

Menneskeskapte klimagassutslipp har ført til klimaendringer og miljøproblemer. 2-gradersmålet og Norges ambisiøse mål om å kutte klimagassutslipp med 55 prosent innen 2030 tyder på en annerkjennelse av behovet for klimagasskutt. I lys av at 2023 markerte det varmeste året registrert gjennom historien, fremstår behovet for en omstilling som nødvendig og pressende, noe en omstilling til sirkulær økonomi kan hjelpe med. Behovet for en omstilling vekk fra bruk-og-kast mentaliteten til den lineære økonomien er tydelig. Spesielt byggebransjen, både nasjonalt og internasjonalt, er en betydelig bidragsyter til klimagassutslipp, materialforbruk og står derfor sentralt i behovet for en omstilling.

Formålet med denne masteroppgaven har vært å identifisere og analysere barrierer og muligheter, samt å utvikle et rammeverk for måling av sirkularitet i byggeprosjekter. Den er gjennomført ved hjelp av en kombinasjon av litteraturstudie og intervjuer. Det er identifisert en rekke barrierer gjennom oppgaven, men det fremkommer også at det ligger betydelige muligheter for fortsatt økonomisk vekst gjennom en omstilling. Bygg og anleggsbransjen er pekt ut som den næringen med størst potensiale for å øke sirkulariteten av Norges største næringer

Funnene indikerer at selv om interessen for en sirkulær omstilling er økende innenfor både næringen og forskning, er ikke bransjen klar for en omstilling. Begrepet sirkulær økonomi lider av varierende tolkninger og definisjoner, og det er en tydelig mangel på standardisering som kunne hjulpet og forenklet en omstillingsprosess. Det er derfor utviklet et rammeverk for å måle sirkularitet i byggeprosjekter under utførelse av denne oppgaven. Holdningene i bransjen gjenspeiler et syn om at gjenbruk er dyrt. Dagens praksis fokuserer hovedsakelig på avfallssortering på byggeplass. Selv om det er et godt tiltak, er det utilstrekkelig for å adressere de større utfordringene knyttet både en omstilling og utslipp. Videre er bransjen hemmet av politiske, økonomiske og juridiske faktorer. Gjeldende finansieringsmodeller og forskrifter er forankret i lineære verdikjeder, noe som bidrar til at overgang til sirkulære praksiser både blir kostbare og kompliserte. Det er derfor avgjørende at det innføres insentiver for å motivere og støtte bransjen gjennom en nødvendig omstilling. Oppgaven konkluderer med at for å virkelig flytte bransjen mot en mer sirkulær og kostnadseffektiv modell, kreves en fundamental endring i både tankegang og vanlig praksis. Implementeringen av en sirkulær økonomi i byggebransjen er en omfattende prosess som krever en koordinert innsats fra alle aktører i verdikjeden. Dette inkluderer myndigheter, næringslivet og forbrukerne. En slik omstilling er ikke bare nødvendig for å møte de klimamål Norge har forpliktet seg til, men kan også anses som viktig i en tid der global usikkerhet øker. Med disse utfordringene følger en unik mulighet til å foreta en gradvis overgang til mer bærekraftige praksiser. Denne overgangen vil kreve innovasjon, nye politiske rammebetingelser, og et sterkere samarbeid på tvers av sektorer for å fjerne eksisterende barrierer og fremme en mer ressurseffektiv tilnærming.

Abstract

Human-induced greenhouse gas emissions have led to climate change and environmental problems. The 2-degree target and Norway's ambitious goal of reducing greenhouse gas emissions by 55% by 2030 reflect a recognition of the need for emissions cuts. Given that 2023 marked the hottest year on record, the need for a transition appears necessary and urgent, something a shift to a circular economy can help with. This necessity stems from the need for a transition away from the throwaway mentality of the linear economy. Particularly, the construction industry, both nationally and internationally, is a significant contributor to greenhouse gas emissions, material consumption and thus is central to the need for a transition.

The purpose of this master's thesis has been to identify and analyse barriers and opportunities, as well as to develop a framework for measuring circularity in construction projects. It was conducted using a combination of literature study and interviews. Several barriers have been identified through the task, but it also emerges that there are significant opportunities for continued economic growth through a transition. The construction and civil engineering industry has been identified as the sector with the greatest potential to increase circularity in the industry.

The findings indicate that although interest in a circular transition is increasing within both the industry and research, the industry is not ready for a transition. The concept of circular economy suffers from varying interpretations and definitions, and there is a clear lack of standardization that could have helped and simplified a transition process. Therefore, a framework has been developed to measure circularity in construction projects during the execution of this task. The attitudes in the industry reflect a view that reuse is expensive. Current practice mainly focuses on waste sorting at construction sites. While this is a good measure, it is insufficient to address the greater challenges related both to a transition and emissions. Furthermore, the industry is hindered by inadequate political, economic, and legal factors. Current financing models and regulations are anchored in linear value chains, which makes the transition to circular practices both costly and complicated. Therefore, it is crucial that incentives are introduced to motivate and support the industry through a necessary transition. The thesis concludes that to really move the industry towards a more circular and cost-effective model, a fundamental change in both mindset and common practice is required. The implementation of a circular economy in the construction industry is a comprehensive process that requires a coordinated effort from all actors in the value chain. This includes government, industry, and consumers. Such a transition is not only necessary to meet the climate goals Norway has committed to, but can also be seen as important in a time when global uncertainty is increasing. With these challenges comes a unique opportunity to make a gradual transition to more sustainable practices. This transition will require innovation, new political frameworks, and stronger cooperation across sectors to remove existing barriers and promote a more resource-efficient approach.

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet våren 2024 ved Fakultet for Realfag og Teknologi ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Den markerer avslutningen på min tid som student på studiet industriell økonomi, en reise som har vært både utfordrende og berikende.

Jeg vil gjerne benytte anledningen til å takke min veileder, Leif Daniel Houck, veiledningen har vært verdifull gjennom hele prosessen med å skrive denne oppgaven. Ditt engasjement og tilbakemeldinger har vært svært nyttig for mitt arbeid. En stor takk går også til alle informanter som tok seg tid fra sine travle arbeidsdager til å stille til intervjuer. Deres innsikter og erfaringer har vært essensielle for forskningen min og har beriket innholdet i denne oppgaven betydelig.

Til slutt ønsker jeg å uttrykke min dypeste takknemlighet til mine foreldre, mamma og pappa, for deres ubetingede støtte og oppmuntring gjennom alle disse årene. Jeg vil også takke mine medstudenter for et fantastisk samhold og for alle de uforglemmelige øyeblikkene vi har delt. Disse fem årene ved NMBU er noe jeg aldri ville vært foruten.

Tusen takk til alle som har bidratt på forskjellige måter til at denne oppgaven kunne realiseres.

Ås, 13.mai 2024

Wilhelm Hovde Buberger

WILHELM HOVDE BUBERG

Innhold

| | |
|---|------|
| Sammendrag | ii |
| Abstract | iii |
| Forord | iv |
| Figurliste | viii |
| Tabelliste | viii |
| 1 Innledning..... | 1 |
| 1.1 Bakgrunn | 1 |
| 1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål..... | 3 |
| 1.3 Omfang og avgrensning..... | 3 |
| 1.4 Oppgavens struktur | 3 |
| 2 Teoretisk rammeverk | 5 |
| 2.1 Lineær økonomi..... | 5 |
| 2.2 Den tredelte bunnlinje | 6 |
| 2.3 Sirkulær økonomi | 6 |
| 2.4 Sirkularitet i Norge | 8 |
| 2.5 Relevant forskning utført | 8 |
| 2.5.1 Forskningsgap..... | 9 |
| 2.6 Strategi for å skape en omstilling til sirkulær økonomi..... | 9 |
| 2.7 Sirkulær økonomi i byggenæringen | 11 |
| 2.7.1 Hvordan måles sirkularitet i byggeprosjekter? | 11 |
| 2.7.2 Livsløpsanalyse (LCA)..... | 12 |
| 2.7.3 Environmental Product Declaration (EPD) | 13 |
| 2.7.4 Building information model (BIM)..... | 13 |
| 2.7.5 Digital tvilling..... | 13 |
| 2.8 Generelle sirkulære forretningsmodeller..... | 14 |
| 2.9 Sirkulære forretningsmuligheter relevant for byggenæringen..... | 15 |
| 2.9.1 Økt bruk av materialer som egner seg for reparasjon, demontering, ombruk og resirkulering og ombrukte materialer..... | 15 |
| 2.9.2 Økt bruk av prefabrikkert og 3D-printing..... | 16 |
| 2.9.3 Økt arealutnyttelse gjennom flerbruks- og sambruksløsninger i eksisterende bygg og i nybygg | 16 |
| 2.9.4 Bedre vedlikehold, reparasjon og rehabilitering av eksisterende bygningsmasse | 17 |
| 2.9.5 Økt bruk av ombrukskartlegging | 17 |
| 2.9.6 Fornybar energi og energieffektivisering | 18 |

| | |
|--|----|
| 2.10 Avfallspyramiden..... | 18 |
| 2.11 Vektet flermålsanalyse (Weighted Multi-Criteria Analysis, WMCA)..... | 19 |
| 2.12 Dokumentavgift..... | 20 |
| 2.13 Byggeteknisk forskrift (TEK17)..... | 20 |
| 2.14 Aktuelle forskriftsendringer | 20 |
| 2.14.1 Økt CO2 avgift på forbrenning og økt avfallssortering..... | 20 |
| 2.14.2 30% vektlegging av miljø under offentlige anskaffelser..... | 21 |
| 2.14.3 Byggevareforskriften | 21 |
| 2.14.4 Unntak fra tekniske krav for eksisterende bygg..... | 22 |
| 2.14.5 Ombrukskartlegging, design for demontering og klimagassregnskap | 22 |
| 2.15 Beregning av bygningers energiytelse, NS3031 | 22 |
| 2.16 Energikarakter | 22 |
| 3 Metode | 24 |
| 3.1 Forskningsdesign | 24 |
| 3.2 Forskningsmetode | 25 |
| 3.2.1 Kvalitativ eller kvantitativ metode | 25 |
| 3.2.2 Induktiv eller deduktiv metode | 25 |
| 3.3 Datainnsamling..... | 26 |
| 3.4 Litteratursøk | 27 |
| 3.4.1 Bruk av AI..... | 28 |
| 3.5 Intervju | 28 |
| 3.5.1 Utvalg intervjudeltakere..... | 29 |
| 3.6 Dataanalyse | 29 |
| 3.7 Evaluering av metodologi | 30 |
| 3.7.1 Validitet | 30 |
| 3.7.2 Reliabilitet..... | 30 |
| 4 Funn..... | 32 |
| 4.1 Sirkulære praksiser i byggebransjen i dag. | 32 |
| 4.2 Strategier for implementering av sirkulær økonomi i byggeprosjekter..... | 33 |
| 4.3 Utdfordringer for en omstilling | 35 |
| 4.3.1 Umodent ettermarked | 38 |
| 4.3.2 Manglende politisk kontinuitet | 38 |
| 4.4 Aktuelle forskriftsendringer | 39 |
| 4.5 Etterspør insentiver | 40 |
| 4.6 Teknologiske innovasjoner | 41 |
| 4.7 Hvordan måle sirkularitet..... | 42 |

| | |
|--|----|
| 5 Diskusjon | 44 |
| 5.1 Sirkulær økonomi i Norge..... | 44 |
| 5.2 Sirkulær økonomi er komplekst | 45 |
| 5.3 For lite konkrete tiltak | 46 |
| 5.4 Økonomi i en omstilling..... | 48 |
| 5.4.1 utfordringer knyttet til finansiering | 48 |
| 5.4.2 Regelverk | 49 |
| 5.4.3 Lave råvarepriser og høy kostnad på arbeidskraft | 50 |
| 5.4.4 Dokumentavgiften..... | 50 |
| 5.4.5 Potensielle arbeidsplasser og verdiskapning av en omstilling | 51 |
| 5.5 Barrierer for en omstilling | 52 |
| 5.5.1 Kunnskapsmangel..... | 52 |
| 5.5.2 Oppdelte verdikjeder..... | 53 |
| 5.5.3 Umodent ettermarked | 54 |
| 5.5.4 Manglende politisk kontinuitet | 56 |
| 5.6 Rammeverk for å måle sirkularitet i byggeprosjekter | 57 |
| 5.6.1 Designfase | 58 |
| 5.6.2 Konstruksjonsfase..... | 59 |
| 5.6.3 Drift og vedlikehold | 62 |
| 5.6.4 Riving | 64 |
| 6 Konklusjon | 66 |
| 6.2 Videre arbeid | 67 |
| Referanser | 68 |
| Vedlegg..... | 74 |

Figurliste

| | |
|---|----|
| Figur 1 - Historisk og forventet oppvarming av jorden (Copernicus EU, u.d.)..... | 1 |
| Figur 2 - Viser byggebransjen potensial for omstilling (Deloitte, 2020c)..... | 2 |
| Figur 3 - Illustrasjon av lineær økonomi (Drage, u.d.)..... | 5 |
| Figur 4 - Illustrasjon av sirkulær økonomi (Drage & Sæther, u.d.) | 7 |
| Figur 5 - Antall publiserte publikasjoner om sirkulær økonomi siden 2014 på Web of Science, hentet april 2024 (Web of Science, u.d.)..... | 8 |
| Figur 6 - Illustrasjon av sirkulære strategier (Deloitte, 2022a) | 11 |
| Figur 7 - Illustrasjon av overordnede sirkulære forretningsmodeller og hvor de er aktuelle i livsløpet (Lund, 2019)..... | 15 |
| Figur 8 – Avfallspyramiden (Lindberg & LOOP, 2023)..... | 18 |
| Figur 9 - Hvordan bestemme forskningsmetode (modifisert) (Jacobsen, 2022) | 25 |
| Figur 10 - Forklaring av TONE-metoden (Bolstad, u.d.)..... | 27 |
| Figur 11 - Illustrasjon av typisk forretningsmodell for et byggeprosjekt i dag (Ære Strategic Innovation, 2020) | 53 |
| Figur 12 - Forenklet modell av rammeverket.. For illustrasjon, komplett modell lagt som vedlegg | 57 |

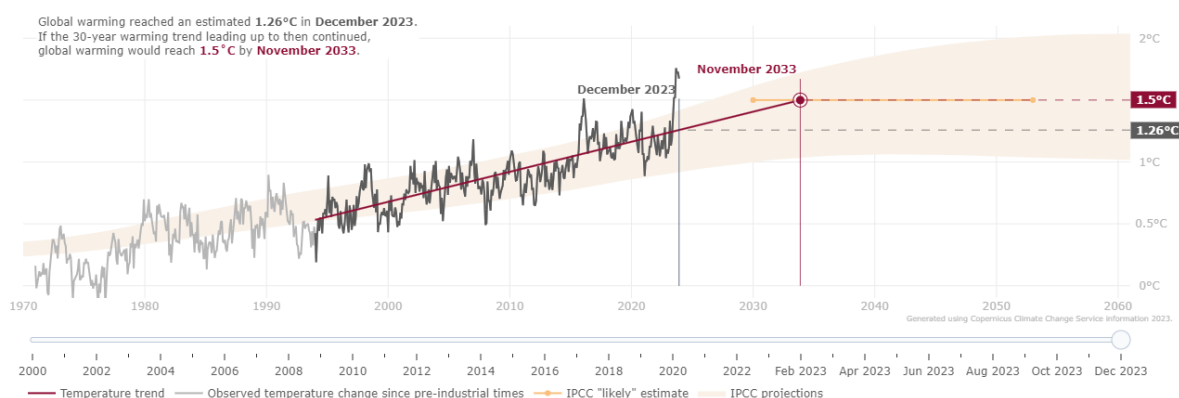
Tabelliste

| | |
|--|----|
| Tabell 1 - Tabell over intervjuobjekter..... | 29 |
|--|----|

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Menneskeskapte klimagassutslipp har i lang tid vært høyere enn hva som er bærekraftig for menneskeliv på jorden, som har skapt en økt drivhuseffekt. Klimaendringene som følge av dette representerer derfor en økende trussel for menneskeheten på jorden, gjennom stigende gjennomsnittstemperatur som gir mer ekstremvær. Parisavtalen var den første juridisk bindende avtalen som gjorde 2-graders målet til en absolutt maksgrense, og at det skal tilstrebtes å begrense temperaturøkningen til 1,5 grader (Regjeringen, 2021b). Målet om 2 grader er viktig fordi det representerer en grense hvor vitenskapelig forskning antyder at de mest alvorlige og irreversible konsekvensene av klimaendringer kan unngås eller i det minste begrenses (Fendt & Ivanova, 2021; NASA, 2023). Siden førindustriell tid har global gjennomsnittstemperatur økt med over 1,2 grad, og en økning på 1,5 vil passeres i løpet av 10 år, som vist i Figur 1. I 2023 ble verden vitne til det varmeste året målt i historien. Målingene viste at 2023 hadde et snitt på 1,48 grader varmere enn 1850 (Copernicus EU, 2023). Det haster derfor med bedre tiltak for en mer robust klimapolitikk.



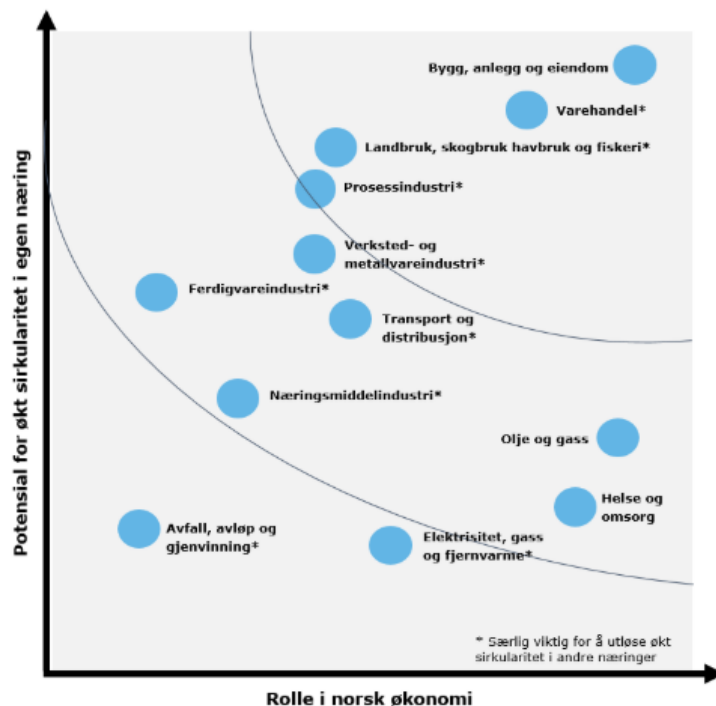
Figur 1 - Historisk og forventet oppvarming av jorden (Copernicus EU, u.d).

Norge har som konsekvens av Parisavtalen og EU-krav satt seg mål om å redusere klimagasser med 55 prosent innen 2030 sammenlignet med 1990-nivå (Regjeringen, 2022b). For å få ned klimagassutslipp har bygningers klimagassutslipp blitt utpekt som en av de sentrale områdene. Tall publisert av EU viser at bygninger står for 40 prosent av EUs totale energiutslipp, og 36 prosent av klimagassutslippene (European Commission, 2020). Totalt energikonsum for bygninger skal senkes 14 prosent, bygningers klimagassutslipp skal reduseres med 60 prosent, og energikonsum knyttet til oppvarming og kjøling skal senkes 18 prosent. For å klare en omstilling kan det anses som viktig at

myndighetene legger føringer for byggenæringen slik at rehabilitering av eksisterende bygg gjennomføres, og en sirkulær tilnærming for nybygg (European Commission, 2020).

Norges miljømål 5.4 sier «Norge har lovfestet et mål om å bli et lavutslippssamfunn i 2050», det vil si at klimagassutslippene skal reduseres med 90-95% innen 2050, og Regjeringen har i sin «Klimaplan for 2021-2030» poengtert hvordan omstilling til en sirkulær økonomi innenfor byggenæringen er en viktig del for å nå klimamålene til samfunnet (KLD, 2021). Å omlegge fra dagens lineære økonomi til en regenerativ sirkulær økonomi er en nøkkel for å skape et lavutslippssamfunn hvor avfall er blitt til en ressurs.

Byggenæringen spiller en viktig rolle i den norske økonomien, men den er også en av de største bidragsyterne til miljøproblemer som ressurstømming, energiforbruk og generering av avfall. I 2022 utgjorde bygge- og anleggsvirksomhet 26 prosent av totalt avfall i Norge (SSB, 2023b). Avfall knyttet til byggevirksomhet sto for 2,11 millioner tonn. 30,4 prosent var fra nybygg, 26,8 prosent var rehabilitering og 42,8 prosent var riving (SSB, 2023a). Tall fra EU viser at bygg og anleggsbransjen forbruker halvparten av materialene utvinnet i EU (Regjeringen, 2021c). Dette viser tydelige muligheter for omstilling til en mer sirkulær tilnærming. Bygg og anleggsbransjen ble også utpekt av Deloitte (2020c) som næringen med størst potensial for økt sirkularitet som vist i Figur 2.



Figur 2 - Viser byggebransjen potensial for omstilling (Deloitte, 2020c)

Sirkulær økonomi i byggebransjen representerer en overgang fra en lineær til en sirkulær modell hvor materialer gjenbrukes og resirkuleres for å minimere avfall og øke ressurseffektiviteten. En overgang

krever nye tilnærminger til materialbruk, design, og konstruksjonsmetoder (Deloitte, 2022b). Forskningen innen sirkulær økonomi er økende som vist på Figur 5, noe som kan indikere en økende bevissthet og interesse for bærekraftige praksiser. Denne masteroppgaven er spesielt relevant, da byggenæringen varierer betydelig fra land til land, og det som fungerer i ett land, kan ikke nødvendigvis overføres direkte til et annet (Ngowi et al., 2005; Ofori, 2019). I Norge er det et potensielt forskningsgap i hvordan sirkulær økonomi praktiseres i byggebransjen, og det kan tyde på et behov for å utvikle en standardisert metode for å måle sirkularitet. Standardisering kan bidra til bedre praksis nasjonalt, og tilrettelegge for internasjonal sammenligning og forbedring (Anastasiades et al., 2021; Standard Norge, 2024).

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Formålet med denne oppgaven er å undersøke status, barrierer, og muligheter for sirkulær økonomi i byggebransjen. For å øke mulighetene for en omstilling ses det derfor også på et rammeverk for å måle sirkularitet i byggeprosjekter.

Forskningsspørsmålene til denne oppgaven er:

- Hvilke hovedbarrierer møter byggebransjen i overgangen til sirkulær økonomi?
- Hvordan kan et rammeverk for måling utformes for å vurdere sirkularitet innenfor byggeprosjekter i dag?

1.3 Omfang og avgrensning

Denne masteroppgaven er på 30 studiepoeng og utført over fem måneder, det krever naturligvis en nødvendig avgrensning av oppgaven. Fokuset er rettet mot den norske byggenæringen, og oppgaven bygger primært på norsk litteratur og innsikt fra intervjuer. Det er undersøkt barrierer for å identifisere nødvendige tiltak for å oppnå omstilling. Mens barrierene for næringen som en helhet er belyst, er mer spesifikke barrierer ikke utforsket i dybden. Et eksempel kan være lovverk som må endres for å tilrettelegge for en omstilling. Økonomiske aspekter er vurdert, men ikke i stor detalj. Det er viktig å utforske makroøkonomiske faktorer for å forstå mulighetene samfunnet har for en omstilling.

Overgangen til en sirkulær økonomi er et aktuelt tema, og litteraturen på feltet utvikler seg stadig. Det er derfor naturlig å tro at mange av barrierene som er blitt belyst er overkommet i fremtiden, samtidig som nye oppstår.

1.4 Oppgavens struktur

Oppgavens struktur følger IMRaD-modellen med små tilpasninger. Oppgaven bygget opp av følgende 6 kapitler:

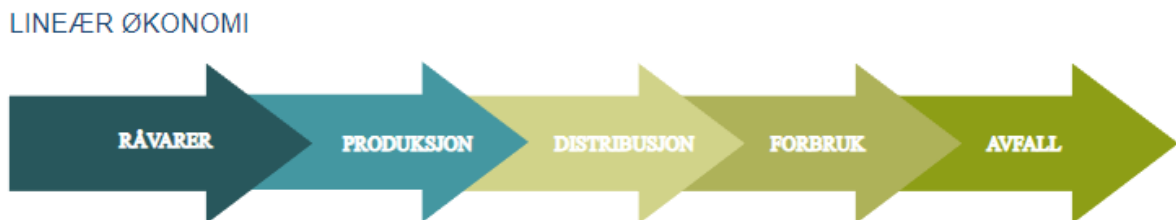
- Kapittel 1, Innledning, tar for seg oppgave, begrunnelse for oppgave, forskningsspørsmål, omfang og avgrensing av oppgaven. Til slutt tar den for seg strukturen til oppgaven.
- Videre i kapittel 2, Teoretisk rammeverk, vil det teoretiske rammeverket blir presentert, her vil nødvendig teori for oppgaven bli presentert.
- I kapittel 3, Metode, vil det begrunnes og gjøre rede for hvilken metode som er brukt, og hvordan studien er gjennomført.
- Kapittel 4, Funn, tar for seg studiens funn som følge av intervjuene.
- Videre i kapittel 5, Diskusjon, vil funnene fra intervju og litteratur bli drøftet og diskutert.
- Kapittel 6, Konklusjon, vil inneholde konklusjonen hvor forskningsspørsmålene besvares.

2 Teoretisk rammeverk

I dette kapitlet presenteres det teoretiske grunnlaget for oppgaven. Det teoretiske rammeverket er valgt ut for å gi den nødvendige faglige kunnskapen for videre lesning og gir en gjennomgang av relevant teori, hvilken relevant forskning som er gjort på feltet og mulig forskningsgap.

2.1 Lineær økonomi

Lineær økonomi er en økonomisk modell som, siden den industrielle revolusjonen, har vært modellen økonomisk utvikling har vært basert på (Finansforbundet & Circle Norway, 2022). Lineær økonomi er også omtalt som en «ta-lag-bruk-kast» økonomi. Det er et system hvor ressursene utvinnes for å lage produkter som vil ende opp som avfall og dermed kastes. Modellen kjennetegnes av at produkter og materialer ofte ikke brukes til deres fulle potensial, og at enheten vil alltid bevege seg i en retning, fra råmateriale til avfall. Det er basert på ønsket om å lage produkter og tilby tjenester til lavest mulig pris



Figur 3 - Illustrasjon av lineær økonomi (Drage, u.d.)

Lineær økonomi følger som nevnt en rettlinjet tilnærming for materialhåndtering. Prosessen er vist i Figur 3 over. Det starter med utvinning av råmaterialer fra naturen, som deretter bearbeides for å gjøre dem til et produkt klar for salg og distribusjon. Etter forbruk av varen blir den til avfall. Den lineære modellen tar ikke hensyn til at mange av råvarene som brukes er begrensede naturressurser, og at deponering av disse bare fører til ytterligere utvinning av råmaterialer (Knight, 2023).

I kjernen til den lineære modellen ligger tanken om kontinuerlig produksjon og konsum av varer (Ellen MacArthur Foundation, u.d.-d). Dette fremmer en forbrukskultur hvor den økonomiske fordelen oppnås ved å øke forbruket av varer. Et resultat av dette er at varer produseres i for store mengder og et fokus på å markedsføre både nødvendige og unødvendige produkter til forbrukeren (Baranski, 2021).

En økning av jordens befolkning har økt presset for utvinning av råmaterialer for å holde følge med utviklingen. Fremveksten av velferdssamfunn som Norge gjør presset enda større. Globalt bruker vi ressurser for 1,75 jordkloder, og skulle hele verdens befolkning hatt forbruk som Norge ville vi trengt 3,6 jordkloder (WWF, 2023). Problemet med overforbruk er også anerkjent av norske myndigheter i «Nasjonal strategi for ein grønn, sirkulær økonomi» (Regjeringen, 2021c).

Mye av kritikken mot den lineære modellen er dens bærekraft. Modellen anses ikke som bærekraftig siden den ikke tar hensyn til at råmaterialene den er avhengig av er begrenset. Modellen skaper en ubalanse mellom tilgjengelige ressurser og nødvendige ressurser for å opprettholde masseproduksjon av varer til forbruk. Kritikken har økt i takt med økt bevissthet om miljøutfordringer, og har ført til økt interesse for alternative økonomiske modeller som sirkulær økonomi som har et mål om å redusere avfall og gjenbruke ressursene allerede utvinnet (Ellen MacArthur Foundation, u.d.-d).

2.2 Den tredelte bunnlinje

Den tredelte bunnlinje, forkortet som TBL videre, er et økonomisk rammeverk introdusert i 1994 av John Elkington. Det er et rammeverk som utvider regnskapsprinsippet fra kun den økonomiske bunnlinjen til å inkludere sosiale- og miljøaspekter i rapporteringen. Rammeverket deles som nevnt opp i tre (Sitnikov, 2013):

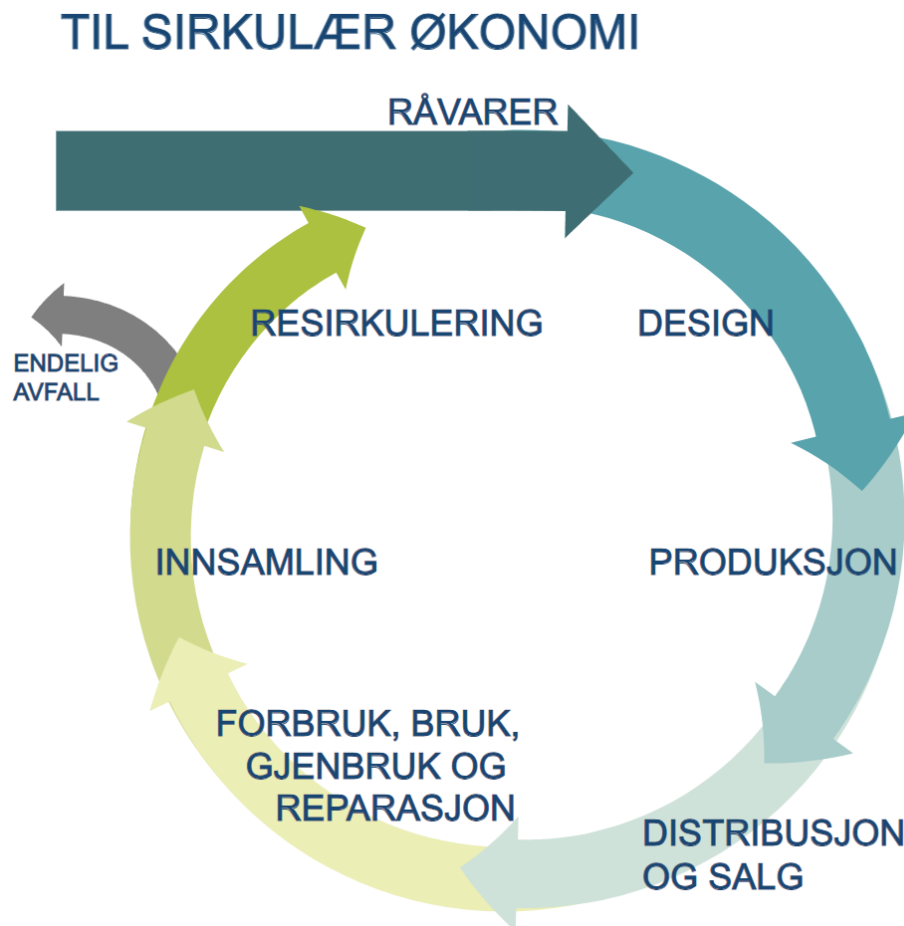
- Økonomisk bærekraft – TBL ser på mer enn kun profitt og tap knyttet til økonomi for bedriften. Den ser på om driften er levedyktig for ansatte, forsyningskjeden og kunder. Målet er å lage langsiktig verdi for både firmaet og samfunnet rundt bedriften.
- Sosial bærekraft – Sosial bærekraft for TBL fokuserer firmaets innflytelse på personene i firmaet og samfunnet rundt som en helhet. Det innebærer arbeidsforhold, HMS, samfunnsengasjement og bidrag til samfunnsmessige forbedringer. Målet er å skape en positiv ringvirkning for samfunnet rundt organisasjonen.
- Miljømessig bærekraft – Fokuserer på organisasjonens påvirkning på miljøet. Oppfordrer organisasjoner til å minimere deres miljøavtrykk ved å forvalte ressursene tilgjengelig på en bærekraftig måte, redusere utslipp og avfall. Målet er å sikre fremtidige generasjoner samme eller bedre livskvalitet som dagens standard.

TBL rammeverket utfordrer organisasjoner til å endre målene sine fra kun profittbasert til å ta innover seg organisasjonens ansvar for både sosial og miljømessig bærekraft. Den oppfordrer til en mer helhetlig forretningsdrift hvor en balanserer økonomisk suksess med sosialt og miljømessig ansvar. Ved å gjennomføre TBL kan bedrifter få en større forståelse av deres posisjon i markedet, og forstå sannsynligheten for å overleve i fremtiden (Hammer & Pivo, 2017)

2.3 Sirkulær økonomi

European Parlament (2023) definerer sirkulær økonomi som en økonomisk modell hvor målet er å minimere avfall, og gjenbruke mest mulig av ressursene. Sirkulær økonomi skiller seg fra den tradisjonelle lineære økonomien, som følger «ta-lag-bruk-kast»-modellen. Modellen fokuserer istedenfor på å redusere avfall og maksimere ressursutnyttelsen til materialet. Dette oppnås gjennom gjenbruk, ombruk, reparasjon og resirkulering. Det finnes flere definisjoner for sirkulær økonomi

(Ellen MacArthur Foundation, u.d.-c; Lacy & Rutqvist, 2016; Regjeringen, 2021c; Vildåsen & Arbo, 2022), men oppgaven legger til grunn den presentert i dette kapitlet.



Figur 4 - Illustrasjon av sirkulær økonomi (Drage & Sæther, u.d.)

I kjernen til den sirkulære modellen ligger tanken om at produkter blir designet og produsert med fokus på deres livssyklus. Målet er å holde materialet så lenge i bruk som mulig, trekke ut maksimal verdi av produktet mens de er i bruk, for så å reparere, ombruke eller resirkulere produktet, som vist i Figur 4. En prøver å optimalisere systemet istedenfor komponentene (Ellen MacArthur Foundation, u.d.-a). Dette er det motsatte av den lineære modellen hvor produktet kastes etter bruk. Fordelene med sirkulær økonomi vil være blant annet reduksjon av miljøbelastning i form av mindre avfall og lavere karbonutslipp, økt ressurseffektivitet og muligheter for nye sirkulære forretningsmodeller (Ellen MacArthur Foundation, u.d.-b; Vildåsen & Arbo, 2022). En sirkulær modell vil også øke motstandsdyktigheten mot ustabil materialtilgang ved å gjenbruke det som allerede er i sirkulasjon og derfor minske avhengigheten av råmaterialer (Månberger, 2023). Sirkulær økonomi kan derfor tenkes å dekke både miljø- og økonomisk bærekraft av TBL.

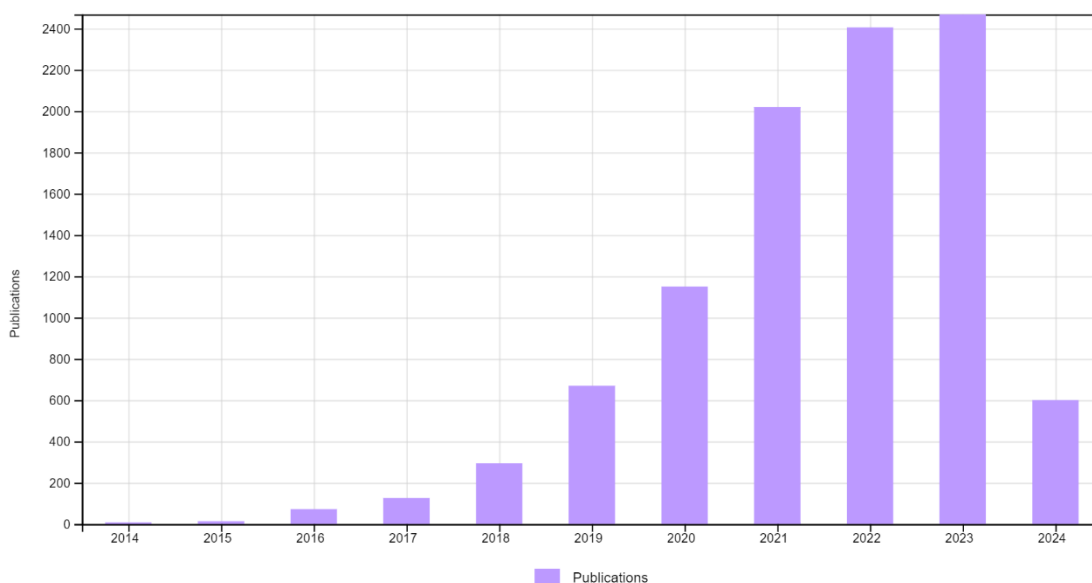
2.4 Sirkularitet i Norge

«Norge skal være et foregangsland i utviklingen av en grønn, sirkulær økonomi som utnytter ressursene bedre» sier Regjeringen (Regjeringen, 2021c). Norge har tradisjonelt vært ansett som et foregangsland innenfor klima og miljø. Til tross for ambisjonene, viser «Circularity Gap Report Norway» at den norske økonomien kun er 2,4% sirkulær. Den samme rapporten viser til tiltak som kan gjennomføres for å skape en sirkularitet på nesten 46%, men det krever betydelig tiltak for å redusere både material- og karbonfotavtrykk (Circle Economy, 2020).

En av de største hindringene for Norges omstilling tyder på å være gapet mellom ambisjon og handling. Det er utarbeidet en rekke strategidokumenter og handlingsplaner, men kritikerne peker på behovet for spesifikke tiltak og klare frister for å nå sirkulære delmål. Dette gjenspeiles i den nasjonale diskusjonen, hvor det er enighet om mål, men liten klarhet om hvordan målene skal nås i praksis (Maitre-Ekern, 2021). Funn viser at hver fjerde nordmann er klimafornekter, og mener at klimaendringene er naturskapt (Delebekk & Flem, 2023).

2.5 Relevant forskning utført

De siste årene har det vært en markant økning i antallet forskningspublikasjoner fokusert på temaet sirkulær økonomi, noe som tydelig illustrert i Figur 5. Denne trenden understreker det er voksende interesse for sirkulær økonomi.



Figur 5 - Antall publiserte publikasjoner om sirkulær økonomi siden 2014 på Web of Science, hentet april 2024 (Web of Science, u.d.)

Forskningen som er publisert på feltet sirkulær økonomi er hovedsakelig internasjonal. Imidlertid viser studier at byggenæringen har særegne trekk som varierer fra land til land (Ngowi et al., 2005; Ofori, 2019). For å sikre anvendelsen av mest relevant litteratur i denne konteksten, har det blitt lagt stor vekt på bruk av nasjonale offentlige dokumenter. Blant disse er 'Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi delutredning 1-3', 'Kunnskapsgrunnlag Kommunesektorens arbeid med sirkulær økonomi', 'Nasjonal strategi for ein grønn, sirkulær økonomi', og 'Sirkulær økonomi i bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen - Kartlegging av status' (Deloitte, 2020a; Deloitte, 2020b; Deloitte, 2020c; Deloitte, 2022a; Deloitte, 2022b; Regjeringen, 2021c). Sintef har bidratt til feltet gjennom forskning på ombruk av materialer og innspill til offentlige strategier, som er svært relevant for den norske byggenæringen (Hauge et al., 2023). 'Circularity Gap Report Norway' er også vurdert som et viktig bidrag til norsk forskning innen en generell omstilling (Circle Economy, 2020).

I tillegg er økonomisk bærekraft under en omstilling til sirkulær økonomi viktig. Det finnes norsk litteratur som 'Finansnæringens rolle som pådriver for sirkulær økonomi', de nevnte kunnskapsgrunnlagene, og 'Fremtidens forretningsmodeller i byggebransjen' som har blitt brukt (Finansforbundet & Circle Norway, 2022; Ære Strategic Innovation, 2020). Forskning fra Sintef som omhandler de økonomiske sidene ved en slik omstilling, har også vært viktig for å vise hvordan en omstilling kan integreres i norsk økonomi (Nørstebø et al., 2020).

2.5.1 Forskningsgap

Det er publisert flere rammeverk for å måle sirkulær økonomi, men de er internasjonale (González et al., 2021; Mohamed et al., 2022; Többen & Opdenakker, 2022; Zhang et al., 2021) og derfor ikke like overførbare til den norske byggenæringen som nevnt i kapittel 2.5 Relevant forskning utført. Det kan derfor tyde på et forskningsgap angående hvordan måle sirkularitet i byggeprosjekter i Norge.

2.6 Strategi for å skape en omstilling til sirkulær økonomi

I The Circularity Gap Report 2022 presenterer Circle Economy (2022) fire områder som er sentrale for en omstilling til sirkulær økonomi.

- **Minske: Bruke mindre** – Minske hvor mye materialer vi tar ut og setter inn i omløp. Det vil minske utslipp knyttet til råvareutvinning og sluttprodukter. Spesiell prioritet er materialstrømmene med høyest utslipp. I praksis betyr dette multifunksjonelle bygninger, lettere materialer, energieffektivitet og digitalisering.
- **Sakke ned: Bruke lenger** – Ved å forlenge levetiden til ressursene, vil utslippet knyttet til materialet kunne spres utover og dermed reduseres over tid. I praksis betyr dette design for

demontering, smarte materialvalg, modulær design, reparering, ombruk, renovasjon, oppussing og remodellering.

- Regenerere: Bruke rene ressurser – Ved å bruke fornybare energikilder, utslippene knyttet til fossilt brennstoff og ikke-fornybar biomasse bli kuttet. I praksis betyr det å gjenbruke materialer, bruke fornybar energi og et regenerativt jordbruk. Det er viktig å sikre giftfrie sirkulære kretsløp (Regjeringen, 2021c).
- Syklus: Bruke igjen – Avhengig energikilden brukt og utslipp knyttet til gjenvinningsprosessen vil denne strategien ha mulighet til å eliminere utslipp fra utvinning og bruk av nye ressurser. I praksis vil dette si å designe for resirkulering, design for demontering, resirkulere og energigjenvinning av avfall

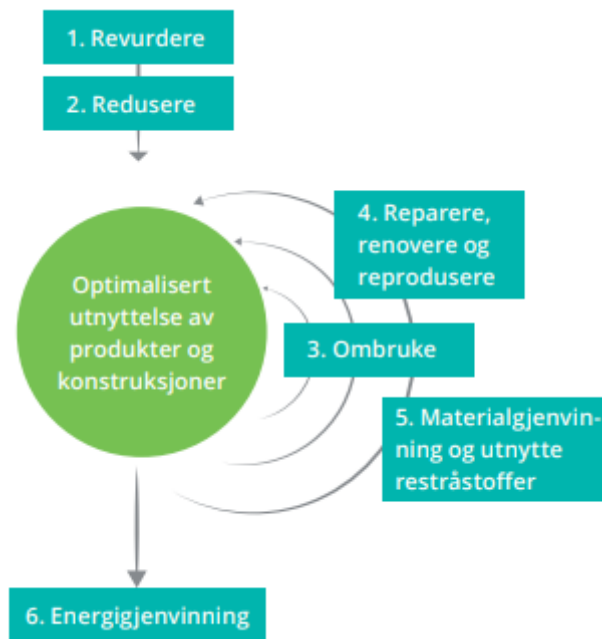
Omstilling til en sirkulær økonomi vil kreve en samordnet innsats som innebærer reduksjon av forbruk, endring av forbruksmønstre og regulatoriske endringer. Det innebærer å minimere overforbruk, implementere politikk og infrastruktur for sirkulær ressursbruk og valg av mer bærekraftige produkter. Derfor er en adferdsendring hos forbruker sammen med politiske vedtak som fremmer en mer sirkulær økonomi kritisk for å skape muligheter for innovative forretningspraksiser (McGinty, 2020).

Deloitte presenterte seks strategier, vist i Figur 6, som oppfattes som spesielt viktige for å kunne omstille økonomien fra lineær til sirkulær i artikkelen «Kunnskapsgrunnlag, kommunesektorens arbeid med sirkulær økonomi» (Deloitte, 2022a). Den har store likhetstrekk med de fire områdene presentert av Circle Economy. Strategiene er presentert i prioritert rekkefølge og har utgangspunkt i avfallspyramiden, som følger den prioriterte avfallspolitikken i Norge (Regjeringen, 2021a).

Strategiene er som følger:

1. Revurdere – Man må revurdere ressursbruken (type og mengde) for et produkt eller tjeneste for å se om ressursbruken er forsvarlig. Revurdere om et behov kan løses annerledes, eksempel om et behov kan dekkes gjennom en tjeneste istedenfor et produkt.
2. Redusere – Minimer overforbruk ved å optimalisere produksjon- og forbruksprosesser. Det vil redusere både ressursbruk og avfall.
3. Ombruk - Å gjenbruke et materiale eller et produkt innebærer å anvende det igjen, enten for det opprinnelige formålet det ble laget for, eller til en annen passende bruk, uten å gjennomgå vesentlige bearbeidingsprosesser. Dette konseptet legger vekt på direkte gjenbruk av ressurser for å redusere behovet for ny produksjon og minske miljøpåvirkningen

4. Reparere, renovere og reproducere – Forlenging av levetiden for produkter og konstruksjoner kan oppnås ved å reparere, oppussing eller reproduksjon. Dette minsker behovet for ny produksjon av nye materialer og minsker miljøbelastning.
5. Materialgjenvinning og utnytte restråstoffer – Materialgjenvinning innebærer å omdanne brukte materialer til innsatsfaktorer i produksjonsprosesser. Spesielt for mat, biomasse, og materialer fokuserer denne prosessen på å utnytte restråstoff som fortsatt har verdi, der de omformes til nyttige ressurser i stedet for å bli avfall.
6. Energigjenvinning – Å utvinne energi fra avfall gjennom forbrenning innebærer å bruke avfallet som en ressurs for å produsere fjernvarme, industridamp eller elektrisitet. Gjennom denne prosessen kan man konvertere ellers unyttig avfall til nyttig energi som bidrar til en reduksjon i avfallsmengder.



Figur 6 - Illustrasjon av sirkulære strategier (Deloitte, 2022a)

2.7 Sirkulær økonomi i byggenæringen

2.7.1 Hvordan måles sirkularitet i byggeprosjekter?

Det finnes ingen standardisert måte å måle sirkulær økonomi i dag. Standardiseringen av praksis innenfor sirkulær økonomi forblir en utfordring, gitt variasjonen av fokusområder den omfatter. Den internasjonale standardiseringsorganisasjonen (ISO) jobber med tre standarder som omhandler sirkulær økonomi. De første standardene skulle være klare i 2022 (Gundersen, 2022), men de har blitt utsatt til 2024 (Standard Norge, 2023). En ISO-standard er en internasjonalt anerkjent spesifisering

utviklet av Den internasjonale standardiseringsorganisasjonen (ISO), som omhandler ytelsen til produktet, systemet, tjenesten og lignende (Standard Norge, u.d.-a).

Land og organisasjoner er på forskjellige stadier i implementering og forståelse av prinsipper for sirkulær økonomi. For eksempel har Den europeiske union etablert et overvåkningsrammeverk for å spore overgangen til sirkulær økonomi, men mangler full implementering gjennom mangler av sirkulære forretningsmodeller, økodesign, forstå produkter som tjenester og mer. Det er behov for spesifikke standarder som vurderer alle aspekter ved sirkulær økonomi for å utnytte potensialet i sirkulær økonomi (UNECE, u.d.). Det er forsøkt utviklet flere rammeverk for å måle sirkularitet i byggeprosjekter, men ingen som har blitt standard for bransjen (Commission et al., 2023; González et al., 2021; Mohamed et al., 2022; Többen & Opdenakker, 2022; Zhang et al., 2021). Flere av rammeverkene referer til Ellen MacArthur Foundation sine forskjellige rammeverk og definisjoner. Av norske rammeverk finnes eksempel FutureBuilt, et initiativ for å fremme bærekraftig utvikling. Sirkularitetsindeksen til FutureBuilt tar for seg konstruksjonsfasen, fyllmasser og rivefasen til et bygg (Nordby et al., 2023)..

Standardisering gjennom ISO-standarder er viktig fordi det fremmer enhetlighet og forståelse, understøtter bærekraftig design og innovasjon, legger til rette for implementering av sirkulær økonomi, skaper tillit gjennom verifisering og støtter global skalerbarhet. Ved å definere klare prinsipper og retningslinjer skaper standarder en felles forståelse og tilnærming for bedrifter og konsumenter, noe som er avgjørende for koordinering av innsatsen mot et felles mål om bærekraftig utvikling (Anastasiades et al., 2021; Standard Norge, 2024; Sæter, 2007).

2.7.2 Livsløpsanalyse (LCA)

Livsløpsanalyse (videre kalt LCA) er en systematisk kartlegging for å vurdere de miljø- og ressurspåvirkningen et produkt, system eller eksempel ett bygg har gjennom dets livssyklus. Metoden er standardisert gjennom «Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Krav og retningslinjer», og «Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Prinsipper og rammeverk» (NS-EN ISO 14040:2006 og ISO 14044:2006) (Standard Norge, u.d.-b; Standard Norge, u.d.-c). Det innebærer å samle inn, og evaluere data om klimapåvirkningen gjennom hele livsløpet, fra utvinning av råmaterialet, produksjonen, distribusjon, bruk helt til avhending eller resirkulering («vugge til grav» eller «vugge til vugge») (Laurin, 2017). Ved LCA av et produkt får en informasjon om miljøpåvirkningen til produktet og mulighet for ombruk og/eller reproduksjon. Analysen kan derfor være nyttig for innkjøp av produkter som har en større sirkulærbar evne enn andre (NORSUS, u.d.).

2.7.3 Environmental Product Declaration (EPD)

EPD er et kortfattet dokument som fungerer som en miljødeklarasjon for et produkt. Den skal gi detaljert informasjon om produktets miljøpåvirkning basert på en livsløpsanalyse (LCA). EPD-er er standardisert gjennom «Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer» og «Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products» (NS-EN ISO 14025:2006, og NS-EN 15804:2012+A2:2019+AC:2021) (DFØ, 2022; Standard Norge, u.d.-d; Standard Norge, u.d.-e). EPD-er hjelper innkjøpere velge mer miljøvennlige produkter. EPD gir informasjon om blant annet utslipp, bruk av ressurser, farlige stoffer og behandling av avfall og resirkuleringsmuligheter for produktet (Shepherd, 2016). Følger produktet fra «vugge til vugge», eller «vugge til grav».

2.7.4 Building information model (BIM)

Building information model (videre kalt BIM), er en prosess hvor man integrerer ulik informasjon angående et bygg i en digital modell. BIM lar prosjektet visualisere designet, men inneholder også informasjon om materialvalg og lignende. Gjennom BIM-modeller kan det utføres for eksempel kontroller som kan avdekke rør som kolliderer og lignende (Yi et al., 2015). Siden BIM-modellen er tilgjengelig digitalt kan den enkelt deles mellom prosjektgruppen, som gjør at prosjekterende lettere kan samarbeide med utførende (Wong et al., 2014). BIM-modellen kan også hjelpe utrede vedlikeholdsplaner og romforvaltning når bygget er i bruk. Ved riving kan modellen inneholde verdifull informasjon om ressurser som kan bli tilgjengelig (Akanbi et al., 2018). Det finnes også en standard for å forvalte informasjon gjennom BIM gjennom hele livssyklusen til et byggverk, «Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk» (NS-EN ISO 19650-serien) (Standard Norge, u.d.-f).

2.7.5 Digital tvilling

En digital tvilling er en digital representasjon av en modell. Den er dynamisk og oppdateres kontinuerlig med data. Dataen kommer fra ulike kilder som sensorer og systemer i bruk hos objektet. Det innebærer å skape en nøyaktig digital kopi, som gjenspeiler de virkelige egenskapene og funksjonene til objektet (Jones et al., 2020). Det viktige med en digital tvilling er dens evne til å motta datastrømmer kontinuerlig. Data som driftsstatus, ytelse, og fysiske forhold. Dataen kan dermed analyseres og prosesseres for at den digitale tvilling skal kunne forutsi objektet vil oppføre seg over tid, og under forskjellige forhold. Dette kan gi informasjon som forebygger feil, mer effektiv vedlikehold og gjør det mulig å anta hvordan objektet forholder seg til skiftene forhold (Opoku et al., 2021).

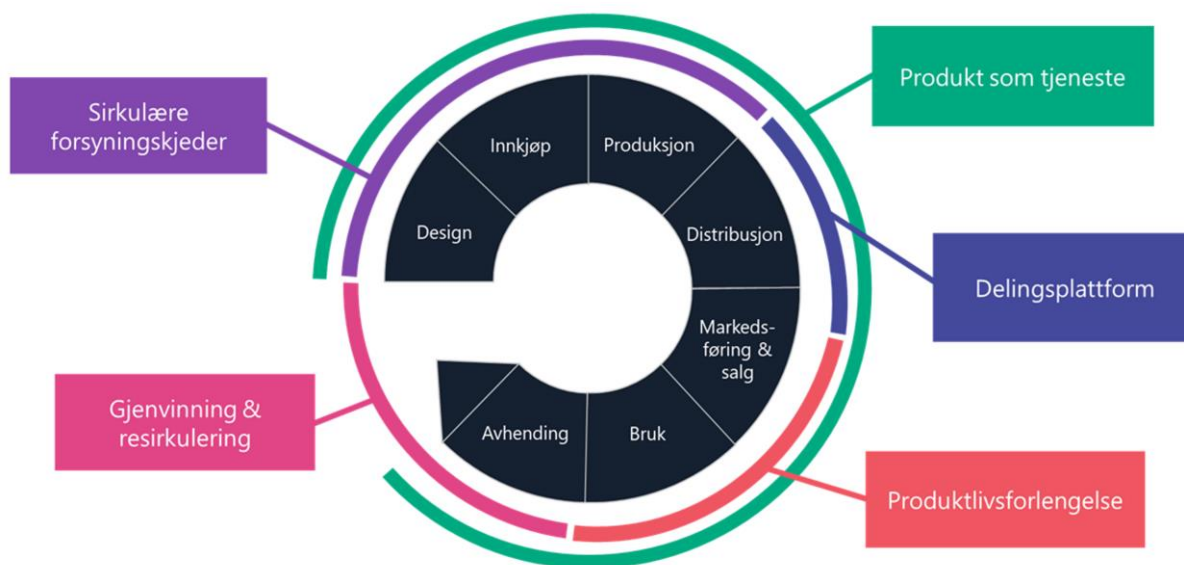
2.8 Generelle sirkulære forretningsmodeller

Sirkulære forretningsmodeller skiller seg fra lineære ved at de skaper økonomisk verdi gjennom bærekraftige og regenerative praksiser. Forretningsmodellene fokuserer på maksimering av ressursene, og minimere avfall. Produkter og tjenester designes for å kunne gjenbrukes, repareres og resirkuleres. De er spesielt relevante i lys av økende miljøbevissthet og ressursbegrensninger (Lacy & Rutqvist, 2016).

Boken *Waste to Wealth* deler inn i fem overordnede sirkulære forretningsmodeller (Lacy & Rutqvist, 2016):

1. **Sirkulære forsyningskjeder:** En sirkulær forsyningskjede innebærer strategier for å redusere avfall, maksimere ressursgjenvinning og bruke fornybare eller resirkulerbare materialer. Ved å bruke sirkulære prinsipper prøver en sirkulær forsyningskjede å skape en lukket sløyfe hvor produkter og materialer beholder verdien sin over tid. Det vil redusere miljøpåvirkningen og bidra til en mer bærekraftig økonomi, ved å redusere behovet for utvinning av nye råmaterialer.
2. **Delingsplattform:** Delingsplattform baserer seg på prinsippet om å dele tilgang til produkter eller tjenester istedenfor å eie dem direkte. Delingsplattformene fungerer som mellomledd for å koble sammen individer/organisasjoner som ønsker å leie ut gjenstander i kortere perioder. Dette fører til en høyere utnyttelse av produktet, og mindre behov for å kjøpe nytt, noe som kan føre til en kostnadsbesparelse. Det reduserer miljøbelastningen gjennom lavere forbruk av råvarer og mindre avfall, siden en trenger færre antall av varen. Eksempel på dette er Uber, hvor man tilfredsstiller behovet for personlig transport uten å eie bil selv.
3. **Produktlivsforlengelse:** Ved å ta i bruk prinsippene om design for holdbarhet, reparasjon, oppgradering og gjenbruk skiller produktlivsforlengelsesmodellen seg fra den eksisterende bruk og kast-modellen. Modellen fremheves som ikke bare miljømessig bærekraftig, men også til fordel for forbrukere og produsenter. For forbrukere får de tilgang til produkter av høyere kvalitet, som tilbyr en større langtidsverdi sammenlignet med dårligere, billigere og mindre holdbare produkter. For produsenter vil modellen åpne nye inntektsmuligheter med vedlikeholds- og reparasjonstjenester, og omsetning av oppgraderte og fornyede produkter.
4. **Gjenvinning og resirkulering:** Avfall fremheves som en ressurs, og spiller en nøkkelrolle i å redusere miljøpåvirkning samtidig som den kan skape økonomisk verdi. Tekniske innovasjoner og forbedring av prosessene rundt gjenvinning og resirkulering vil føre til økt effektivitet og lønnsomhet for renovasjonsnæringen. Det understrekes at det kreves samarbeid på tvers av industrier og sektorer, offentlige og det private for å utvikle infrastruktur og systemer laget for innsamling, sortering og gjenvinning av avfall.

5. Produkt som tjeneste: Produkt som tjeneste (PaaS) er en av de sentrale strategiene som blir presentert i omstillingen til mer sirkulær økonomi. Modellen presenterer en fundamental endring i hvordan produsenter tenker om produktsalg. I stedet for å kjøpe et produkt, betaler forbrukeren for ytelsen til et produkt. Bedrifter tilbyr tjenester som vedlikehold, oppdateringer/oppgraderinger og gjenbruket av produktet når forbrukeren er ferdig med det. Det skaper en kontinuerlig inntektskilde for bedriften, og senker behovet for nye produkter. Modellen baserer seg på at bedriften har hele drifts og gjenbruks-ansvaret, noe som gir insentiv for å designe produkter som er holdbare, lett å vedlikeholde og oppgradere, og kan enkelt resirkuleres ved endt liv.



Figur 7 - Illustrasjon av overordnede sirkulære forretningsmodeller og hvor de er aktuelle i livsløpet (Lund, 2019)

2.9 Sirkulære forretningsmuligheter relevant for byggenæringen.

I den nasjonale strategien for en grønn, sirkulær økonomi og kunnskapsgrunnlagene presenteres flere sirkulære forretningsmuligheter som har som mål om å omforme hvordan vi produserer, konsumerer og tenker om ressursbruk. Blant disse blir flere presentert som viktige for byggenæringen som kommer i tillegg til modellene presentert i 2.8 Generelle sirkulære forretningsmodeller. Strategiene understreker behovet for innovative tilnærminger til design, bygging og drift som kan redusere avfall, fremme gjenbruk av materialer og forlenge levetiden til byggeprosjekter (Deloitte, 2020a; Deloitte, 2020b; Deloitte, 2022b; Regjeringen, 2021c).

2.9.1 Økt bruk av materialer som egner seg for reparasjon, demontering, ombruk og resirkulering og ombrukte materialer.

Valg av materialer som er egnet for reparasjon, demontering, ombruk og resirkulering blir en grunnstein for å fremme bærekraftig utvikling. En slik materialtilnærming er ikke bare viktig for å

reducere avfall og forbruket av råvarer, men spiller også en viktig rolle i å minimere miljøavtrykket til en konstruksjon gjennom hele livssyklusen. Ved å prioritere materialer som lett kan repareres, ombrukes eller resirkuleres forlenges levetiden til materialet, noe som reduserer behovet for nyproduksjon og dermed de tilhørende utslippene (Eberhardt et al., 2019). Dette er viktig for byggenæringen, siden store mengder materialer forbrukes, og betydelige mengder avfall skapes hvert år. Økt bruk av slike materialer støtter overgangen til en sirkulær økonomi ved å legge til rette for en «lukket sløyfe» for materialene. Ved å øke bruken av gjenbrukte materialer inn i nye rehabiliterings- eller nybyggprosjekter får man en reduksjon knyttet til råvareutvinning og materialproduksjon. Bruk av gjenbrukte materialer bidrar også til lavere avfallsmengder som blir sendt til enten energigjenvinning eller deponi. Gjennom økt bruk av materialer som er egnet for reparasjon, demontering, ombruk og resirkulering reduseres ikke bare avhengigheten av begrensede naturressurser, men det stimuleres også til innovasjon som kan skape nye forretningsmuligheter innenfor gjenbruk og resirkulering (Ghisellini et al., 2018).

2.9.2 Økt bruk av prefabrikkert og 3D-printing.

Økt bruk av prefabrikkerte elementer og 3D-printing i byggeprosesser representerer en innovativ forretningsmodell som harmonerer med prinsippene for sirkulær økonomi. Prefabrikkerte elementer, produsert under kontrollerte forhold i fabrikker, minimerer avfall gjennom presis produksjon og effektiv bruk av materialer. Det reduserer behovet for råmaterialer, og minsker samlet utslipp sammenlignet med tradisjonell byggeglassproduksjon, hvor næringen selv anslår så mye som 20% svinn på byggematerialer ved nybygg (Regjeringen, 2021c). Videre muliggjør prefabrikasjon en raskere byggeprosess siden elementene monteres på stedet, noe som kan redusere både tid og kostnad knyttet til byggeprosessen. Økt bruk av prefabrikkert ville økt tids- og ressurseffektiviteten, og støtter overgangen til mer bærekraftige byggeprosesser (Gallo et al., 2021). 3D-printing av eksempel betong tillater for høy grad av tilpasning, og optimalisering av materialbruk siden det er kun den nødvendige mengden materialer som brukes (De Schutter et al., 2018).

2.9.3 Økt arealutnyttelse gjennom flerbruks- og sambruksløsninger i eksisterende bygg og i nybygg

Økt arealutnyttelse for både eksisterende bygningsmasse og nybygg spiller en viktig rolle for en omstilling til sirkulær økonomi. Ved å maksimere arealbruken på eksisterende bygningsmasse, reduseres behovet for nybygg, noe som igjen minsker forbruket av råmaterialer, energi og land. Flerbruksløsninger, eksempel kantine som blir brukt som restaurant på kvelden, tillater at et enkelt bygg kan tjene flere formål over tid, mens sambruksløsninger fremmer deling av rom og ressurser mellom ulike brukere, eksempel felles kontorlokaler på tvers av et kontorbygg med flere leietakere.

Det bidrar til en mer fleksibel og tilpasningsdyktig infrastruktur når det er hensyntatt ved design av nybygg og ved oppussing av eksisterende bygg (Foster, 2020).

Flerbruks- og sambruksløsninger bidrar til en mer bærekraftig og effektiv utnyttelse av urbane områder slik at presset på nedbygging av landbruksarealer og natur reduseres. I sirkulær kontekst fremmer denne modellen også en kultur av deling og gjenbruk, som kan anses som viktig for å minimere vårt klimaavtrykk. Implementeringen av flerbruks- og sambruksløsninger i bygningsdesign og byutvikling representerer derfor en viktig mulighet for å oppnå en mer bærekraftig fremtid, ved å integrere sirkulære prinsipper direkte i den fysiske strukturen til byer og samfunn (Remøy et al., 2019).

2.9.4 Bedre vedlikehold, reparasjon og rehabilitering av eksisterende bygningsmasse

Bedre vedlikehold, reparasjon og rehabilitering av eksisterende bygningsmasse tar sikte på å forlenge levetiden til bygninger ved å opprettholde eller forbedres deres tilstand og funksjonalitet, noe som reduserer behovet for nybygg og dermed reduserer behovet av nye materialer, energi og areal. Ved å prioritere vedlikehold og reparasjoner, skapes en avfallsreduksjon knyttet til riving og nybygging. Det er gunstig for miljøet av mindre forbruk og for byggeier gjennom lavere drifts- og fornyelseskostnader over tid (Cortiços, 2019).

Rehabilitering av eksisterende bygningsmasse til å møte nåværende og fremtidige standarder for energieffektivitet er et viktig prinsipp i sirkulær økonomi. Ved å oppgradere bygninger for å forbedre deres energiprestasjon bidrar det til lavere driftskostnader, men også betydelig nedgang i bygningens totale miljøpåvirkning (Rambæk, 2020). Ved å utvide brukstiden til bygninger og maksimere deres verdi gjennom kontinuerlig vedlikehold og nøye planlagte rehabiliteringer, støtter denne forretningsmodellen en overgang til sirkulær økonomi.

2.9.5 Økt bruk av ombrukskartlegging.

Å øke bruken av ombrukskartlegging er en strategi som kan øke bruken av resirkulerte materialer ved å systematisk identifisere og kategorisere byggematerialer og komponenter som kan gjenbrukes i andre prosjekter. Dette inkluderer å evaluere materialets tilstand, levetid og potensiale for gjenbruk ved riving eller renovering av bygninger. Ved riving vil byggherre bli klar over materialene tilgjengelig i bygget. Ved å systematisere og forenkle prosessen for identifisering og gjenbruk av materialer, bidrar denne tilnærmingen til å styrke økonomiske incentiver for bærekraftige byggepraksis (Gorgolewski, 2011). Det har blitt lovpålagt å utføre ombrukskartlegging ved riving, men denne har vært under kritikk og er videre forklart i 2.14.5 Ombrukskartlegging, design for demontering og klimagassregnskap.

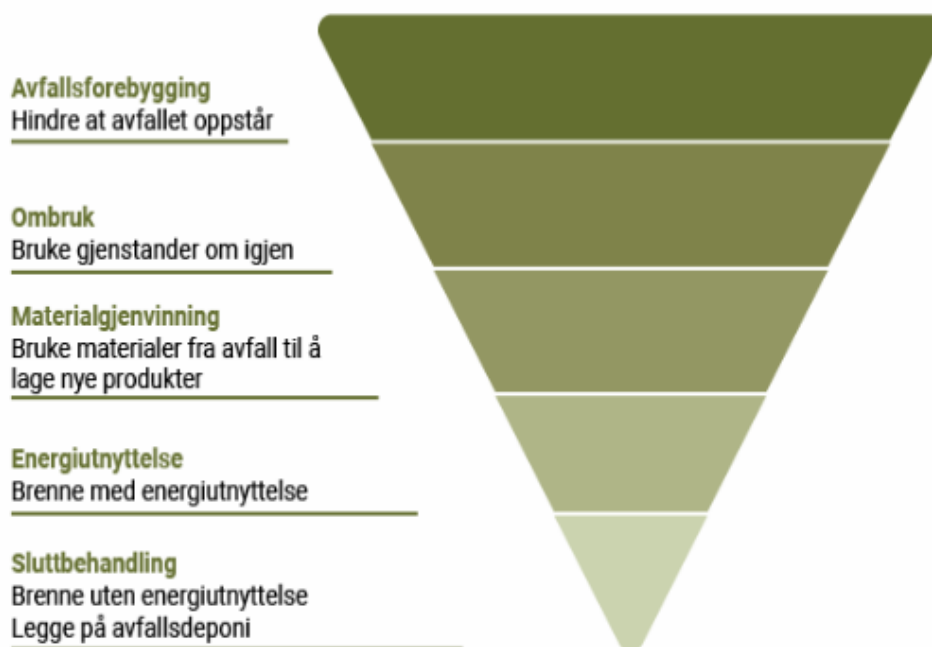
2.9.6 Fornybar energi og energieffektivisering

Byggenæringen står overfor betydelige muligheter for å fremme bærekraft gjennom implementering av fornybare energikilder og forbedring av energieffektiviteten i sine prosjekter. På byggeplasser viser overgangen til utslippsfrie løsninger, slik som utfasingen av fossile brennstoffer til fordel for økt elektrifisering av anleggsmaskiner, et viktig skritt mot mer miljøvennlige byggepraksis. Videre kan en utskifting av tradisjonelle varmevifter med mer energieffektive alternativer, som varmepumper for byggtørk og oppvarming under byggefasen, en vesentlig forbedring i retning av reduserte klimagassutslipp og økt energieffektivitet (Norouzi et al., 2021).

Selv om norske bygg ofte benytter seg av fornybar energi for oppvarming og elektrisitetsforsyning, er det fortsatt et stort potensial for ytterligere effektivisering. Tiltak som etterisolering, balansert ventilasjon, oppgradering til høyeffektive varmepumper, utskifting av utdaterte dører og vinduer, samt systemer for smart strømstyring, vil redusere energiforbruket i boliger. Dette frigjør energi til andre formål som industri. Nye EU-krav på vei reflekterer behovet for energieffektivisering, hvor alle boligbygg skal ha energiklasse E innen 2030 og D innen 2033 (European Commission, u.d.).

2.10 Avfallspyramiden

AVFALLSHIERARKIET



Figur 8 – Avfallspyramiden (Lindberg & LOOP, 2023)

Avfallspyramiden (avfallshierarkiet) er et grunnleggende prinsipp innen avfallshåndtering og sirkulær økonomi, som illustrerer prioriterte strategier for å minimere avfall og maksimere ressursutnyttelsen. Pyramiden er illustrert i Figur 8. På toppen av pyramiden står avfallsreduksjon, som oppfordrer til å minimere mengden avfall som skapes, enten gjennom mer effektiv ressursbruk, design for lang levetid, eller ved å unngå overflødig forbruk. Det neste trinnet er ombruk, hvor målet er å forlenge levetiden til produkter og materialer ved å bruke dem igjen i deres opprinnelige form. Resirkulering følger etter, hvor avfallsmaterialer omdannes til nye råvarer for å produsere nye produkter, dermed reduserer behovet for utvinning av nye ressurser. Energiutvinning er neste nivå på pyramiden, som involverer å omdanne avfall til energi gjennom prosesser som forbrenning, bidrar til å redusere mengden avfall som må deponeres, samtidig som det produseres energi. På det laveste nivået finner vi deponering, som er den minst foretrukne løsningen, hvor avfall som ikke kan håndteres på noen av de ovennevnte måtene ender opp. Avfallspyramiden tjener som en veiledning for både politikkutforming og praktisk avfallshåndtering, med et klart fokus på å fremme mer bærekraftige og effektive måter å håndtere ressurser på i et forsøk på å bygge en mer sirkulær økonomi (Lindberg & LOOP, 2023).

2.11 Vektet flermålsanalyse (Weighted Multi-Criteria Analysis, WMCA)

Vektlagt flermålsanalyse (Weighted Multi-Criteria Analysis, WMCA) er en metode brukt for å ta beslutninger som involverer flere ulike kriterier. Metoden er nyttig i situasjoner der beslutningstakere står overfor komplekse valg som ikke lett kan løses ved å se på kun ett enkelt kriterium (Odu, 2019).

Trinnene i WMCA er som følger:

1. Definer mål og kriterier: Definere hva en ønsker at analysen skal oppnå og deretter identifisere kriterier som vil hjelpe å evaluere målet. Eksempel sirkularitet.
2. Vektlegg kriteriene: Etter å ha identifisert kriteriene, må deres relative viktighet bestemmes. Det gjøres ved å vektlegge kriteriene, vekten er betydningen av hvert kriterium og skal til sammen utgjøre 1.
3. Evaluer alternativene: Vurder hvert alternativ mot de definerte kriteriene. Det kan involvere kvantitative målinger eller kvalitative vurderinger.
4. Beregne total score: Multipliser vurdering en får for hvert kriterium med kriteriets vekt, summer deretter for å få en total score.

Fordelene med vektlagt flerkriterieanalyse inkluderer dens fleksibilitet og evne til å håndtere komplekse beslutninger på en strukturert måte. Den kan tilpasses mange ulike typer beslutninger og kan inkludere både kvantitative og kvalitative data.

Ulemper kan inkludere subjektiviteten i vektingen av kriteriene og evalueringen av alternativene. Beslutningstakere må være forsiktige for å sikre at vektingen reflekterer deres sanne prioriteringer og at prosessen ikke blir for komplisert.

Bonusfaktorer: Bonusfaktorer kan brukes for å gi ekstra poeng til visse alternativer som har ønskelige egenskaper eller oppfyller spesifikke betingelser som ikke direkte er dekket av de opprinnelige kriteriene. Dette kan være nyttig for å fremheve viktigheten av spesifikke aspekter som kan være vanskelige å kvantifisere eller som kommer i tillegg til de definerte kriteriene (Jaini & Utyuzhnikov, 2017).

Fordelen med å bruke bonusfaktorer er at den kan gjøre analysen mer fleksibel og tillate en mer nyansert evaluering av alternativene. Det er viktig at bonusfaktorene ikke skaper ubalanse i evalueringen, de må derfor være godt begrunnet og klart definert for å unngå subjektivitet og sikre at den totale evalueringen fortsatt er rettferdig.

2.12 Dokumentavgift

Dokumentavgiften i Norge er en engangsgift som betales når man tinglyser overdragelse av fast eiendom, for eksempel ved kjøp av bolig eller annen fast eiendom. Avgiften utgjør 2,5% av eiendommens omsetningsverdi. Det er imidlertid viktig å merke seg at ved kjøp av nybygg, vil kjøperen kun betale dokumentavgift for tomteverdien, ikke for bygningen (Kartverket, u.d.).

2.13 Byggteknisk forskrift (TEK17)

Byggteknisk forskrift, videre kalt TEK og TEK17, er en forskrift som setter minimumsgrensen for egenskaper et nytt eller totalrehabilitert byggverk skal ha i Norge. Den setter funksjonskrav og ytelseskrav knyttet til blant annet helse, sikkerhet, miljø og energi. Formålet er å gi næringslivet konsekvente krav, og sikre kunder en viss standard (DiBK, 2017).

2.14 Aktuelle forskriftsendringer

I perioden 2022 til 2024 har det derfor skjedd flere forskriftsendringer. Eksempler på dette er endringer i TEK, byggevareforskriften og plan- og bygningsloven som alle har blitt belyst under.

2.14.1 Økt CO2 avgift på forbrenning og økt avfallssortering

1. januar 2024 ble CO2-avgiften på forbrenning av avfall økt til 882 kr pr. tonn (Daltveit, 2023). Med en avgiftsøkning på 85% viser myndighetene alvor med at avfallspolitikken skal følge

avfallspyramiden (Regjeringen, 2021a), og dermed gjør det betydelig dyrere levere inn ikke-ombrukbart avfall. Kravet om avfallssortering ble også økt 1. juli 2023 til 70% (DiBK, 2022). Det har fått kritikk siden det er basert på vekt, og da ved riveprosjekter som inneholder eksempel betong vil man få over 90% uansett hva resten kastes som. Regelverket anses av flere som irrelevant og at motivasjonen for avfallssortering ligger i kostnaden for deponi (Hauge et al., 2023).

2.14.2 30% vektlegging av miljø under offentlige anskaffelser

Fra 1. januar 2024 har offentlige anskaffelser i Norge gjennomgått en stor endring ved å innføre en vektlegging på minst 30% på klima- og miljøhensyn. Dette tiltaket er en del av regjeringens strategi for å fremme bærekraftig praksis i offentlig sektor, som årlig håndterer kjøp for ca. 740 milliarder kroner, med mål om å støtte Norges klima- og miljøambisjoner, inkludert halvering av klimautslipp innen 2030. Riksrevisjonen har imidlertid påpekt at innkjøpere mangler en helhetlig strategi for miljøintegrering i anskaffelsesprosesser, og en regelendring garanterer ikke automatisk positiv effekt (Regjeringen, 2023). Et regjeringsoppnevnt lovutvalg har kritisert svake klimakriterier i anbud og foreslått standardiserte krav for å forbedre miljøeffekten (Fredriksen et al., 2023), mens Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (DFØ) foreslår en digital tilnærming for å forbedre anskaffelsesprosessenes effektivitet og transparens (DFØ, 2023). Det er bekymringer om økt byråkrati og potensielt høyere kostnader, spesielt i større prosjekter som samferdselsprosjekter (Nygård, 2024).

2.14.3 Byggevareforskriften

Byggevareforskriften er hvordan EUs byggevareforordning er implementert i norsk lov. 1 juli 2023 trådte regelendringer i byggevareforskriften (DOK) i kraft. Det ble gjort unntak fra kravet om dokumentasjon knyttet til brukte byggevarer som tas ut av byggverk så lenge det ikke er foretatt vesentlige endringer av varen og den skal brukes på nytt i et byggverk. Regelendringen har som mål å gjøre omsetning av brukte byggevarer enklere (DiBK, 2022). Ansvaret flyttes dermed fra selger til kjøper siden bruker av ombrukte materialer må fortsatt dokumentere at varen har forsvarlige egenskaper, gjennom TEK § 3-1 som sier «En byggevare skal ha forsvarlige egenskaper, som bidrar til at byggverk oppfyller kravene i denne forskriften. Egenskapene må kunne dokumenteres.» (DiBK, u.d.).

Det påpekes i litteraturen at man ikke må gå ned på kvalitetskravene for ombruksvarer, det kan føre til at bygninger med stor grad av ombruk får en lavere kvalitet enn nybygg. Det kan skade konseptets omdømme og vil være negativt for publikummets oppfatning av ombruk (Hauge et al., 2023). For å sikre kvaliteten er Sintef i gang med å lage en ordning for dokumentasjon av brukte byggevarer (Nitter, 2023).

2.14.4 Unntak fra tekniske krav for eksisterende bygg

I utgangspunktet gjelder de samme kravene på nye byggverk, som ved tiltak på eksisterende bygg. 01. januar 2023 ble det innført lovendringer i plan og bygningsloven som gir kommuner mulighet til å gi helt eller delvis unntak fra TEK ved arbeid på eksisterende bygninger. Det skal vurderes ut fra sikkerhet, helse og miljø, og kommunen kan legge vekt på byggverkets alder, status og fordeler oppnådd med tiltaket (Regjeringen, 2022a).

Kommunal- og moderniseringsdepartementet fremhevet at endringen gir kommunene en utvidet mulighet for å gi unntak fra TEK, med formål om å legge til rette for av byggverk kan brukes istedenfor å forfalle. Lovendringen fungerer som en sikkerhetsventil for å unngå at urimelige krav som er ment for nybygg blir gjeldene for eldre bygg. Det gir også insentiv og fleksibilitet til bygningsforvaltere til å oppgradere eksisterende byggingsmasse til en høyere standard (Føyen, 2021).

2.14.5 Ombrukskartlegging, design for demontering og klimagassregnskap

1. juli 2023 ble det innført et krav gjennom TEK om ombrukskartlegging for alle søknadspliktige tiltak i boligblokker eller yrkesbygg over 100 kvadratmeter, eller tiltak hvor avfallsmengden overstiger 10 tonn (DiBK, 2022). En ytterligere forskriftsendring er kravet om at nye bygg må designes for demontering (DiBK, 2022). I samme lovendring som over, ble det innført nytt krav om utarbeidelse av klimagassregnskap for alle nye boligblokker og yrkesbygg

2.15 Beregning av bygningers energiytelse, NS3031

Beregning av bygningers energiytelse (NS3031:2014) er en norsk standard for beregning av bygningers energiytelse. Den omhandler regler for å beregne energibehovet til bygninger, behovet for levert energi til bygningen og lignende. Den brukes til å bestemme energikarakteren til bygninger og refereres til av TEK17. Standarden brukes av rådgivende ingeniører knyttet til energiberegninger.

NS3031 ble trukket tilbake i 2018 for å gi plass til den europeiske standarden NS-EN ISO 52000-1, men brukes fortsatt i dag til en ny oppdatert versjon som samsvarer med NS-EN ISO 52000-1 er klar. Det skyldes at de norske forskriftene fortsatt henviser til NS3031 (Standard Norge, 2021).

2.16 Energikarakter

Energikarakteren er beregnet levert energi under normal bruk for en bolig. Beregningen skjer ved bruk av NS3031. Forskjellen ved levert energi og netto energibehov kommer ofte av varmesystemets

virkningsgrad. Eksempel olje og gass har virkningsgrad tilsvarende at levert energi blir høyere enn netto energibehov, mens det er motsatt på eksempel varmepumpe. En god energikarakter kan ha innvirkning på bygningens markedsverdi og driftskostnader gjennom lavere energikostnader, økt komfort og lavere klimagassutslipp (Enova, u.d.).

3 Metode

I metodekapittelet vil det beskrives og begrunne de metodiske valgene som er gjort under oppgaven. Først presenteres forskningsdesignet som er valgt på for å svare på studiens forskningsspørsmål. Videre redegjøres det for forskningsmetodene brukt for datainnsamling og hvordan de ble analysert. Til slutt evalueres metoden og hvordan dens styrker og svakhetet kan påvirke gyldigheten til forskningen. Oppgaven er en kvalitativ oppgave, med utført forskning gjennom litteraturstudie, observasjon på konferanser og intervjuer.

3.1 Forskningsdesign

«Forskningsdesign er en logisk plan for å komme seg fra A til B, hvor A kan defineres som et sett med forskningsspørsmål og B er konklusjonen til forskningsspørsmålene.» (Yin, 2018). Kvalitative studier har ofte et utforskende forskningsdesign. Den tilnærmingen anvendes ofte for å undersøke et område eller fenomen som er lite utforsket (Yin, 2018).

I denne avhandlingen brukes et utforskende forskningsdesign. Grunnen for et utforskende forskningsdesign er at sirkulær økonomi i byggenæringen er generelt et nytt konsept i Norge, og derfor ikke forsket på i utbredt grad. Metoder som intervjuer, litteraturstudie og observasjon er brukt under forskningen.

Forskningsstrategien fulgt under denne avhandlingen er basert på rammeverket presentert av Arksey og O'Malley i «Scoping studies: towards a methodological framework» (Arksey & O'Malley, 2005), men videreutviklet under «Scoping studies: advancing the methodology» utført av Levac, Colquhoun og O'Brien (Levac et al., 2010). Rammeverket er som følgende:

1. Identifisere forskningsspørsmålet: Ved å definere forskningsspørsmålet sikres det a studien forblir fokusert og relevant for temaet som skal undersøkes.
2. Identifisere relevante studier: Omfattende og systematisk søk etter relevant litteratur. Dette er dypere forklart i 2.5 Relevant forskning utført
3. Studieutvalg: Rammeverket påpeker viktigheten av nøye vurdering og utvelgelse av litteratur, noe som er dypere forklart i 3.4 Litteratursøk
4. Kartlegging av data: Viktigheten av kartlegging av data for å strukturere kildene funnet, videre forklart i 3.6 Dataanalyse
5. Sammenstilling, oppsummering og rapportering av resultatene. Identifisere overordnede temaer, trender, og kunnskapshull. I avhandlingen ble det fokusert på å fremstille resultatene

på en klar og strukturert måte, slik at de kan bidra til videre forskning og praksis innen sirkulær økonomi i byggenæringen som gjort i kapittel 4 Funn.

6. Konsultasjon med interessenter for å bekrefte eller avkrefte resultatene: Gjennom å engasjere interessenter i form av intervju og samtaler kom interessentenes synspunkter og meninger frem. Det er med på å bekrefte eller avkrefte eksisterende litteratur. Konsultasjonen er viktig for å sikre at avhandlingen er både teoretisk og praktisk relevant, forankret i den virkelige verden.

Ved å følge Arksey og O'Malley sitt rammeverk, har denne masteroppgaven søkt å sikre en grundig og systematisk tilnærming til forskningen.

3.2 Forskningsmetode

3.2.1 Kvalitativ eller kvantitativ metode

Kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode utgjør to fundamentale tilnærminger i vitenskapelig forskning. Hvilken som egnes best for en oppgave, kommer an på oppgavens mål og problemstilling, vist på Figur 9. Kvalitativ forskningsmetode brukes til å undersøke komplekse problemstillinger som ikke lett lar seg kvantifisere. I motsetning bruker kvantitativ forskningsmetode målbare data for å fastslå mønstre og sammenhenger og gir mer generelle svar (Jacobsen, 2022). Derfor bruker kvalitativ metode ofte intervjuer, observasjon og litteraturstudier for å få en dyp forståelse av temaet rundt problemet som skal undersøkes (Bryman et al., 2021). Kvalitativ metode foretrekkes når forskningsfeltet er begrenset, noe sirkulær økonomi i byggenæringen er. I denne oppgaven brukes det kvalitative forskningsmetoder som intervju, observasjon og litteraturstudie.



Figur 9 - Hvordan bestemme forskningsmetode (modifisert) (Jacobsen, 2022)

3.2.2 Induktiv eller deduktiv metode

Induktiv og deduktiv forskningsmetode er to forskjellige tilnærminger til en vitenskapelig undersøkelse. De har forskjellige styrker, svakheter og anvendelsesområder.

I induktiv metode samler forskeren data og identifiserer mønstre for å utvikle teorier, passende for nye forskningsfelt eller ukjente temaer (Thomas, 2017). I motsetning til dette, starter deduktiv metode med

en eksisterende teori som testes empirisk, ofte gjennom kvantitative undersøkelser (Bryman et al., 2021). Ved å kombinere induktiv og deduktiv metode, kjent som abduksjon, skaper og tester forskere teorier, noe som fremmer en kontinuerlig utforskende og problemløsende tilnærming (Jacobsen, 2022). Denne oppgaven er abduktiv da den undersøker teorier om sirkulær økonomi i byggenæringen gjennom litteraturstudie og intervjuer for å sammenligne teori med empiri (Jacobsen, 2022).

3.3 Datainnsamling

Robert K. Yin (2018) sine fire prinsipper for datainnsamling ble brukt under oppgaven: bruk av flere kilder, etablering av en database for å skille mellom primær- og sekundærdata, opprettholdelse av en beviskjede og forsiktighet med data fra sosiale medier, hvorav det siste ikke er relevant for denne avhandlingen.

Data deles vanligvis i primærdata, som er data forskeren samler inn direkte og er original, og sekundærdata, som er eksisterende data tilgjengelig for gjenbruk. Primærdata kan inkludere spørreundersøkelser, intervjuer og observasjoner, og tilbyr spesifikk, oppdatert informasjon for studiet, men kan være tidkrevende og subjektive (Jacobsen, 2022). I avhandlingen ble primærdata innhentet via observasjoner på konferanser og intervjuer.

Sekundærdata, derimot, omfatter eksisterende forskningsresultater og offentlige data, som er mer tilgjengelige og mindre tidkrevende å samle, men kan mangle relevans for forskningsspørsmålene og krever kritisk kildebruk (Jacobsen, 2022). I avhandlingen ble sekundærdata brukt for å støtte funn fra primærdata og gi innsikt i dagens situasjon, utfordringer og muligheter i byggenæringens sirkulære økonomi. Det har derfor blitt brukt en kombinasjon av primær- og sekundærdata, kalt datatriangulering (Yin, 2018).

Kombinasjonen av primær- og sekundærdata har vært viktig for å styrke kvaliteten til avhandlingen. Ved å triangulere datakildene skapes en mer robust og pålitelig forskningsbase. Primærdata, samlet direkte gjennom intervjuer og observasjon har gitt avhandlingen verdifull innsikt fra førstehåndserfaringer og perspektiver relatert til sirkulær økonomi i byggenæringen. Sekundærdata, hentet fra eksisterende forskning, publikasjoner og rapporter har gitt god innsikt for å kunne identifisere trender og sammenligne funn med tidligere studier. Metoden har bidratt til å styrke oppgavens troverdighet og validitet, og bidratt til å en dypere og mer nyansert forståelse av kompleksiteten rundt sirkulær økonomi innenfor byggenæringen.

3.4 Litteratursøk

For å sikre høy faglig standard i benyttet litteratur, ble flere anerkjente databaser brukt. Dette inkluderte Google Scholar, Web of Science og Elicit. Elicit er en AI-søkemotor, og er videre forklart i delkapittel 3.4.1 Bruk av AI. Andre databaser ble også brukt som følge av snøballmetoden. En viktig del av forskningsprosessen er å indentifisere og evaluere relevant litteratur. Derfor ble fagfellevurdert litteratur benyttet når mulig. Når en fant antatt god litteratur, var det nyttig å undersøke referansene som aktuell litteratur benyttet. Det for å finne relevant litteratur som kunne brukes videre i forskningen, og det ga mulighet for å vurdere om aktuell litteratur støttet eller utfylte funnene til referansene brukt (Wohlin, 2014). For å finne norsk litteratur ble offentlige kilder, norsk forskning og artikler brukt. Dette var relevant ettersom byggenæringen er i kontinuerlig utvikling innenfor feltet sirkulær økonomi og den at den norske forskningen er spesielt aktuell for den norske næringen. Offentlige rapporter og litteratur viste seg å være en verdifull ressurs i denne sammenhengen.

Typiske søkeord brukt under litteratur søk er «sirkulær økonomi, byggebransjen, byggeprosjekt, måle sirkularitet, rammeverk sirkulær økonomi, miljø, økonomisk bærekraft, omstilling, bærekraft, finans, verdikjede og digitale verktøy i forskjellige kombinasjoner. Eksempler på kombinasjon er «Rammeverk for sirkulær økonomi i byggebransjen», «måle sirkularitet i byggeprosjekter», «økonomi av en omstilling», «digitale hjelpemidler til en sirkulær omstilling» og lignende. Søkene ble utført både på norsk og engelsk. Søk på engelsk, ofte ved bruk av sirkulær økonomi, byggebransjen, rammeverk ga mange treff. Google Scholar fremstod som en bedre søkemotor for norske kilder. Kildekritikk ble utført gjennom TONE-modellen, som er forklart i Figur 10.



Figur 10 - Forklaring av TONE-metoden (Bolstad, u.d.)

3.4.1 Bruk av AI

Under denne oppgaven er AI brukt som et hjelpemiddel. ChatGPT er brukt til setningsformulering hvis det har vært vanskelig å skrive en god setning. Angående kilder så oppgir ChatGPT falske kilder og kan derfor ikke stoles på angående kildereferering (Hillier, 2023).

For litteratursøk ble AI-en Elicit brukt. Det er en AI-søkemotor som søker gjennom vitenskapelige artikler for så å vise antatte beste treff avhengig av søkeord. Elicit gir også et kort sammendrag av hver artikkel, noe som forkorter beslutningstid for om artikkelen er relevant eller ikke. Elicit bruker Semantic Scholar som database, og bruker derfor kun åpne kilder (Elicit, 2024) i motsetning til Google Scholar .

3.5 Intervju

Til avhandlingen ble det utført semi-strukturerte intervjuer, både individuelt og i grupper. Detaljer om intervjudeltakerne finnes i Tabell 1. Intervjuene er en sentral metode i kvalitativ forskning, da de tillater utforskning av komplekse områder (Bryman et al., 2021). En intervjuguide, lagt som vedlegg, ble utviklet for å kombinere åpne spørsmåls fleksibilitet med en strukturert tilnærming. Guiden gir fokus på bestemte temaer samtidig som det gir rom for spontanitet og nye emner under samtalen (Bryman et al., 2021).

Individuelle intervjuer gir fordeler ved å etablere en personlig relasjon som kan fremme åpenhet og ærlighet, mens gruppeintervjuer er nyttige for å utforske synspunkter fra flere personer samtidig, noe som kan gi mer helhetlige diskusjoner. Semi-strukturerte intervjuer tillater tilpasninger i spørsmål basert på samtaleflyten og emner som kommer opp, noe som gir muligheter for dypere utforskning av interessante temaer ved å bruke oppfølgings spørsmål som "Hva mente du med..." eller "Kan du utdype..." (Jacobsen, 2022).

Intervjuene ble tatt opp med lydopptak for å sikre forskningens kvalitet og integritet, og for at forskeren kunne fokusere mer på samtalen og mindre på notatskriving. Dette bidrar til en mer naturlig og engasjerende samtale. Opptakene ble senere transkribert for detaljert analyse av dataene, mer detaljer finnes under 3.6 Dataanalyse.

3.5.1 Utvalg intervjudeltakere

| Rolle | Næring | Erfaring i byggenæringen | Individuelt/gruppeintervju | Videre kalt |
|--|-------------|--------------------------|----------------------------|-------------|
| Bærekraftsdirektør | Byggherre | 33 år | Individuelt | BH1 |
| Senior Rådgiver | Konsulent | 27 år | Individuelt | RÅD1 |
| Ansvarlig for spesialenheter og daglig leder i datterselskap | Entreprenør | 10 år | Individuelt | ENTR1 |
| Daglig leder | Entreprenør | 32 år | Gruppeintervju 1 | ENTR2 |
| Driftssjef | Entreprenør | 30 år | Gruppeintervju 1 | ENTR3 |
| Miljøsjef | Entreprenør | 14 år | Gruppeintervju 2 | ENTR4 |
| Miljørådgiver | Entreprenør | 1 år | Gruppeintervju 2 | ENTR5 |
| Prosjektleder | Byggherre | 50 år | Individuelt | BH2 |

Tabell 1 - Tabell over intervjuobjekter

3.6 Dataanalyse

Under analyse av dataen ble det anvendt en metodisk tilnærming for å sikre dybde og bredde i analysen av innsamlet data. For å sikre solid teoretisk forankring av analysemetoden er den støttet på de metodologiske rammeverkene til Yin og Bryman (Bryman et al., 2021; Yin, 2018). Yin legger vekt på viktigheten av å skape kobling gjennom data og teori gjennom datatriangulering. Det betyr å samle inn og analysere data fra både primær- og sekundære kilder. Derfor har det blitt systematisk sammenlignet funn fra intervjuene med funn fra litteratur, rapporter og andre relevante dokumenter brukt i avhandlingen. Det har bidratt til en mer helhetlig forståelse av problemstillingen.

Bryman fremhever viktigheten av en systematisk sammenstilling, sammenligning og kontrastering av data for å identifisere mønstre og temaer. Derfor ble det brukt åpen og aksial koding for å kunne bryte ned, og undersøke dataene for å få en god innsikt i hvordan sirkulær økonomi praktiseres og forstås i byggenæringen. Kodingen ble utført med at data ble gitt en kode, og plassert under en relevant kategori. Dataen ble dermed oversiktlig og derfor lettere å bruke aktivt videre i avhandlingen.

Senere transkribering av opptakene tillot en grundig analyse av dataene, for å kunne identifisere mønstre, temaer, og nyanser i deltakernes svar. Transkripsjonen gir en nøyaktig tekstlig gjengivelse av intervjuet, som er essensiell for videre koding, analyse, og tolkning i forskningsprosessen.

3.7 Evaluering av metodologi

Validitet og reliabilitet er to sentrale begreper innenfor forskning, og de er derfor avgjørende for å vurdere kvaliteten og troverdigheten til en studie, både kvalitative og kvantitative. Validitet sikrer at forskningen vurderer eller måler det den hevder å måle, mens reliabilitet sikrer at dataen er reproducerbar og konsistent.

3.7.1 Validitet

Validitet handler om resultatene anses som gyldige for det den har som formål å undersøke. I forskning er det flere typer validitet: konstruktvaliditet, intern validitet og ekstern validitet (Yin, 2018). Konstruktvaliditet fokuserer på hvordan konseptene til studien er definert og målt i studien, det vil beskrive om resultatene oppnådd er gjeldende. Intern validitet handler om hvor godt studiet er designet og gjennomført, det vil si om resultatene er gyldige for problemstillingen. Intern validitet tar også opp om studiet er utformet slik at resultatene er uten innflytelse fra eksterne faktorer. Derfor kan intern validitet være en utfordring for forklarende case-studier, men er ikke like viktig for beskrivende og utforskende studier (Yin, 2018). Studiet utført er en utforskende studie siden den tar for seg sirkulær økonomi i byggebransjen i dag og skal utvikle et rammeverk for å måle sirkularitet i byggeprosjekter.

Ekstern validitet handler om hvilken grad funnene til studien kan generaliseres utover studiens spesifikke kontekst. Det betyr om løsningene presentert i denne studien kan generaliseres og dermed være overførbare til andre utvalg (Yin, 2018). Kvalitative studier kan være vanskelig å generalisere siden studiene ofte har få intervjuobjekter (Bryman et al., 2021). Derfor trekker Jacobsen (2022) frem kvalitativ metode for å styrke intern validitet, mens kvantitativ metode styrker ekstern validitet. Dette studiet er rettet mot den norske byggenæringen, noe som gir den lavere overførbarhet til andre næringer i Norge. For å styrke overførbarheten er forskningsspørsmål blitt formulert med «hvordan» og «hvilke» istedenfor «hva», som påpekt av Yin (2018). Overførbarheten vil være mest aktuell ved å se på byggenæringen i Norden, siden Norden har en sterk tilknytning som vist gjennom Nordic Council of Ministers (Nordisk ministerråd, u.d.). Høy validitet i forskningsstudiet bidrar til at konklusjonene er trukket på pålitelig og relevant data.

3.7.2 Reliabilitet

Reliabilitet tar for seg om forskningsmetoden er pålitelig, og derfor gir konsekvente resultater over tid, ved forskjellige forskere og andre forhold. I kvalitative studier hvor metoder som intervjuer og observasjoner brukes, er det viktig at forskeren gir detaljerte og transparente beskrivelser av metodikken brukt, noe som er vist under 3.2 Forskningsmetode. Dette er for at andre skal kunne forstå

og gjenspeile forskningsprosessen. Det finnes to typer reliabilitet, ekstern og intern reliabilitet. Intern reliabilitet er relevant når det er flere forskere, for å sikre at det som blir observert, sett og hørt oppfattes likt (Bryman et al., 2021). Intern reliabilitet er derfor mindre aktuell for denne forskningen siden det kun er en forsker, men det er viktig å vurdere hvordan forskerens subjektivitet og holdninger kan påvirke datainnsamling og analyse. Metodekritikk er derfor viktig for å sikre kvaliteten til forskningen. Det innebærer at forskeren er bevisst om egne forutinntatte meninger, og hvordan disse kan påvirke analysen av data. Ekstern reliabilitet omhandler i hvilken grad forskningsresultatene kan reproduseres under andre forhold, eller med andre deltakere. Det oppnås ved detaljert dokumentasjon av forskningsprosessen, med hvordan data er samlet inn, analyser er gjort og lignende. Dette for at andre forskere skal kunne vurdere om studiens funn er anvendelige i andre sammenhenger.

For et litteraturstudie er det viktig med pålitelighet gjennom troverdige informasjonskilder. Kildekritikk med fokus på kilder som er objektive, presise og relevante for forskningsspørsmålene har derfor vært viktig. Som tidligere nevnt i kapittel 3.4 Litteratursøk har snøballmetoden blitt brukt for å sikre at litteraturens referanser underbygger referansene, men også for å finne ny, god litteratur som omhandler samme forskningsområde. Videre ble TONE-metoden brukt for kildekritikk.

Under studiet ble det gjennomført intervjuer, noe som kan være vanskelig å reprodusere med nøyaktig samme resultat. Intervjuene ble også transkribert. Transkribering av intervjuer introduserer utfordringer og mulige feilkilder ved at transkribering inneholder et element av tolkning fra transkribererens side. Spesielt ved uklar tale eller dårlig lyd kvalitet. Ved intervju er det ikke-verbale signaler som kroppsspråk, disse kan være viktig for å forstå kontekst, ironi og lignende. Det kan gå tapt i transkribering og endre den underliggende meningen til intervjuobjektet (Jacobsen, 2022). For å løse dette problemet er spesielle notater relevant for kroppsspråk gjort under intervjuene. Det er viktig at intervjuer er klar over både intervju effekten, hvordan intervjuers kroppsspråk, tonefall og holdning kan påvirke intervjuobjektene. For å sikre god transkribering er den utført så nøyaktig som mulig, med ikke-verbale signaler der det ble ansett som nødvendig. Intervjuer har vært klar over egen bias og den har blitt minimert gjennom nøytrale, åpne spørsmål. For å unngå overraskelse effekten knyttet til intervju ble intervjuobjektene forberedt om intervjuets tema og innhold relevant fra intervjuguiden før intervjuene. Det ble også opplyst at intervjuobjektene anonymiseres for å sikre at objektets faktiske meninger kommer frem. Gjennom beskrevet tilnærmingen har oppgaven forsøkt å få et mer pålitelig grunnlag.

4 Funn

I dette kapittelet presenteres det flere interessante funn fra intervjuene.

4.1 Sirkulære praksiser i byggebransjen i dag.

Fra intervjuene kom det interessante observasjoner om sirkulære praksiser i bransjen i dag. Den mest generelle trenden tydet på avfallsminimering sammen med god sortering på byggeplass som den mest dagsaktuelle praksisen for bransjen i dag. Mange av intervjuobjektene identifiserte de to som den mest brukte strategien.

Fra intervjuene ble det også nevnte flere andre eksempler på sirkulær praksis. BH1 belyste sambruk av arealer, eksemplifisert ved sambruk av arealer som takterrasser og hager, som kunne fremme både sosial og økologisk bærekraft. Ble påpekt som særlig relevant i urbane områder hvor areal er en knapp ressurs.

ENTR1 fremhevet bruk av knust betong som tilslag i ny betong. «Dette er sirkularitet i praksis», ved at det illustrerte sirkularitet ved at det reduserer behovet for uttak av jomfruelige materialer og minimerer videre deponering. Videre ble det nevnt andre sirkulære praksiser som resertifisering av hulldekker og ombruk av inventar, som begge bidro til å forlenge materialets levetid og redusere avfall. ENTR2 tok også opp gjenbruk av betong, men heller som fyllmasser for å vise hvordan avfallsmateriale kan gjenbrukes.

ENTR3 fokuserte på standardisering av byggematerialer, som gipsplater i standard lengder, for å både forenkle ombruk og resirkulering. Standardisering av produktene førte til større effektivitet og mindre avfall i konstruksjonsprosessen.

RÅD1 understreket rehabilitering av eksisterende bygninger som en av de mest verdifulle praksisene i den moderne byggebransjen for sirkularitet. Dette fordi rehabilitering utnytter bruken av eksisterende bebyggelse og derfor materialer, og minimerer behovet for ny utbygging og ressursbruk.

ENTR4 og 5 diskuterte den sirkulære forretningsmodellen «produkter som tjenester», eksemplifisert ved løftekran som mulig den mest utbredte produkt som tjeneste i bransjen. Det påpekes at ved produkt som tjeneste tas varen inn igjen og repareres istedenfor å kastes. Ombruk ble også nevnt som noe de prøver å øke graden av.

Funnene fra intervjuene avdekker en rekke sirkulære praksiser i byggebransjen, som spenner fra avfallsminimering og effektiv sortering til innovativ bruk av materialer og rehabilitering av eksisterende bygninger. Trenden fra intervjuene var også at sirkulær økonomi var et vidt begrep. Denne variasjonen i tilnærminger og løsninger tyder på at begrepet sirkulær økonomi er både vidt og

komplekst. Det at funnene er noe sprikende reflekterer de mange forskjellige tolkningene og implementeringene av sirkulære prinsipper i bransjen.

4.2 Strategier for implementering av sirkulær økonomi i byggeprosjekter

Et tema som ble tatt opp under intervjuene var å diskutere den beste strategien for implementering av sirkulær økonomi i byggeprosjekter.

For å håndtere disse utfordringene mener RÅD1 at et kunnskapsløft er avgjørende. BH1 støttet dette synet og la til at en slik strategi kan være den mest effektive måten å fremme en omstilling på. Kunnskap om sirkulær økonomi og dens fordelaktige praksiser kan spille en nøkkelrolle i å overvinne eksisterende barrierer. Flere av intervjuobjektene pekte til Nederland for inspirasjon og hente kunnskap. Det ble fremhevet viktigheten av god planlegging og tilgjengelighet av materialer for å kunne gjøre gjenbruk økonomisk gjennomførbart. BH2 sa «Vi må kanskje slutte at alt skal være så unikt, alt tilpasses på plassen og ikke et bygg er likt».

Videre blir tidlig involvering av entreprenøren ansett som en viktig faktor for suksess av entreprenørene intervjuet. ENTR1-4 understreket at det å skape et samspill mellom arkitekt, prosjekterende og utførende var kritisk for å finne både økonomisk og miljøbærekraftige løsninger som følge av de kom tidlig i prosessen. Flere nevnte entreprenørens kunnskap om å balansere kostnader og bærekraft, ENTR4 utdypet ved å beskrive entreprenørens rolle: «Jeg liker å se på entreprenøren som en god konsulent, som ofte er veldig kostnadsbevisst og kan gi gode råd for hva som faktisk fungerer i praksis.».

ENTR4 og ENTR5 diskuterte strategier for å implementere ombruk i byggeprosjekter og fremhevet betydningen av å starte med tiltak der det er mest gjennomførbart: «Kanskje ombrukte materialer som ikke skal bære noe, for å slippe resertifiseringskostnadene. Snike inn lavterskel tiltakene der man kan, bare for å starte. Jeg tror markedet for ombruk i konstruksjonen som ikke synes er større enn det som synes.» Det ble videre påpekt hvordan en gradvis tilnærming kan være med å skape kunnskap og et annet syn på ombrukte materialer. Samtidig ble behovet for standardisering av ombrukte byggematerialer nevnt. Arbeidet som Sintef har igangsatt for å lage klare retningslinjer ble fremhevet som et skritt mot å forenkle og legitimere ombruk.

ENTR2 og 3 fokuserte på å identifisere og utnytte de «lavhengende fruktene»-tiltak som er enkle å implementere og som kunne gi umiddelbare fordeler. ENTR3 påpekte at dette kan omfatte tiltak som forbedre mottakskontroll og lagring av materialer: «Det kan spare både miljøet og penger ved optimalisering». ENTR2 la til: «Gjennom å legge litt penger i tidligfase og optimalisere kan man spare penger, men det er vanskelig å sette kroner og øre på det. Men så klart hvis man har kastet 10 tonn gips har man også kjøpt 10 tonn for mye, og det har vært håndtert på byggeplassen».

BH2 presenterte en annen strategi, der det ble vektlagt fordelene ved prefabrikkering og modulbygg som den mest effektive metoden for å utnytte materialer og øke fleksibiliteten i byggeprosjekter. «Det er mye lettere å optimalisere en produksjonsprosess på fabrikk enn her ute på byggeplass. Og ved prefab kan vi oppnå lengere spenn, færre bærende vegger og søyler og derfor oppnå en større fleksibilitet, noe som gir oss mulighet til å ha byggene lenger.». RÅD1 pekte på myndighetenes rolle i å fremme sirkulær økonomi ved stille krav til gjenbruk i offentlige byggeprosjekter: «Oslo kommune har jo det beste utgangspunktet med tanke på tilgang til materialer.». Videre ble det understreket behovet for politisk vilje og ledelse for å drive frem bærekraftige praksiser. Flere av intervjuobjektene var enig og la vekt på nødvendigheten av klare standarder og regulatoriske krav for å sikre at en omstilling skjer.

De ulike perspektivene viser en bred enighet om behovet for både strategisk planlegging og praktiske tiltak for å fremme sirkulær økonomi i byggebransjen. Tiltaksområdene og fokusområdene varierer, som viser at det er ikke et enkelt tiltak for å få til en omstilling.

Alle intervjuobjektene var enige i viktigheten av å posisjonere seg strategisk i dagens marked for å være konkurransedyktige i fremtiden, spesielt med tanke på økende etterspørsel av kunnskap om bærekraftige praksiser. ENTR4 fremhevet at deres kunder har begynt å etterspørre mer kunnskap om sirkulær økonomi og bærekraft: «Vi ser at kundene våre begynner å etterspørre kunnskap innenfor dette, så det er viktig. Og som en seriøs aktør er det viktig at vi tar vår del for klimaet.». Det understreker en markedsendring hvor forbrukeren begynner å bli mer bevisst og forventer at bransjen tar skritt mot bærekraftige løsninger.

ENTR2 reflekterte over den sosiale dimensjonen av selskapets rolle: «Vi har et sosialt ansvar som en stor aktør, noe vi bare må ta innover oss og kanskje tenke litt annerledes enn tidligere.». Trenden fra intervjuene tyder på en anerkjennelse i bransjen om at de større aktørene må lede an i skiftet mot mer bærekraft, både for miljøets skyld og for å møte samfunnets forventning slik at en holder seg konkurransedyktig.

Når det ble spurt om det langsiktige potensialet for sirkulær økonomi og byggebransjens status om 20-30 år, var det få som kunne gi konkrete svar. Det kan tyde på å reflektere usikkerheten og den komplekse utfordringen som forventes av adopsjonen av sirkulær økonomi. Det nevnes at utviklingen er så rask at det er vanskelig å forutsi noe konkret. Samlet gir disse perspektivene innsikt i en bransje i overgang, hvor aktører ser nødvendigheten av å tilpasse seg nye markedsforhold og forventninger, samtidig som de erkjenner de mange utfordringene som gjenstår i å realisere fullt potensial for sirkulær økonomi.

Fra intervjuene ble det tydelig at det finnes en rekke strategier for implementering av sirkulær økonomi i byggeprosjekter, som varierer betydelig mellom ulike aktører. RÅD1 og BH1 vektla behovet for et kunnskapsløft som den mest effektive måten å fremme omstilling på, mens

entreprenørene, som ENTR1-4, understreket viktigheten av tidlig involvering i prosjektene for å skape et samspill mellom arkitekt, prosjekterende og utførende. Dette samspillet ble sett på som nøkkelen til å finne både økonomisk og miljøbærekraftige løsninger. ENTR4 og ENTR5 snakket om betydningen av å innføre ombruk på en gjennomførbar måte og starte med tiltak der det er mest praktisk. De ulike tilnærmingene fra å bruke lavhengende frukter til prefabrikasjon og modulbygg, som BH2 fremhevet, viser at det er mange veier til målet og forskjellig fokus innen sirkulær økonomi.

Denne variasjonen i strategier indikerer at forskjellige aktører oppfatter og prioriterer utfordringene forskjellig. Dette gjenspeiler ikke bare den brede rekkevidden av mulige løsninger som kan tas i bruk for å oppnå sirkulære mål, men også den kompleksiteten og mange hindringer som må adresseres. Det tyder på at det ikke er en universell tilnærming som passer for alle, og at hver aktør har egne prioriteringer gjennom en omstilling basert på sin unike situasjon og ressurser. Denne forståelsen er viktig for å erkjenne at bransjen fortsatt har et stykke igjen å gå for å fullt ut realisere potensialet til sirkulær økonomi, til tross for den betydelige fremgangen som allerede er oppnådd.

4.3 utfordringer for en omstilling

Når spurt om utfordringer knyttet til omstilling under intervjuene med entreprenørene kom det frem at trendene for å overkomme utfordringer knyttet til sirkulære praksiser var å overbevise byggherrer om at slike praksiser kunne være lønnsomme over tid. Entreprenøren fokuserte på å endre perspektivet mot inntjening i driftsfasen, for eksempel ved å øke isolasjons mengden, investere i fornybare energikilder og lignende tiltak. De nevnte også at de forsøkte å legge press på leverandører og avfallshåndteringsselskaper for å minske avfallet som blir skapt, og øke gjenvinningsgraden.

På den andre siden var trenden for byggherrene at implementering av sirkulære prinsipper tidlig i planleggingen var essensielt. De jobbet også aktivt for å øke fleksibiliteten i byggesøknadene og starte en holdningsendring hos kjøper, spesielt i forhold til prefabrikkerte elementer.

Et gjentakende tema var nødvendigheten av økonomisk bærekraft for at en omstilling skal lykkes. ENTR1 påpekte en utfordring ved omstillingen: «En hovedbarriere i dag er at de lineære forretningsmodellene fungerer ekstremt bra med tanke på effektivitet og prispressing.». Det viste til hvor godt etablerte og kostnadseffektive dagens praksis er, noe som kan gjøre det utfordrende å innføre nye, sirkulære modeller. ENTR2 og ENTR3 belyste økonomien i ombruk av materialer som en viktig problemstilling, og pekte på at selv om prisene på byggematerialer er stigende, er de ikke høye nok til at ombruk er konkurransedyktig. Det ble nevnt at uansett er prisene på nytt såpass lave at effektivitet prioriteres fremfor materialer, siden byggestopp blir så dyrt. BH1 gir et annet perspektiv ved å hevde «Gjenbruk er ofte ikke noe dyrere så lenge man planlegger for det i tidligfase, og at materialene er tilgjengelig.».

BH1 pekte på tilgang på materialer som en stor utfordring, belyst gjennom for å skaffe materialer fra riveklare bygg, krevde et personlig nettverk og ressurser, som åpenbart begrenset tilgjengeligheten og dermed bruken av ombrukte materialer i større skala, noe som igjen kunne gi lavere kostnader, og mente at en holdningsendring i bransjen var nødvendig: «Jeg tror holdningene kunne endret seg gjennom et kunnskapsløft». Det samme mente RÅD1, som fremhevet at en holdningsendring er nødvendig for en omstilling. RÅD1 presenterte hvor mye som faktisk må endres når eksempel nye leietakere flytter inn et kontor som et eksempel. RÅD1 støttet videre behovet for et marked som effektivt kunne omsette brukte varer, tilsvarende dagens byggevarerhus, og mente det burde vært en bedre form for sertifisering for å fremme mer ombruk.

ENTR1 nevnte flere barrierer som logistikk, plattform for deling, økonomi og regelverk knyttet til krav for ombrukte materialer. Det ble foreslått insentivordninger både for mottakende og donorbygg, samt at CO2 burde priset riktig for å stimulere til bærekraftige praksiser. ENTR2 støttet behovet for riktig prising av CO2, ved å legge til «drivkraften er ofte at du enten får noe tilbake eller at det koster.».

ENTR4 tok også opp dokumentasjonskravene for gjenbruk som en viktig hindring, spesielt for bærende konstruksjoner. Selv om TEK er endret, er det viktig med garantier: «Hvem skal garantere de ombrukte produktene? Eksempel ved takteking er jo det viktig». Det ble også lagt et fokus på at bransjen ikke nødvendigvis har kunnskapen akkurat nå for å bygge for demontering, og at det må lages gode metoder for å gjøre mulig og sikre demontering. Standardisering blir nevnt av de fleste som et hinder, uten et felles rammeverk for hvordan materialer skal klassifiseres, vurderes og sertifiseres, skaper en usikkerhet rundt produktene. Det fører til at prisen blir uforholdsmessig høy for materialet, og hindrer dermed bredere adopsjon i bransjen. For å fremme en mer bærekraftig og ressurseffektiv byggebransje, er det derfor viktig at det utvikles standarder som støtter sirkulære praksiser, som kan gjøre det lettere for alle aktører å navigere i et mer komplekst landskap av materialbruk. Egen ytelseserklæringen nevnes som en mulighet: «Arbeidskraften i Norge er jo så dyr, så jo mer håndtering ombrukbare materialer har, jo større blir prisgapet».

Når det gjaldt spørsmålet om finansiering av sirkulære tiltak, diskuterte ENTR2 og ENTR3 hvordan kostnadene skal fordeles. De uttrykte bekymring for at blir en miljøavgift lagt til, sannsynligvis ville blitt overført til kjøperen, noe som kunne være ugunstig for en folkets oppfatning av en omstilling. Det samme ble påpekt angående å øke kravene, ENTR2 sa «jo høyere krav som stilles, jo dyrere blir det å bygge. Vi ser jo nå med rentekostnader og annen prisstigning at en maksnivå nåes, økte standardkrav har hele tiden skapt dyrere bygg», BH2 støtter dette synspunktet og sa at når TEK10 og 17 ble innført, så økte byggekostnadene. I stedet argumenterte de for bruk av økonomisk insentiver som avgiftsreduksjoner og bonusordninger, noe som kunne gjøre det attraktivt for bedrifter å investere i sirkulære løsninger. ENTR3 påpeker at det finnes vilje i bransjen til å adoptere sirkulære praksiser,

men at den ofte hemmes av økonomiske barrierer: «Hvis vi kan se en økonomisk fordel for oss å gjennomføre det, det tror jeg absolutt ville trigget noe i bedriften». Det ble etterspurt spesielt økonomiske insentiver fra entreprenørene, siden det er i utførelse pengene brukes.

Det reflekteres, som nevnt, i intervjuene at et kunnskapsløft anses som viktig for næringen.

Utfordringene blir ytterligere forsterket av eksisterende holdninger og vaner i byggebransjen. Det favoriseres ofte nybygg over å forlenge levetiden til eksisterende bygg er tydelig fra intervjuene. Flere av intervjuobjektene påpeker at bygg fra 60-70 tallet er ofte ikke utført godt nok til at det å forlenge levetiden er mulig uten totalrehabilitering så omfattende at det er like greit å rive. Dette er ugunstig for forretningsmodeller som rehabilitering, men funn fra intervjuene tyder på at det er en holdningsendring knyttet til sambruksløsninger, eksempel med felles møterom på tvers av bedrifter lokalisert i samme bygg. Lave kostnader for råmaterialer og byggematerialer bidrar til en kultur som prioriterer effektivitet fremfor best mulig ressursbruk kommer frem av intervjuene. Alle intervjuobjektene er positive til eksempel krav om kursing knyttet til sirkulær økonomi, men da må kravene settes fra byggherre. Eksempel BH1 sa følgende etter spurt om kursing før prosjektstart, «Jeg syntes det var en veldig god ide, som 40t HMS-kurs, det er jo i planstadiet at mange av de viktige avgjørelsene tas så et kurs før det hadde nok ikke vært dumt». Utbyggere bruker ofte kjente materialer og byggemetoder, som BH2 sa «Ved å holde seg til tradisjonelle materialer og metoder gir det en forutsigbarhet for kostnad og tidsbruk under byggetid og forventet ytelse i drift», samtidig påpeker samme intervjuobjekt at en kunnskapsmessig omstilling ville skjedd fort hvis viljen var der. ENTR5 etterspør flere forbildeprosjekter: «Jeg tror flere forbildeprosjekter og kunnskapsdeling hadde senket skepsisen rundt konseptene». Det hindrer en omstilling til sirkulære materialer som er bedre egnet for reparasjon, demontering, gjenbruk og resirkulering enn dagens praksis.

Intervjuene avdekket en rekke utfordringer og strategier for å overkomme dem, knyttet til implementering av sirkulære praksiser i byggeprosjekter. For eksempel fokuserte entreprenørene på å endre byggherrers perspektiv mot langtidsøkonomiske gevinster ved å øke isolasjonen og investere i fornybare energikilder. De la også vekt på å legge press på leverandører og avfallshåndterere for å forbedre gjenvinningsgraden. Byggherrer på sin side så tidlig planlegging og fleksibilitet i design som nøkkel til å integrere sirkulære prinsipper effektivt. Sertifisering og standardisering ble nevnt som viktige områder for forbedring for å fjerne usikkerhet rundt ombrukte materialer. ENTR4 påpekte utfordringene med dokumentasjonskrav, spesielt for bærende konstruksjoner. Uten klare retningslinjer og garantier, støter bransjen på hindringer som holder tilbake bredere adopsjon av sirkulære praksiser.

Temaer som økonomiske insentiver, fordeling av kostnader, og behovet for politisk styring og ledelse ble også diskutert. Insentiver som avgiftsreduksjoner og bonusordninger ble foreslått som metoder for å gjøre det mer attraktivt for bedrifter å investere i sirkulære løsninger, med ENTR2 og ENTR3 som vektla hvordan finansielle forhold ofte avgjør om slike tiltak blir gjennomført.

Disse ulike perspektivene og tilnærmingene kan tyde på at det er mange veier til målet når det gjelder sirkulær økonomi i byggebransjen. Mangfoldet av strategier reflekterer at forskjellige aktører ser forskjellige problemer og muligheter, noe som kan vise at utfordringene er mange og at en ensartet løsning sannsynligvis ikke eksisterer. Det tyder på at en fleksibel og tilpasset tilnærming vil være nødvendig for å overvinne de varierte barrierene og oppnå en vellykket omstilling til mer bærekraftige og sirkulære byggepraksiser.

4.3.1 Umodent ettermarked

BH1 nevner at krav om ombruk kunne vært aktuelt for en omstilling, og at da ville et ettermarked vært kjapt oppe. Fra intervjuene kommer det frem at det er en god grunn til å ikke lovfeste for eksempel at 20% ombrukte byggevarer skal være brukt i nye bygg, siden transportetappene blir så lange hvis man skal bygge nytt mange steder at CO2 belastningen blir høy. Det nevnes også at tilbudet av ombrukte varer er for lite. Det er aktører på markedet for å håndtere ombrukbare materialer, men de er ikke skalert slik at de kan håndtere et større marked enda, kommer det frem av intervjuene. ENTR1 mener at man omtrent er i mål med den delen av teknologien, mens BH1 sa at de som driver med plattformer for håndtering av ombrukte byggevarer kanskje ikke er nok i bransjen til å virkelig forstå sentrale barrierer innad i bransjen, «Nå har ikke jeg brukt disse plattformene, men kan se for meg at hvis du liker å kode, så er det ikke gitt at du forstår utfordringen bransjen står ovenfor». Fra intervjuene er det tydelig at standardisering er essensielt for å få til ombruk av byggevarer. Det nevnes at TEK har endret seg, men det har bare flyttet ansvaret som nevnt i kapittel 2.14.3 Byggevareforskriften. Det etterspørres klare retningslinjer og standarder for kvalitet, sikkerhet og ytelse for brukte materialer, slik at potensielle kjøpere har tillit til produktet. Et kunnskapsløft rundt egenskaper til brukte materialer redusere kunne også usikkerhet og stimulere etterspørsel nevnes det.

Det kommer frem fra flere av intervjuene at de mener staten må gå foran og starte et marked som er oppskalert nok. Intervjuobjektene etterspør etablering av et marked, som Finn.no for bruktmaterialer for å formidle varene ut. En slik plattform kan gjøre det enklere for aktører i byggebransjen til å finne og bruke ombruksmaterialer, noe som igjen fører til større sirkularitet.

4.3.2 Manglende politisk kontinuitet

Det kommer tydelig frem i flere av intervjuene at manglende politisk kontinuitet er et hinder for omstilling. Det skyldes at politiske skifter kan føre til endringer i prioriteringer og strategier, ofte drevet av kortsiktige mål fremfor langsiktige visjoner om bærekraftig utvikling. For detaljerte reguleringsplaner ble nevnt under intervjuene som et hinder. Flere av intervjuobjektene etterspør mer fleksible søknader, eller insentiver som kortere behandlingstid. BH1 sa «Vi bygger jo i Oslo, og en

stor del av jobben er å få nok fleksibilitet i planene fra kommunen. Nå har vi for eksempel en diskusjon angående fargeveileder for et område, den setter jo en stopper for masse mulig gjenbruk i det prosjektet.». ENTR2 er enig i dette, og sa «Det er viktig at ingen utnytter det, men kanskje spesielt med fasader og fasadematerialer kunne det vært en større fleksibilitet istedenfor at det er låst 2-3 år før man starter».

For næringslivet kan det være krevende at politiske retningslinjer kan skifte ved hvert valg, og det blir vanskelig å investere både tid og ressurser i konsepter som kan endres hvert 4 år. Som BH2 nevner angående Offentlige-Privat-samarbeid (OPS-kontrakter): «Det har vi gjort en del av, og det fungerte kjempebra! Problemet er at du har en høyrestyrt kommune, som kjører på med OPS og du bruker 3 år på å bygge opp organisasjonen for å håndtere det, med drift osv. Så blir det valg og Arbeiderparti-ledet kommune. De sier at OPS, det driver vi ikke med. Og da det er utfordringen, altså rammebetingelsene for å satse på noe over varig tid er motstridende mot de samme myndighetene som ønsker at vi skal holde på med det.». De andre intervjuobjektene er også enige at man er avhengig av politisk kontinuitet for å vite hvilket nivå en skal ligge på. Et annet eksempel som nevnes er at 30% miljø skal vektlegges i offentlige anskaffelser. «Kan noen fortelle meg hvordan det skal gjøres?» spør både ENTR1 og ENTR2, ENTR3 viser til en situasjon dem hadde ved et skoleprosjekt, hvor kommunen mente 30% kravet kunne sløyfes som følge av BREEAM-sertifisering, «Hvordan skal vi forholde oss til det?». Derfor er det viktig med politisk kontinuitet for å sikre at byggebransjen kan utvikle og følge langsiktige strategier som er nødvendige for en bærekraftig utvikling. En stabil politisk ramme gir bedrifter og organisasjoner mulighet til å investere med tillit i innovative løsninger og infrastrukturer som kan være nødvendige for å møte fremtidens utfordringer.

4.4 Aktuelle forskriftsendringer

I intervjuene som ble gjennomført som en del av studien, ble det hyppig nevnt at de regelendringene som har funnet sted i byggebransjen de siste årene, ofte oppfattes som utilstrekkelige og mangler konkretisering. Mange av deltakerne uttrykte en følelse av at selv om endringer i regelverket har som mål å fremme bærekraft og miljøansvar, er de faktiske implementeringene ofte for vage og ikke ambisiøse nok til å møte de utfordringene bransjen står overfor. En gjenganger i intervjuene var at selv om det har vært en positiv utvikling med introduksjon av nye forskrifter som skal redusere miljøpåvirkningen fra byggeprosjekter, så savner bransjeaktørene strengere, mer målbare krav.

Det lovpålagte kravet om ombrukskartlegging ses av flere som et viktig skritt i riktig retning. Kravet markerer en endring hvor det ikke lenger er akseptabelt å ignorere mulighetene for ombruk. BH1 sa: «Jeg syntes jo det er fint at man ikke bare kan rive det ned uten å tenke noe over det, som tidligere». Selv om kravet anses som bra, er mange spent på om kravet faktisk vil øke graden av ombruk. Noen rapporter omtales som omfattende og inkluderer alle aktuelle byggematerialer, mens andre er

overfladiske og virker kun utført for å tilfredsstille minimumskrav. ENTR1 sa «Jeg kan lage en one-pager uten å engang ha vært på riveprosjektet, og det blir godkjent som ombrukskartlegging i henhold til dagens krav». Intervjuobjektene ønsker klarere retningslinjer for omfang og kvalitet på rapportene. Det er uttrykket bekymring for at ombrukskartlegging kan bli en «sovepute», hvor etter tiltaket er gjennomført så brukes det ikke mer. ENTR1 sa «Her kan man se til BREEAM for inspirasjon, hvor eksempel for å få BREEAM Excellent må man gjennomføre 10 av forslagene fra ombrukskartleggingen». ENTR4 nevner også at det blir samlet inn ufattelig mye data som følge av de nye kravene, som ikke brukes til noe. Det nevnes at dette burde vært offentlige innsamlet for å kunne brukes i datasett. ENTR1 nevner at en mulighet kunne vært å ombrukskartlegge 5 til 10 år før riving og gjennom en digital tvilling gitt byggherre oversikt over hva dem faktisk har, da hadde byggherre sluppet kostnadene av å drifte tvillingen i alle år.

En ytterligere regelendring er kravet om at nye bygg må designes for demontering. Kravet fremmer en sirkulær tankegang i design og utførelse av bygget. BH1 sa «Kravet er et steg i riktig retning, men alle de nye forskriftsendringene inneholder alltid en sikkerhetsventil som hindrer en reell omstilling. TEK'n sier noe i duen av innenfor en praktisk og økonomisk ramme, og ikke er det krav knyttet til hvordan man designer et bygg for demontering heller». BH2 sa også at lovendringen er fint, men ingen vet spesifikt hvordan man skal forholde seg til denne. ENTR1 drar også frem et mulig tilleggskrav kunne vært en demonteringsanvisning for bygget slik som Veidekke legger ved sine logistikkbygg. De andre intervjuobjektene stilte seg også positive til at det hadde kommet tilleggskrav for demonteringsanvisning, noe som ville økt bevisstheten rundt hvordan det skal demonteres og tas hensyn til i design.

En annen regelendring nevnt er kravet om klimagassregnskap. Kravet om klimagassregnskap i Norge har møtt kritikk for å være for lite ambisiøst. Kritikerne påpeker at det mangler eksplisitte grenseverdier for utslipp, noe som står i kontrast til Danmarks tilnærming. I Danmark regnes gjenbrukte byggematerialer som å ha null kg CO₂-utslipp i klimagassregnskapet, noe som har stimulert bruken av slike materialer nevnes det. ENTR1 fremhever at en kombinasjon av nullregnskap for gjenbrukte materialer og en pris på CO₂-utslipp kunne fremskyndet adopsjonen av ombruk i byggebransjen. ENTR4 støtter innføringen av faste grenser for CO₂-utslipp per kvadratmeter, slik det praktiseres i Danmark, og sa: «En grense på maks CO₂-utslipp per kvm, som i Danmark, tenker jeg er helt på sin plass.».

4.5 Etterspør insentiver

Fra intervjuene ble det tydelig at det er et ønske om flere og bedre insentiver for å fremme implementeringen av sirkulære prinsipper som ombruk, aktiv bruk av ombrukskartlegging og lignende. Intervjuobjektene stilte seg positive til et bonus-malus system, og det var bred enighet om at

et kombinert incentiv- og straffesystem kunne være effektivt. Generelt ble det ansett at incentivbaserte tilnærminger fungerer bedre enn straffebaserte. Dette synspunktet ble underbygget med eksempler på hvordan norske myndigheter har lyktes i å fremme elbiler, ved først å stimulere markedet gjennom økonomiske fordeler og deretter gradvis redusere disse subsidiene.

Eksempler på forslag til incentiver som ofte ble nevnt i intervjuene for å stimulere til økt bruk av sirkulære prinsipper var:

- Raskere behandling av byggesaker for prosjekter som inkluderer sirkulære prinsipper.
- Reduksjon eller fullstendig fjerning av gebyrer for byggesaksbehandling for slike prosjekter.
- Økt fleksibilitet i tolkningen av byggesøknader som inkluderer ombruksmaterialer.
- Redusert eller null moms på ombruk og reparasjon av materialer for å gjøre disse alternativene mer konkurransedyktige.
- Støtteordninger som dekker prisforskjellen mellom nye materialer og ombruksmaterialer.
- Endring av kostnadsstrukturen for riving av bygg, med spesielle økonomiske straffer hvis demontering for ombruk ikke gjennomføres.

Det ble også påpekt at disse fordelene bør kun tildeles når det er dokumentert at de sirkulære prinsippene faktisk er benyttet eller straffet hvis ikke benyttet av prosjektene. Videre påpekte flere intervjuobjekter bekymring at dokumentasjonskravene knyttet til incentiver som moms- og skattelettelser ikke må bli for strenge, det kunne det føre til at bransjeaktørene velger å fortsette med bruk av nye materialer og konvensjonelle byggemetoder, da dette ville være mindre byråkratisk og mer kostnadseffektivt.

Disse tilbakemeldingene illustrerer et klart behov for gjennomtenkte, godt strukturerte incentiver som ikke bare oppmuntrer til bruk av sirkulære prinsipper, men også sikrer at slike praksiser er praktisk gjennomførbare og økonomisk fordelaktige.

4.6 Teknologiske innovasjoner

Når spurt om teknologiske innovasjoner var det ingen tydelige teknologiske innovasjoner intervjuobjektene mente næringen trengte, men heller å øke bruken av eksisterende teknologi. Flere påpekte at ved økt bruk av eksisterende teknologi ville innovasjonen komme naturlig som igjen kunne hjelpet en omstilling til sirkulær økonomi. ENTR1, 4 og RÅD1 nevner spesielt digital tvilling som noe det burde økes bruken av. ENTR4 sa «Tenker at det hadde vært veldig bra. Ved å ha en modell som utvikles i byggeperioden, overleveres når bygget er ferdig som lever videre, med all informasjon. Kan brukes til å drifte, se hvordan det kan demonteres osv. At man bare kan trykke på en del og få opp all

informasjon, FDV-er, EPD-er osv. Jeg tenker sånne store byggherrer som for eksempel Statsbygg og Forsvarsbygg eksempel som forvalter mye bygningsmasse burde ha en egeninteresse i det for å lettere drifte bygningene. Men når det kommer til eks. boligkomplekser så er jeg litt usikker. Skoler, kommuner, stat osv. burde også kunne se fordelene for å identifisere det som en måte å effektivisere driften sin.»

Dette understreker at selv om det kan virke som om den teknologiske utviklingen innen byggebransjen er tilstrekkelig avansert, ligger utfordringen i å fullt ut utnytte potensialet disse teknologiene tilbyr. Økt fokus på å implementere og integrere teknologier som digital tvilling i vanlige operasjoner kan dermed være en nøkkel til ikke bare å forbedre effektiviteten, men også til å styrke bransjens evne til å tilpasse seg prinsippene i en sirkulær økonomi.

4.7 Hvordan måle sirkularitet

Fra intervjuene fremkom det at det ikke finnes en standardisert måte å måle suksess innenfor sirkulær økonomi i byggeprosjekter på. Dette ble tydelig da intervjuobjektene delte sine forskjellige syn på hvordan sirkularitet burde måles og vurderes. BH1 påpekte at selv om FutureBuilt har etablert noen kriterier for sirkulære bygg og områder, følte han ikke nødvendigvis at disse kriteriene var tilstrekkelige: «Jeg ville tenkt mer på materialstrømmen, LCA-analyse og lignende. For eksempel også ha et visst krav om andelen ombrukte materialer, samt materialer som er ombrukbare. Det burde også være kriterier for hvordan bygget opererer, som sambruk, fellesløsninger og lignende. Energibruken er jo også en indirekte del av dette, sammen med massehåndtering for å minimere massetransport.». BH1 fremhevet også betydningen av å integrere fornybar energi, produkter som tjenester, og bygging av fleksible bygg som kan vare lengre.

Andre intervjuobjekter var mer kritiske til ideen om krav til bruk av ombrukte materialer, og påpekte viktigheten av at transportetappene for materialene ikke blir så lange at det blir mer miljøskadelig enn å bruke nye materialer. RÅD1 nevnte at grønnere energiløsninger har blitt mer aktuelle etter den store økningen i strømpriser, noe som tidligere ofte ikke kunne regnes som lønnsomt.

ENTR1 mente at suksess burde måles basert på vekten av sirkulære produkter, spesielt fordi de tyngre bygningselementene ofte inneholder mest utslipp. RÅD1 la vekt på tilpasningsdyktighet og bruk av digitale tvillinger for å optimalisere driften av bygg. ENTR4 refererte til FutureBuilt sin indeks for gjenbruk, mens ENTR5 fokuserte på demonterbarhet og fleksibilitet. ENTR2 argumenterte for at suksess kunne måles gjennom ressursoptimalisering, som avfallsmengder produsert, og ENTR3 vektla energibruk, spesielt under bygging. BH2 var enig i at tilpasningsdyktighet ville være den beste måten å måle sirkularitet på, siden det ville tillate byggene å være funksjonelle over lengre tid.

Disse funnene tyder på at det er et bredt spekter av meninger om hvordan sirkularitet best kan måles og implementeres i byggebransjen. Mens det finnes ulike verktøy og tilnærminger, fremheves FutureBuilt sin indeks som det nærmeste man kommer en sirkularitetsindeks for bygg på dagens marked. Mangelen av standardiserte målemetoder og indikatorer for sirkularitet i byggeprosjekter underbygger behovet for en mer enhetlig og helhetlig tilnærming til temaet i bransjen og tyder på et behov for å bli målt.

5 Diskusjon

I diskusjonskapittelet vil vi følge strukturen fra funn-kapittelet for å diskutere de innsamlede dataene. Gjennom denne diskusjonen vil forskningsspørsmålene besvares og reflektere over betydningen av funnene. Avslutningsvis vil det presenteres et utviklet rammeverk som er designet for å måle sirkularitet i byggeprosjekter, noe som bidrar til å skape en standard å forholde seg til.

5.1 Sirkulær økonomi i Norge

Norge er kjent for høy levestandard, omfattende velferdstjenester og en sterk tradisjon for miljøvern, men når det kommer til sirkulær økonomi, står Norge overfor flere utfordringer som hindrer ambisjonsmålet om å være et foregangsland. Sirkulær økonomi fokuserer på reduksjon, gjenbruk og resirkulering for å minimere avfall og maksimere ressursutnyttelse. Overgangen fra en lineær økonomisk modell, med bruk og kast, til en sirkulær som er mer kompleks og krevende. Norges velferd er drevet av olje- og gassindustrien, noe som kan anses som et hinder for en omstilling.

Videre kan det tenkes at Norge, som et land med rik tilgang på naturressurser som olje, gass, vann, tømmer og mer, ikke hatt et likt press for å utvikle effektive resirkulerings- og gjenbruksstrategier. Ikke minst som følge av levestandarden har fokuset gått fra reparasjon til kast og kjøp nytt. Selv om det har vært en økende bevissthet rundt miljøutfordringer og bærekraftig utvikling, har ikke dette nødvendigvis resultert i omfattende endringer i produksjons- eller forbrukermønstre som reflekterer sirkulær økonomisk tenkning.

Utdanning og bevisstgjøring spiller en viktig rolle i en omstilling. Norge har en av den største andelen klimafornektende i EU (Delebeek & Flem, 2023), noe som kan være en påvirkende faktor for lavere oppslutning for investeringer i mer bærekraftige prosjekter. Ved å integrere prinsippene for sirkulær økonomi i utdanningssystemene, kan Norge skape en generasjon som ikke bare er bevisst på miljøutfordringene, men også har kunnskap og ferdigheter til å bidra til løsninger. Videre kan offentlige informasjonskampanjer og samarbeid med næringslivet bidra til å øke forståelsen og aksepten for sirkulære tjenester og produkter til et bredere publikum. Det kan skape et marked for sirkulære varer og tjenester, som igjen kan drive innovasjon og bærekraftig vekst i næringslivet. Det kan hjelpe skape et marked for sirkulære varer og tjenester. Det kan være gunstig å se til land som Nederland for inspirasjon, og involvere seg i flere internasjonale samarbeid hvor en ser hva som faktisk fungerer for å få til en omstilling.

Til tross for disse utfordringene, har Norge potensialet til å bli et foregangsland innen sirkulær økonomi gjennom å utnytte sin teknologiske innovasjonsevne og sterke offentlige finanser. Ved å investere i forskning og utvikling av nye materialer, design for gjenbruk, og teknologi for materialgjenvinning, kan Norge redusere sin ressursbruk og miljøfotavtrykk. Offentlige politikk og

insentiver som fremmer sirkulær økonomi, sammen med et sterkt samarbeid mellom myndigheter, næringsliv og sivilsamfunn, er avgjørende for å overkomme de eksisterende barrierene og for å realisere visjonen om et mer bærekraftig samfunn.

5.2 Sirkulær økonomi er komplekst

Det finnes som nevnt ingen universal måleverktøy for sirkularitet i byggeprosjekter i dag. Fra intervjuene blir FutureBuilt sin fremhevet som den mest dagsaktuelle på dagens marked. En av årsakene til denne utfordringen er mangelen på en standardisert metode eller enhetlig rammeverk for å kvantifisere sirkularitet. At utviklingen med standarden knyttet til å definere hva sirkulær økonomi er har blitt utsatt to år (Gundersen, 2022; Standard Norge, 2023) kan tyde på at arbeidet er vanskelig. Begrepet er vidt og derfor vanskelig å konkretisere kommer det frem av intervjuene.

Byggeprosjekter er ofte unike med hensyn til design, lokasjon, materialbruk og konstruksjonsteknikk påpekes det i intervjuene og litteraturen (Ære Strategic Innovation, 2020). Det betyr at hver bygning ville hatt forskjellige behov eller krav, og en metode som fungerer for et boligprosjekt kan være irrelevant for offentlige bygg. Mangfoldet gjør det vanskelig å sammenligne sirkulariteten mellom ulike prosjekter, eller å etablere en bransjestandard for måling av sirkulære praksiser. Dette understreker utfordringene med å standardisere praksiser på tvers av ulike prosjekter og aktører, og peker på et behov for en klarere definisjon og retningslinjer som kan støtte en mer enhetlig tilnærming til sirkularitet i byggebransjen.

Teknologiske begrensninger gjør det også vanskelig å måle sirkularitet i dag. For å kunne nøyaktig vurdere hvor sirkulært et byggeprosjekt, vil det kreve data om utvinning, bearbeiding og gjenvinnbarheten av hvert enkelt materiale som brukes i prosjekt. Mangfoldet av materialene brukt er stort, men det har man systemer for å håndtere. Problemet er at det er vanskelig å si med dagens datasett hva som er gjenvinnbarheten for mange av materialene, siden bransjen ikke har god nok erfaring med ombrukspotensialet til mange materialer (Deloitte, 2022b).

Mangelen på insentiver som belønner sirkularitet er en faktor som hindrer utviklingen av sirkulær økonomi i byggebransjen. Så lenge det er økonomisk gunstig å bygge på den tradisjonelle, lineære måten er det få grunner til å ta økonomisk dyrere grep ved å eksempel bruke gjenbrukte byggevarer (Hauge et al., 2023). Uten økonomiske eller regulatoriske insentiver for å prioritere sirkularitet, er det liten motivasjon for byggeindustrien å utvikle, implementere, og forbedre måling av sirkulære praksiser. Dette gjenspeiler et bredere behov for politiske endringer som kan støtte en overgang til sirkulær økonomi i byggebransjen.

5.3 For lite konkrete tiltak

Myndighetene har gått foran og endret regelverk for å stimulere til en større omstilling. Gjennom å endre regelverket signaliserer myndigheter ikke bare en vilje til å lede en omstilling, men også en forpliktelse til å skape mer bærekraftige praksiser. Det setter en viktig forutsetning for hvordan regelverk kan tilpasses for å møte miljøutfordringene vi står overfor, og det er avgjørende at regelverket tilpasses over tid for å sikre langsiktig positiv innvirkning. Dessverre er regelendringene gjort ansett som for vage (Maitre-Ekern, 2021), men dette er noe som kan antas bygges opp over tid, og vil derfor bli strengere og mer konkret.

Innføringen av høyere deponiavgift er i tråd med regjeringens mål om å følge avfallspyramiden (Regjeringen, 2021c), og representerer et godt tiltak for å oppmuntre til mer gjenbruk og minske avhengigheten av deponiløsninger. Tiltaket kan anses som strategisk riktig for en overgang til sirkulær økonomi ved at det adresserer behovet for å redusere avfallsproduksjon og fremmer en mer sirkulær tilnærming til avfallshåndtering.

Utfordringen knyttet til avfallssortering og det økte kravet, er at vektkriteriet fremfor volum avdekker en svakhet i det nåværende systemet påpekes både i litteraturen (Hauge et al., 2023) og intervjuene. Problemet understreker et hull i dagens regelverk, som kan motvirke målet om en mer rettferdig avfallshåndtering. Spesielt i forbindelse med riveprosjekter slår dagens regelverk feil ut, ved at så lenge betongen eller grunnmur sorteres riktig kan resten gå i restavfall samtidig som en fortsatt klarer kravet. Det illustrerer et behov for en mer nyansert tilnærming til kravene om avfallssortering.

Vektleggingen av miljø i offentlige anskaffelser reflekterer en positiv trend mot å prioritere bærekraftige og miljøvennlige løsninger i offentlig sektor. At staten går foran for å vise vei, anses som kritisk for å få til en omstilling kommer frem av intervjuene, i midlertidig belyser mangelen på klare retningslinjer for hvordan dette skal implementeres som en betydelig utfordring. Det skaper usikkerhet og potensiell inkonsekvens for hvordan miljøaspekter vurderes i anskaffelsesprosesser når innkjøper må vise skjønn ved hver anskaffelse (DFØ, 2023). Det ble trukket frem under et intervju at en kommune mente de kunne sløyfe kravet, siden bygget skulle ha BREEAM-sertifisering. Det trekker frem en annen problemstilling, hvordan skal miljø vektlegges når anbudet allerede har sterke miljøkrav? For å maksimere potensialet til dette tiltaket, må det utvikles og implementeres tydelige, detaljerte kriterier og veiledere til innkjøpere. Dette vil ikke bare sikre en mer konsekvent tilnærming på tvers av offentlig sektor, men også gi leverandører et klarer bilde av hva som forventes, som kan fremme innovasjon og større bærekraft i leverandørkjeden.

Endringen i byggevareforskriften er et skritt i riktig retning for å fremme ombruk av byggematerialer. Ansvar flyttes fra selger til kjøper (DiBK, u.d.), derfor er det vanskelig å se hva endringen kan føre til uten etablering av systemer og infrastruktur for å støtte ombruk, som aktører for mottak, resertifisering og tilgjengelighet av ombrukte materialer. En løsning kunne vært å selge ombrukte

byggevarer i byggevarehus, som kunne eksponert varen for et større publikum. Intervjuobjektene etterspør en plattform som har alt til salgs, et slags Finn.no for materialer. Litteraturen påpeker at man uansett må til forskjellige aktører i dag, og derfor at det ikke nødvendigvis er mulig å få alt på et sted (Hauge et al., 2023). Det er avgjørende at det legges til rette for en enklere, og mer kostnadseffektiv bruk av ombrukte materialer, for å overvinne barrierer knyttet til kostnad, tilgjengelighet og risiko. En utbygger kjøper ikke materialer for flere millioner uten en garanti for ytelsen, og en entreprenør har fokus på at tid er penger, derfor blir ombrukte materialer valgt bort når valg tas under byggefase siden nye materialer både er tilgjengelige og har garanti.

Unntaket fra tekniske krav ved rehabilitering av eksisterende bygg er et riktig tiltak for å muliggjøre bærekraftig forvaltning av bygningsmasse. Den største fordelen for miljøet får en av å kunne bevare bygningsmasse, i tråd med prinsippet «bruke lenger». Unntaket fra regelverket gir en fleksibilitet som er nødvendig for balansere kostnaden ved rehabilitering, samtidig som den er i tråd med den nasjonale strategien som fremhever energieffektivisering av eksisterende bygg (Regjeringen, 2021c). Ved å tillate unntak, anerkjenner regelverket realiteten og utfordringene i arbeidet med eksisterende bygg. Det er viktig at kommunene er konsekvente ved bruk av unntaket, for å skape en forutsigbarhet for byggherre. Om dette gjør rehabilitering mer aktuelt gjenstår å se, men det er et steg i riktig retning.

Kravet om ombrukskartlegging er et skritt mot å integrere sirkulær økonomi i byggebransjen. Ved å bevisstgjøre om verdien av eksisterende materialer, legger det grunnlag for en mer ressursbevisst tilnærming til riving og rehabilitering ved at verdien som rives blir belyst. Likevel, når ombrukskartlegging kan utføres uten å være på riveplassen tyder det at det trengs strengere krav. Uten strengere krav og retningslinjer for å sikre grundige og nyttige rapporter, risikeres det at kravet blir en sovepute som ikke lever opp til sitt fulle potensial. Publisering av ombrukskartlegginger kunne vært nyttig som et verktøy for økt transparens, og stimulert til en markeds plass ved at markedet får en forventning til hva som kommer. Det kunne også vært skapt en markeds plass hvor aktører byr på materialene som skal rives, noe som ville skapt et insentiv for omfattende rapporter hvis byggherre ser muligheter for å tjene penger på det.

Endringen om at bygg skal designes for demontering er et lovende skritt mot å legge til rette for ombruk og resirkulering av byggematerialer. Likevel mangler det konkrete definisjoner og retningslinjer for hva det betyr, derfor er det utfordringer knyttet til hvordan implementere prinsippet effektivt. TEK fungerer igjen som en sikkerhetsventil med at det skal være innenfor en praktisk og økonomisk ramme. Et tilleggskrav som kunne fungert hadde vært et krav om demonteringsanvisning for bygget som kom frem under intervjuene. Det kunne hjulpet med å standardisere praksisen, og sikre at bygninger faktisk blir konstruert med tanke på fremtidig demontering. Erfaring ville også vist hva som fungerer og ikke fremover i tid. En tilnærming om at bygg skal kunne demonteres vil være viktig

for å realisere de langsiktige fordelene med sirkulær økonomi i byggebransjen, men da må kravene være strenge nok.

Innføringen av kravet om klimagassregnskap er et avgjørende skritt for å vise den miljømessige påvirkningen til byggeprosjekter. Ved å kreve beregninger på klimagassutslipp, oppfordres utbyggere til å vurdere miljøpåvirkningen av materialvalgene sine grundig. Kravet er svar til kunnskapsgrunnlaget til den nasjonale strategien, som påpekte at mangelfull bruk av LCA-analyser er en kritiske barriere for omstilling (Deloitte, 2020a). Analysen vil vise hvordan andre materialvalg kan påvirke totalutslippet til et bygg, og kravet kan ses på som et viktig verktøy for å fremme en mer bærekraftig praksis innenfor materialvalg. Hvis Norge følger Danmark, hvor ombrukte materialer regnes som null i CO₂-utslipp, er det viktig å sette krav knyttet til transportetappene for å sikre at systemet ikke blir utnyttet. Kritikkk til LCA-analyser er at tidshorisonten i praksis i dag kan anses litt for kort for prinsippet om «bruk-lenger», og derfor slå uheldig ut for bygg bygget for å stå lenge. For å maksimere effekten av dette tiltaket, er det imidlertid viktig at det følges opp med tilstrekkelig støtte og veiledning for industrien, fremover burde det settes krav til utslipp, slik at kravet blir mer enn bare ytterligere en dokumentasjonsbyrde.

Selv om de diskuterte tiltakene representerer viktige steg i riktig retning mot en mer bærekraftig og sirkulær byggebransje, er det tydelig at de ikke er tilstrekkelig i seg selv. Mange av regelendringene lider av mangel på konkretisering, og kan derfor være enkle å unngå eller gjennomføre uten en helhet. Intensjonen er god, og det kan tenkes at regelverket blir strengere over tid. For å adressere problemene kreves det detaljerte retningslinjer og krav som kan sikre at de bærekraftige praksisene faktisk blir implementert. Bare gjennom en holistisk tilnærming kan en få til endringen som er nødvendig for å møte dagens miljøutfordringer på en måte som er god nok.

5.4 Økonomi i en omstilling

5.4.1 utfordringer knyttet til finansiering

Finanssektoren spiller en sentral rolle i omstillingen mot bærekraftige og sirkulære forretningsmodeller i byggenæringen, og samfunnet generelt som ikke skal undervurderes. Det er klart fra litteraturen at for å realisere potensialet som sirkulær økonomi tilbyr, kreves det en endring i hvordan finanssektoren vurderer og finansierer prosjekter. Lineære risikoer, som ressursknapphet, representerer en stor trussel mot tradisjonelle forretningsmodeller. En overgang til sirkulære forretningsmodeller kan ikke bare redusere den lineære risikoen, men også åpne opp nye økonomiske muligheter. Det kan skape mer robuste og motstandsdyktige forretningsmodeller (Finansforbundet & Circle Norway, 2022). For eksempel kan bedrifter som baseres på sirkulære prinsipper redusere avhengigheten av et ustabilt råvaremarked gjennom gjenbruk, noe som kan redusere kostnader ved store prisstigninger. Finansieringsmodeller og risikovurderinger i finanssektoren er ikke godt nok

tilrettelagt for å ta høyde for sirkulære økonomiske forretningsmodeller, som gir lengre kontantstrømmer og reduserte livsløpskostnader (Finansforbundet & Circle Norway, 2022; Ære Strategic Innovation, 2020). Den tradisjonelle modellen, som hovedsakelig fokuserer på rask avkastning kan anses til å undervurdere langvarige fordeler og kontantstrømmer. Finansiering over lengre perioder, kan vurderes som en større risiko for utlåner, men finansiering kan også anses som gunstig for utlåner i forhold til renteinntekter. En sirkulær forretningsmodell kan være mindre utsatt for eksempelvis prisvolatilitet på ressurser, og med det gi lavere kostnader. Et mer bærekraftig prosjekt kan kvalifisere for grønn finansiering som kunne dempet et rentepress. Den tradisjonelle modellen er derfor utilstrekkelig for sirkulære initiativer. Det kan argumenteres for at ved å investere i sirkulære forretningsmodeller, kan utlåner redusere eksponeringen mot lineære risikoer og samtidig åpne opp for investeringsmuligheter som kan gi økt lønnsomhet over tid. Diskusjonen bør fokusere på hvordan finanssektoren kan utvikle rammeverk som anerkjenner og belønner de langsiktige miljømessige og økonomiske fordelene med sirkulær økonomi, en må ta større hensyn til den tredelte bunnlinje.

5.4.2 Regelverk

Dagens regelverk for regnskap, skatt og avgifter kom frem under funn som en betydelig barriere for overgangen til sirkulær økonomi. Den nasjonale diskusjonen burde utforske spesifikke områder hvor regelverket slår uheldig ut, og foreslå målrettede endringer som kan støtte og fremme sirkulære forretningsmodeller kommer frem fra intervjuene og litteraturen (Deloitte, 2020a; Deloitte, 2022a; Regjeringen, 2021c). Det er avgjørende å vurdere hvordan regelverket kan endres til å reflektere den reelle verdien av sirkulære praksiser. Eksempler på dette kan være skatteletter/insentiver for selskaper som reduserer avfall, bruker resirkulerte materialer, fjerne moms på reparasjon og lignende. Hvis regelverket skal støtte den tredelte bunnlinje må avgiftene følge den miljømessige- og samfunnsmessige kostnaden, eksempel burde CO₂ få en pris slik at sirkulære forretningsmodeller hadde blitt gunstigere og miljøutslippene hadde blitt prislagt riktig med tanke på miljø- og samfunnskostnader.

Både fra litteraturen og intervjuene blir det etterspurt regulativer og økonomiske tiltak som kan jobbe mot disse barrierene. Endring i byggevareforskriften og TEK-krav kan være startpunkter, men det er tydelig at ytterligere økonomiske insentiver kan være nødvendige. Intervjuobjektene og litteraturen foreslår en rekke løsninger som CO₂-avgift, avgiftsreduksjon, bonusordninger, subsidier, skattefordeler som nevnt (Deloitte, 2020b; Hauge et al., 2023). Disse kunne hatt mulighet for å endre kostnadsdynamikken for sirkulære prinsipper i bransjen, men det er viktig at bransjen ikke blir avhengig av staten for å overleve. Hvis staten legger til rette for subsidier, må det gjennomføres på en måte hvor staten trekker fordelene når næringen er oppe og står på egenhånd. Her kan paralleller

trekkes til elbilfordelene i Norge, som gradvis senkes, som nevnt i intervjuene. Utfordringene hvis kostnadene økes som følge av implementering av sirkulære løsninger, er hvem som skal bære kostnadene. Det kommer frem fra intervjuene at det allerede er vanskelig å fordele kostnader mellom byggherre og entreprenør riktig, og en miljøavgift eller lignende ville fort blitt videreført fra entreprenør til byggherre, og fra byggherre til kjøper. Derfor etterspørres det heller insentiver, pisk og gulrot. Det er tydelig fra intervjuene at det finnes vilje i bransjen, men det må være en grunn for aktørene å gjennomføre det. Hvis prisen på produkter og tjenester hadde reflektert kostnaden for klima og miljø er det sannsynlig at markedet hadde prisregulert seg selv. Dette indikerer at en veloverveid implementering av økonomiske gulrøtter kan være nøkkelen til å overvinne de økonomiske hindringene og dermed akselerere overgangen til en sirkulær økonomi i byggenæringen.

5.4.3 Lave råvarepriser og høy kostnad på arbeidskraft

De lave kostnadene for nye materialer, som ikke reflekter den samfunnsøkonomiske kostnaden eksempelvis av miljøskader og ressursforbruk, sammen med høye arbeidskostnader i Norge, gir en stor preferanse for tradisjonelle materialer og metoder (Regjeringen, 2021c), som kan være mindre egnet for sirkulære prosesser som reparasjon og resirkulering. Det er interessant å observere hvordan perspektivene på kostnader ved gjenbruk varierer blant intervjuene. Mens noen ser på gjenbrukt som kostbart, påpeker andre at tidlig planlegging for det, og tidlig involvering av entreprenøren kan medføre kostnadseffektive og bærekraftige løsninger. Det kan tyde på at egne holdninger og meninger reflekteres i hvordan en anser kostnaden på gjenbruk. Videre kan det tyde på et kunnskapsløft for å se de mulige langsiktige økonomiske og miljømessige fordeler ved gjenbruk, kan være nødvendig.

5.4.4 Dokumentavgiften

Dokumentavgiften belyser en motsetning mellom økonomiske insentiver og miljømessige målsetninger. Dokumentavgiften, som pålegges ved videresalg av eiendom basert på deres markedsverdi, kan anses som en økonomisk straff for aktører som ønsker å investere i og forbedre eksisterende bygningsmasse siden nybygg er fritatt. Det kan tenkes å være en avgjørende faktor for utbyggere, hvor den økonomiske gevinsten ved riving og nybygg veier tyngre enn miljøhensyn. Denne praksisen står i direkte kontrast til sirkulære prinsipper som bruk lenger, og et fokus på å forlenge levetiden til bygninger, redusere avfall og fremme en bærekraftig bruk av ressurser.

Betydningen av å bevare har også bredere sosiale og miljømessige konsekvenser. Rehabilitering av bygg, som i tråd med sirkulære prinsipper, kan være en viktig bidragsyter til å redusere utslippsmengden fra byggenæringen, som er en betydelig kilde for globale klimautslipp. Kanskje det som monner mest som bransjen kan gjøre i dag er å bevare bygningsmasse, spesielt den tunge. Videre

kan oppgradering av eksisterende bygningsmasse bevare kulturelle og historiske verdier i bymiljøer, lokalsamfunn og lignende, noe som ikke nødvendigvis er så lett å oppnå med nybygg. Arkitekturen har også en verdi og ved større fokus på den tredelte bunnlinje hadde vektingen kanskje vært annerledes. Dermed reiser denne praksisen spørsmål om hvordan økonomiske insentiver kan være i tråd med, eller i konflikt med overordnede samfunns mål. Tilpasninger av dokumentavgiften kunne eksempel vært at rehabiliterte bygg var unntatt, noe som ville gjort det gunstigere for byggherrer å vurdere det som et alternativ.

5.4.5 Potensielle arbeidsplasser og verdiskapning av en omstilling

Studien utført av Sintef om overgangen til en sirkulær økonomi, viser en betydelig mulighet for verdiskapning og sysselsetting (Nørstebø et al., 2020). Overgangen representerer ikke bare miljømessige nødvendigheter, men også en økonomisk mulighet, hvor studien estimerer 20 000 nye arbeidsplasser og en verdiskapning på 15 milliarder i Norge. Studien fremhever derfor en viktig del av sirkulær økonomi, at økonomisk vekst kan oppnås gjennom bærekraftig praksiser. Ved 20% gjenbruk i nybygg ville det blitt skapt 4900 arbeidsplasser. Et element som ble belyst fra intervjuene er at lovpålagt gjenbruk kan virke mot sin hensikt, siden Norge er et langstrakt land, og tilgangen på gjenbrukte materialer vil derfor være variabelt. Lange transprotetapper kan virke mot sin hensikt ved å øke CO₂-utslippene, selv ved ombruk av materialer. Det kan tenkes at ved et oppegående marked for ombrukte materialer, så kunne det fungert i deler av landet. Derfor kan det være et behov for regionaliserte strategier, som minimerer transportbehovet, og som kan fremme lokal ombruk.

Studiens fokus på nødvendigheten av samarbeid på tvers myndigheter, næringsliv og forbrukere tyder på en omfattende omstillingsprosess. Både studien, litteraturen og funn fra intervjuene vektlegger samarbeid på tvers av verdikjeden og viser at for suksess i overgangen til sirkulær økonomi krever mer enn bare teknologiske innovasjon, et kunnskapsløft er også nødvendig (Deloitte, 2020a; Deloitte, 2022b; Finansforbundet & Circle Norway, 2022; Nørstebø et al., 2020; Regjeringen, 2021c). Det krever også en kulturell og organisatorisk endring, hvor kunnskapsdeling og samarbeid står i fokus. Utfordringen ligger i å skape insentiver som motiver ulike aktører til å investere i slike endringer.

Når det gjelder spesifikke tiltak innenfor byggenæringen, illustrerer studiets funn hvordan implementering av sirkulære praksiser, som gjenbruk av materialer, kan ha betydelig økonomisk gevinst og sysselsetting. Den delen av studien fremhever hvordan sirkulære praksiser kan ha potensial i å omforme en av de mest ressursbrukenes næringer til en mer bærekraftig praksis. Samtidig kan det stilles spørsmål om tiltakene kan skaleres opp i stor nok grad til å dekke behovet som kommer ved en omstilling. Funn fra studiet og intervjuene viser også at det er et behov for standardisering, noe som kan åpne for en diskusjon om hvordan slike standarder bør utformes. ISO-standardene har blitt utsatt, tar lang tid å utforme og det kan potensielt ta for lang tid fra behovet viser seg til standardene kommer.

Det kan være viktig å balansere behovet for fleksibilitet i innovasjonsprosesser med behovet for klare retningslinjer som standarder tilbyr. Effektiv standardisering kan derfor fungere som en katalysator for omstilling ved å bidra til en felles forståelsesramme.

Studiens funn og funn fra intervjuene indikerer derfor at en omstilling til sirkulær økonomi ikke bare er mulig, men også potensielt lønnsomt for Norge. utfordringene belyst, som behovet for samarbeid på tvers av aktører og sektorer, kompetanseheving, og standardisering, er omfattende og krever en koordinert innsats på tvers av aktører og sektorer. Det kan derfor anses som kritisk at utfordringene blir adressert gjennom inkluderende dialog og samarbeid for å realisere potensialet av en omstilling.

5.5 Barrierer for en omstilling

5.5.1 Kunnskapsmangel

Som nevnt tidligere kan kunnskapsmangel ses på som en barriere for omstilling. Mangel på forståelse og innsikt i sirkulære prinsipper, modeller og lignende er fremhevet som en betydelig utfordring (Deloitte, 2020a; Deloitte, 2022b; Regjeringen, 2021c). Dette kan delvis forklares ved at sirkulær økonomi, selv om prinsippet er gammelt, er fortsatt relativt nytt i mange sektorer, inkludert byggebransjen. Det kan tenkes at det fører til en treghet i adopsjonen, ettersom bransjen anses som konservativ og treg til å omfavne nye praksiser. Ansvarer kan tenkes å ligge hos byggherre, som å kreve kursing eller større bruk av sirkulære prinsipper som ville hevet kunnskapsnivået. Samtidig indikerer intervjuene på en begynnende holdningsendring, spesielt med hensyn til sambruksløsninger og rehabilitering, som er positive signaler mot en mer bærekraftig praksis. Det belyses også at mye er det som er bygget for 40-50 år siden ikke holder dagens krav, spesielt med tanke på betong, som gjør at jobben for å bevare noen bygg blir betydelig større enn ved riving.

Videre er det påpekt at det er en mangel på data som belyser de miljømessige fordelene ved å benytte sirkulære innsatsfaktorer korrekt (Deloitte, 2020b). Det kan anses å hindre en bredere aksept av sirkulære metoder, siden beslutningstakere kan være nølende til å investere i strategier med usikker økonomisk og miljømessig retur. Dette understreker et behov for mer forskning sammen med bedre databasert beslutningsstøtte for å fremme sirkulære initiativer.

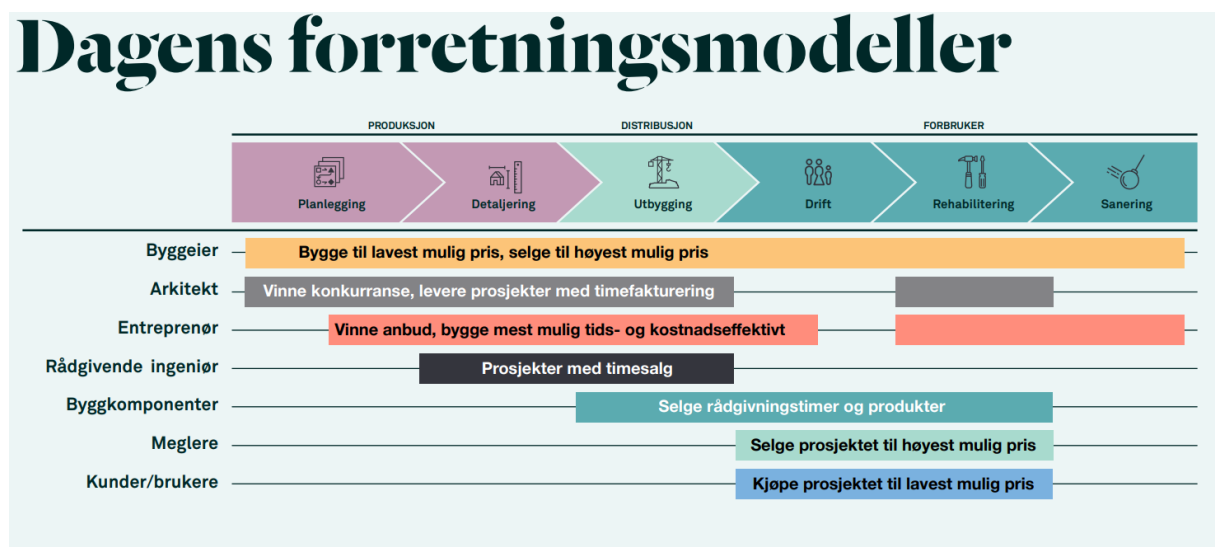
Utfordringer ved mangel på kunnskap strekker seg også til praktiske forhold knyttet til vedlikehold og reparasjon. Fra litteraturen kommer det frem at nødvendig informasjon ikke nødvendigvis blir overlevert (Deloitte, 2022b). Det kan skape en flaskehals for effektivt vedlikehold, noe som kan begrense levetiden til bygninger, som ellers kunne vært oppgradert eller reparert mer økonomisk lønnsomt. Det kan tyde på et behov for bedre kommunikasjon og dokumentasjonspraksiser i bransjen, et eksempel kan være å ha FDV-dokumentasjon i skyen, slik at det ikke forsvinner i en papirhaug mellom eiertransaksjoner. Det kan også vise et behov for større bruk av digital tvilling og Internet of

Things, gjennom større bruk av sensorer og digitale tvillinger for predikativt vedlikehold. Funnene viser at det er en voksende bevissthet og interesse for sirkulær økonomi, men at det kreves et kunnskapsløft og holdningsendringer for å overvinne en av barrierene for en omstilling.

5.5.2 Oppdelte verdikjeder

Fragmentering på verdikjedene i byggebransjen er en utfordring for omstilling, noe som kommer frem av mengden underleverandører og det komplekse nettverket det skaper. Større nettverk skaper økte transaksjonskostnader og ineffektivitet (Ære Strategic Innovation, 2020). I en bransje som tradisjonelt har fulgte den lineære «bruk og kast»-modellen, forsterker disse faktorene en barriere mot overgang til mer bærekraftige praksiser.

Fragmenteringen kan resultere i betydelige koordineringsutfordringer, fra intervjuene ble det fremhevet at de prøver å legge press på leverandører for å få ned avfallsmengden. Byggeprosjekter, som ofte involverer flere leverandører og underleverandører, som vist i Figur 11, gjør det vanskeligere å organisere en felles innsats for avfallsreduksjon, gjenbruk, demonteringsvennlig design og flere sirkulære prinsipper. Den varierte kompetansen, motivasjonen og målsettingen blant de forskjellige aktørene gjør koordineringsjobben enda mer utfordrende. Forskjellene kan bli spesielt tydelige når man vurderer de ulike økonomiske modellene som benyttes, fra fastpris til timebetaling, som gir egen insentiver for aktørene.



Figur 11 - Illustrasjon av typisk forretningsmodell for et byggeprosjekt i dag (Ære Strategic Innovation, 2020)

For eksempel vil at fastprisprosjekt motivere til tidsbesparelser som direkte øker profittmarginer, mens timebetaling kan oppfordre til større kvalitet, siden inntekten øker med antall arbeidstimer som investeres i prosjektet. Fastpris gir også en forutsigbarhet for prosjektet, noe som er viktig i en bransje med lave profittmarginer, som byggebransjen. Samtidig er det arbeid aktører ikke vil utføre på fastpris, eksempel hvis arbeidet er komplekst og nytt, eller noe som innebærer bruk av nye materialer som aktøren ikke er kjent med. De økonomiske insentivene kan føre til konflikt og jobbe mot samarbeidet som er nødvendig for å integrere sirkulære og bærekraftige prinsipper i prosjektene. En annen metode for å motivere aktørene til å fokusere mer på bærekraft og kvalitet, kan være insentivordninger som å belønne aktørene basert på byggets prestasjoner. Det kunne økt fokuset vekk fra størst margin på levert produkt til å fokusere på høy kvalitet og økt bærekraft siden det ville gitt større avkastning.

Samtidig for å få til en omstilling er det viktig at det velges kontraktsforhold som fremmer samarbeid og kvalitet, fremfor å fokusere på individuell tids- og kostnadseffektivitet. Funn fra litteraturen (Deloitte, 2022a; Deloitte, 2022b; Hauge et al., 2023; Regjeringen, 2021c) og intervjuene tyder på en positiv holdning til flere kontraheringer basert på OPS-, samspillskontrakter og lignende, samtidig settes det spørsmålsteget fra noen av intervjuobjektene om man oppnår lavest mulig pris gjennom samspill og OPS. Diskusjonen om samspillsentrepriser viser et potensial for å spre risikoen på aktørene, og fremme samarbeid mot et felles mål. Tidlig involvering av alle relevante aktører, spesielt i designfasen, er kritisk. Designfasen er avgjørende da beslutninger tatt her kan ha langvarige konsekvenser for byggets miljøbelastning (Regjeringen, 2021c). Tverrfaglig kompetanse og diskusjon kan også føre til bedre løsninger som fremmer gjenbruk, bedre drift og vedlikehold, og større potensiale for gjenvinning senere. OPS- og samspillskontrakter kan anses som positive for å overkomme utfordringene knyttet til å standardisere praksiser og styrke kommunikasjon og ressursdeling på tvers av aktører. Det kan redusere de økonomiske og praktiske barrierene forbundet med fragmentering, og kan legge til rette for mer sirkulær tilnærming, siden OPS ville gjort entreprenør ansvarlig for videre drift. Ved å integrere flere prinsipper som nevnt, kan bransjen ta skritt mot en bærekraftig fremtid, hvor materialbruk, ressurseffektivitet og livssykluslitenkning står mer sentralt.

5.5.3 Umodent ettermarked

Mangelen på etablerte plattformer og systemer for logistikk og kvalitetssikring, som er skalert opp, er en annen barriere. En interessant observasjon fra intervjuene er at utviklerne av slike plattformer kan mangle dypere forståelse for de spesifikke utfordringene i byggebransjen, som igjen kan hindre effektiv adressering av disse barrierene. Det sammen med mangel på interesse kan være en årsak til at aktører som driver med ombrukte byggematerialer enda ikke har oppnådd skala som er nødvendig for

å betjene et større marked. Fra intervjuene kommer det frem at tilliten hos forbrukere kan fremstå som lav angående gjenbrukte materialer, derfor må kvalitetssikringen også være god nok, slik at gjenbrukt ikke blir en «annengrads»-vare.

Standardiseringen av brukte byggevarer kan derfor anses som viktig for å fremme ombruk. TEK-regelverket, som er tidligere nevnt, har gjort det lettere å få til ved at siden den flyttet ansvaret til kjøper, kan kjøper sertifisere for hva materialet spesifikt skal brukes til. Videre må det komme klare og konsistente retningslinjer som kan skape en standard som bransjen kan samles om. Det er viktig at det kommer data som viser ytelse tilsvarende nye produkter for å senke skepsisen. Standardisering kan også skape et felles kunnskapsløft, som kan redusere usikkerhet og stimulere etterspørsel.

Insentivstrukturen for ombruk og gjenbruk er også viktig. Det er en mangel på insentiver som direkte påvirker de faktiske kostnadene ved utførelse, som igjen fungerer som en barriere mot mer ombruk. Statlige insentiver som skattelettelse, redusert moms eller direkte økonomisk støtte til differansen mellom nye og brukte materialer kan være avgjørende for å få markedet skalert opp. Angående moms kan det argumenteres at brukte materialer blir dobbeltbelastet siden man har allerede betalt moms når materialet var nytt. Kommentarene fra intervjuobjektene bekrefter en generell positive holdning til slike insentiver, det pekes på at dagens insentiver er for lite dekkende, og ikke treffer der pengene brukes.

Potensialet for innovasjon innen infrastruktur og teknologi gjennom et mer modent ombruksmarked er også særlig viktig. Den foreslåtte bruken av digitale tvillinger for å optimalisere vedlikehold, mengdeuttak og mer, illustrere hvordan større bruk av teknologi kan støtte sirkulære økonomiske modeller. Dette vil ikke bare øke lønnsomheten, men også endre hvordan vi verdsetter byggevarer i en livssyklus. For å til en omstilling, må man ha bygg som materialbanker med reverserbare bygningsdesign. Hvis bygget fungerer som en materialbank, med materialpass som enkelt viser egenskaper til produktet, kunne gitt en forutsigbarhet til markedet. En byggherre kan melde inn til markedet at et bygg skal rives innen X antall år, og gjennom en digital tvilling og offentlig ombrukskartlegging kunne markedet enkelt sett hva som bygget kan by på av ombrukbare og gjenbrukbare materialer. Videre gjennom erfaringstall, ville antatt uttak av ombruk- og gjenbrukbare materialer fra riveklare bygninger blitt enda mer nøyaktig. Økt bruk av gjenbrukte byggematerialer ville gitt et naturlig insentiv for byggherre eller riveentrepriser å gjøre en innsats for å bevare materialene best mulig hvis det ga høyere salgspris på materialet. Videre kunne det gitt nye forretningsmuligheter, aktører som for eksempel bød på bygg som skal rives, forutsatt at de får beholde materialene og selger disse. Det kunne igjen optimalisert riveprosessen, gjennom aktører som kun driver med det. Det kan også tenkes at ved nettonåverdi-analyser, kunne byggherre sett økonomiske muligheter av materialvalg som er mer ombruks- og gjenbrukbare enn vanlige

materialvalg i dag. Et oppskalert og modent ettermarked kan derfor anses som det beste incentivet for å sikre demontering av bygg, istedenfor pant og lignende.

Samlet sett er det klart at selv om det er betydelige utfordringer, finnes det også betydelige muligheter for å fremme et mer bærekraft og effektivt ettermarked for brukte byggematerialer i Norge. Videre forskning og samarbeid mellom aktører i ettermarkedet og byggebransjen vil være avgjørende for å overvinne flere barrierer og realisere det fulle potensialet til gjenbrukte byggevarer. Subsidier fra staten er aktuelt frem til markedet er nok utviklet til å stå på egne ben, men for å til et marked som kan brukes i entreprenørens hektiske hverdag, må det være en forutsigbarhet og enkelhet i markedet. Hvis det er ventetid på materialer, usikkerhet angående levering og ytelse kan det antas at nye byggevarer velges fremfor brukte.

5.5.4 Manglende politisk kontinuitet

Funn fra intervjuene tyder på en bekymring for manglende politisk kontinuitet som en sentral barriere for overgangen til sirkulær økonomi, det samme støttes i litteraturen (Deloitte, 2020a). Det kan tenkes å komme som følge av de varierte politiske prioriteringene som oppstår ved regjerings- og kommuneskifter. Som påpekt i intervjuene, effektiv implementering av sirkulær økonomi krever stabile politisk forhold, og langsiktige visjoner som går over valgperiodene, slik at aktørene virkelig kan satse på prinsippene uten bekymringen for at premissene endres om 4 år.

Eksempelet med OPS-kontrakter fra intervju illustrerer hvordan politiske skifter kan påvirke langsiktige prosjekter og initiativer. Denne usikkerheten kan dempe entusiasmen og investeringsviljen iblant næringslivet, og kan derfor anses for å være grunn til at bærekraftige initiativer, som sirkulær økonomi, nedprioriteres til fordel for tryggere investeringer. Det er bekymringsverdig da overgangen til en sirkulær økonomi krever omfattende reformer, innovasjon og infrastrukturutvikling som alle forutsetter politisk stabilitet og forutsigbarhet.

Den kortsiktige naturen til valgcykluser, som Norges fireårige, kan tenkes å føre til at politikere og partier kan ende opp med å prioritere tiltak som gir kjappere resultater, for å sikre oppslutning til gjenvalg. Spesielt sett i sammenhengen med Norges store andel klimafornektende (Delebekk & Flem, 2023), kan det påvirke politiske beslutninger før gjenvalg. Dette kan være på bekostning av mer omfattende, langsiktige strategier som krever større investeringer og bredt politisk samarbeid. Plutselig sitter grønnere partier i maktposisjoner, som fører til større investeringer i grønne prosjekter, og etter fire år kuttes støtten når andre partier med andre prioriteringer sitter ved makten. En slik politisk tilnærming kan forsinke eller til og med motvirke nødvendige tiltak for en overgang til en mer bærekraftig, sirkulær økonomisk modell. Det kan tenkes å gjenspeiles i utfordringene næringslivet møter når politiske retningslinjer endres hyppig, noe som skaper usikkerhet og hindrer investeringer i langsiktige bærekraftige løsninger.

Det belyser behovet for politiske kompromiss og forpliktelser som strekker seg utover individuelle valgperioder og partipolitikk. For sikre en jevn overgang til sirkulær økonomi, er det essensielt at politikken arbeider mot et felles mål, som tar hensyn til det langsiktige miljømessige og økonomiske gevinstene sirkulær økonomi kan tilby.

5.6 Rammeverk for å måle sirkularitet i byggeprosjekter

Ingen etablert modell eksisterer i dag for å måle sirkularitet i byggeprosjekter, noe som kan bidra til den generelt lave graden av sirkularitet i bransjen. Hvordan bransjen mener det burde måles, er sprikende som funn fra intervjuene tyder på. Inspirert av behovet for standardisering (Anastasiades et al., 2021; Standard Norge, 2024), har denne masteroppgaven også fokusert på å utvikle en slik modell. En forenklet modell er illustrert i Figur 12 og komplett modell er lagt som vedlegg. Tall i modellen er valgt kun for illustrasjon. Standardisering av sirkulær økonomi og hvordan det måles burde anses som essensielt for å få til en omstilling, sånn at alle vet hva de måles etter og skal strekke seg mot. Modellen anses som mest aktuell for bolig/næringsbygg.

| Fase | Type | Vektlegging | Prosentandel | Sirkularitetsfaktor | Vektingsf | Sirkularitetsindeks |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------|--------------|---------------------|-----------|--------------------------|
| Design | Bevaring av eks. bygg | 1 | 0,00 % | 0 | 0,3 | 0 |
| | Gjenbrukt/Ombrukte materialer | 1 | 0,00 % | 0 | | |
| | Nye materialer | 0 | 100,00 % | 0 | | |
| Bonus | Giftfrie materialer | 0,4 | 75,00 % | 0,3 | | 0,174 |
| | Tilpasningsdyktighet | 0,7 | 40,00 % | 0,28 | | |
| Konstruksjon | | | | | | |
| Fyllmasser | Fyllmasser bevart og ombrukt | 1 | 10,00 % | 0,1 | 0,1 | 0,01 |
| | Fyllmasser nytt | 0 | 90,00 % | 0 | | |
| Byggeteknikk | Prefabrikkert | 0,7 | 15,00 % | 0,105 | 0,2 | 0,015 |
| | Vanlig konstruksjon/bygd på plass | 0 | 80,00 % | 0 | | |
| | Prosentfallvekt av totalvekt | -0,2 | 15,00 % | -0,03 | | |
| Avfall | Gjenvunnet avfall | 0,3 | 60,00 % | 0,18 | 0,1 | 0,002 |
| | Deponi | -0,4 | 40,00 % | -0,16 | | |
| Bonus | CO2 utslipp pr kvm pr år | 0,6 | 0,00 % | 0 | | 0 |
| Drift og vedlikehold | | | | | | |
| | Flerbruksløsninger | 0,5 | 10,00 % | 0,05 | 0,1 | 0,02 |
| | %Materialer med bedre levetid | 0,6 | 25,00 % | 0,15 | | |
| Bonus | Digital tvilling iht. standard | 0,8 | 0,00 % | 0 | | 0,081 |
| | Sensorer på lys og luftkvalitet | 0,1 | 10,00 % | 0,01 | | |
| | Levert energi/Energimerking | 1 | 80,00 % | 0,8 | | |
| Riving | | | | | | |
| | Demontbarhet | 1 | 50,00 % | 0,5 | 0,2 | 0,112 |
| | Gjenvinning ved riving | 0,3 | 20,00 % | 0,06 | | |
| | | | | | | Sirkularitetscore |
| | | | | | | 41,40 % |

Figur 12 - Forenklet modell av rammeverket.. For illustrasjon, komplett modell lagt som vedlegg

Den mest relevante referansen til en modell, som kom frem av intervjuene, er FutureBuilt sin sirkularitetsindeks, som danner grunnlag for den videre modellutviklingen. FutureBuilt sin modell tar for seg ombruk, gjenbruk og bevaring av bygningsmasse, materialer og fyllmasser, ikke andre sirkulære praksiser. FutureBuilt-modellen mangler i midlertidig spesifikasjoner for hvordan ekstrakriterier skal vektlegges, noe som kan anses som en svakhet siden det introduserer mulighet for usikkerhet rundt måleparameterne. Bonuskriteriene i dette rammeverket følger kategorien sin vektlegging, utenom

byggefase som hvor bonuskriteriene har en vekt på 0,2. Det er for å at det bonuskriteriet ikke skal bli for høyt vektet sammenlignet med resten. Det er forklart for hvert bonuskriterie hvor stor prosentandel det kan få, det er for at ikke bonuskriteriene skal slå uheldig ut. Videre kan det tenkes at FutureBuilt ikke vektlegger eksempel avfall hardt nok, siden den står som null og det skal minimeres i henhold til sirkulær prinsipper. Modellen utviklet i denne oppgaven ligner derfor en vektlagt flervalgsanalyse, hvor vektleggingsfaktorene er basert på avfallspyramiden, prinsippene for sirkulær økonomi presentert i teorikapittelet og funn fra intervjuene. Nåtid er også prioritert fremfor fremtid, i tråd med FutureBuilt sin modell.

Modellen burde tilpasses etter hvert som bransjen utvikler seg. Modellen er stresstestet for å undersøke om kategorier og vektning slo uheldig ut. Den er tilpasset etter testing, hvor kriterier ble endret og slått sammen. Vektleggingsfaktorene varierer fra -0,4 til 1, hvor 1 er høyest vektning. Prosentandelen for hovedkategoriene er basert på totalvekten til bygget, med mindre annet er spesifisert, siden det ofte er de tyngre bygningsmassene som bidrar mest til utslippene. Sirkularitetsfaktoren beregnes ved å multiplisere vektleggingsfaktoren med prosentandelene, og sirkularitetsindeksen regnes ut ved å summere disse, og multiplisere med vektleggingsfaktorene. Resultatet er en samlet sirkularitetsscore som reflekterer både lavt hengende frukter og mer utfordrende tiltak, maksimal score er 100%.

5.6.1 Designfase

Designfasen er tildelt vektleggingsfaktor 0,3 i modellen, som følge av dens kritiske rolle i implementering av sirkulære praksiser. Fasen er avgjørende fordi de viktige beslutningene om bevaring, gjenbruk og bærekraftige byggeprinsipper tas her. Ved å vektlegge designfasen anerkjennes det at valgene tatt har langvarige implikasjoner for miljøpåvirkningen og sirkulariteten til byggeprosjektet, som tidligere nevnt.

Bevaring av eksisterende bygningsmasse understrekes både i litteraturen og intervjuene som en av de mest effektive metodene for å redusere miljøpåvirkningen i byggeprosjekter. Dette gjelder spesielt for tunge bygningsdeler som betong, som er kjent for sine store CO₂-utslipp. Derfor er bevaring av eksisterende bygningsmasse vektlagt med den høyeste faktoren, 1. Prosentandel bevart er basert på forholdet mellom bevart vekt og den totale vekten av nybygget. Ved å fokusere på de tyngre bygningsdelene, som har betydelig miljøpåvirkning, flyttes oppmerksomheten bort fra mindre elementer, som lister, som har lavere CO₂-påvirkning.

Gjenbruk og ombruk av materialer er sentrale prinsipper i sirkulær økonomi, reflektert i hvordan vi håndterer ressurser for å minimere avfall. Gjenbruk og ombruk bidrar direkte til å redusere ressursutvinning og avfallsmengder, samtidig som de bevarer materialets verdi over lengre tid. På grunn av deres betydelige miljøfordeler og betydning for sirkulær økonomi, er det vektlagt som 1. Det

fremmer ikke bare en mer bærekraftig byggepraksis, men også en økonomisk effektiv bruk av ressurser. Denne tilnærmingen er i tråd med en helhetlig strategi for sirkulær økonomi, hvor målet er å skape lukkede sløyfer.

I modellen er nye materialer vektlagt med en faktor på null. Valget kan diskuteres, da en negativ vektning teoretisk sett kunne vært positivt for å fremme gjenbruk. I midlertidig, gitt at markedet for gjenbrukte materialer fortsatt er umodent, ville en slik negativ vektning potensielt kunne virke straffende under nåværende markedsforhold. Det kunne motvirket intensjonen om å fremme bærekraftige praksiser ved å straffe bruken av nye materialer når alternativene ikke er tilstrekkelige. Videre kan tanken om en byggebransje, hvor alt materiale gjenbrukes i nye prosjekter virke som en idealistisk, men uoppnåelig situasjon. Derfor reflekterer nullvektingen en realistisk tilnærming gitt dagens muligheter, og forbedrer grunnen til fremtidige justeringer i takt med at markedet for ombruk og gjenbruk modnes.

Designfase bonus:

Bruk av giftfrie materialer er avgjørende for å sikre gjenbrukbarheten av materialer. Når materialene er frie for giftige stoffer, øker potensialet for å sikre ombruk og gjenvinning (Regjeringen, 2021c). Også viktig for å ikke belønne gjenbruk av giftige materialer. Anses som en mer lavt hengende frukt, grunnet dokumentasjonskravene som viser giftinnhold, eksempel gjennom EPD-er. Dette ikke bare fordi informasjonen er tilgjengelig, men også fordi det utvikles alternativer hele tiden. Ved å prioritere giftfrie materialer, skapes det et fokus på en sunnere, mer bærekraftig byggepraksis som beskytter både miljøet og helse. Vektlagt som 0,4 og prosentandel skal være halvparten av oppnådd, det vil si at hvis 100% av bygget er giftfritt er prosentandel 50%.

Tilpasningsdyktighet er vektlagt 0,7 i modellen for å fremme bygningers langsiktige levetid og bruk. Et sentralt prinsipp i sirkulær økonomi er å forlenge bruken av ressurser, og tilpasningsdyktighet for bygg spiller en nøkkelrolle i dette. Bygg som designes for å være fleksible, har større potensial for å tåle stå lenger, og redusere behovet for store ombygninger eller riving. Vurderingen av tilpasningsdyktighet baseres på FutureBuilt sin endringsdyktighetsfigur (Nordby et al., 2023). Denne tilnærmingen støtter sirkulær økonomi ved å maksimere bygningens brukstid. Anses som såpass viktig for levedyktigheten for bygg at prosentandelen følger oppnådd score, ved oppnådd 80%, blir det en prosentandel på 80%.

5.6.2 Konstruksjonsfase

Konstruksjonsfasen har 3 kategorier: Fyllmasser, byggeteknikk og avfall. Fyllmasser har en vektingsfaktor på 0,1. Den lave vektningen reflekterer FutureBuilt sin oppfatning at den anses som en lavhengende frukt. Byggeteknikk får en høyere vektingsfaktor på 0,2, ettersom den kan anses som

avgjørende for både nåtid og fremtiden til bygget, den kan være avgjørende for bygningens levetid og effektiviteten av ressursbruken under konstruksjon. Avfall er også vektlagt med 0,1. Det fordi den anses som en lett tilgjengelig mulighet for forbedring.

Fyllmasser

Bevaring og ombruk av fyllmasser er vektlagt maksimalt for å fremme bevaring av eksisterende masser på stedet, og ombruk fra andre byggeprosjekter. Det kan redusere behovet for nye uttak av jomfruelige masser og derfor minske miljøpåvirkning. For å sikre effektiv og bærekraftig bruk av ressurser, er det viktig å fastsette klare begrensinger på transportavstandene som er tillatt for å bringe inn masser fra andre prosjekter. Dette vil forhindre at systemet blir utnyttet på måter som undergraver de miljømessige fordelene. Ved å sette en øvre grense for transportetapper sikres det ombruk av fyllmasser er miljømessige fornuftig.

I modellen er nye fyllmasser vektlagt med en faktor på null, en beslutning som følger samme logikk som brukes for nye materialer. I mange tilfeller er det nødvendig å tilføre nye masser for å oppnå de nødvendige grunnforholdene som kreves for sikkerheten og stabiliteten til byggeprosjekter. Selv om gjenbruk av eksisterende masser er foretrukket for å redusere miljøpåvirkningen, er det i visse situasjoner uunngåelig å ikke benytte nye masser. Ved å ikke straffe bruken nye fyllmasser, tar modellen hensyn til praktiske og tekniske realiteter i byggeprosjekter, samtidig som den oppmuntrer til å maksimere gjenbruk der det er mulig og forsvarlig.

Byggeteknikk

Prefabrikkering er vektlagt 0,7 i modellen, som følge av dens fordeler under byggeprosessen og mindre avfall. Som påpekt fra funn under intervjuene, muliggjør prefabrikkering bruk av lengre spenn og færre bærevegger. Prefabrikkering kan føre til høyere prosjekteringskostnader, men bidrar til raskere byggetid, og mindre avfall, siden komponentene produseres på mål under optimaliserte forhold. Det er i tråd med avfallspyramidens mål om avfallsreduksjon, og sirkulære prinsipper som å minimere materialbruk gjennom effektive produksjonsprosesser og å bruke lenger som følge av tilpasningsdyktighet.

Selv om prefabrikkering, inkludert modulbygg og lignende, er sterkt vektlagt, er det viktig at arkitektur bevares. God arkitektur bidrar med verdier til samfunnet, som kultur og identitet. Derfor er det viktig å gjøre unntak der dette er nødvendig for å opprettholde disse verdiene. Dette sikrer at vi ikke bare bygger effektivt, men også skaper estetisk og kulturelt verdifulle omgivelser, den tredelte bunnlinje.

I modellen er konstruksjon utført på byggeplassen vektlagt med en faktor på null. Dette valget er i tråd med tidligere begrunnelse for elementer vurdert til null, og reflekterer realitetene i dagens byggeprosjekter. På tross av fordelene ved prefabrikkerte elementer, er det uunngåelig at visse

arbeidsoppgaver må utføres direkte på byggeplass for å sikre tilpasning til bygget. Praksisen i dag er at ofte må konstruksjonen tilpasses bygget, og tilpasninger kan måtte gjøres som følge av uforutsette hindringer eller endringer i prosjektspesifikasjoner.

Avfall generert under konstruksjon, målt i forhold til totalvekten av bygget, vektlagt -0,2. Valget kommer som følge av å skape et sterkere insentiv for å minimere avfallsmengden så mye som mulig. En negativ vektning motiverer entreprenører og prosjekterende til å implementere mer effektive byggemetoder og materialhåndtering. Ombruket avfall på prosjektet anses ikke som avfall.

Til sammenligning har FutureBuilt valgt å vektlegge dette aspektet som null. Mens den tilnærmingen kan anses for å anerkjenne utfordringer knyttet til avfallsreduksjon under bygging, har denne modellen valgt en mer aggressiv strategi for å fremme bærekraftig praksis. Ved å innføre en negativ vektning legges det press på involverte parter til å prioritere reduksjon av avfall allerede fra planleggingsstadiet og videre ut i byggeprosessen.

Avfall

Gjenvunnet avfall følger avfallspyramiden, derfor anses alt fra energigjenvinning og oppover i pyramiden som gjenvunnet. Det kan anses som en svakhet at det ikke kategoriserer hvordan avfallet er gjenvunnet, men samtidig fører det til lavere dokumentasjonskrav og arbeid for prosjektet, noe som kan øke sannsynligheten for tiltak. Gitt at avfallsnæringen i Norge er relativt godt utviklet, betraktes dette som en relativt lavhengende frukt og vektlagt 0,3 i modellen. Mengden måles av gjenvunnet avfall sammenlignet med total avfallsmengde. Denne moderate vektningen reflekter at selv om det er oppnådd fremskritt innen gjenvinning er det fortsatt rom for forbedring.

Videre betraktes ombrukt avfall ikke som avfall, gitt at det blir ombruket på byggeplassen. Dette understreker viktigheten av å skille mellom gjenvinning og ombruk, hvor sistnevnte representerer en enda mer bærekraftig praksis ved å unngå energi- og ressursbruk forbundet med gjenvinningsprosessen. Ved å anerkjenne ombruk direkte på byggeplassen, legges det til rette for kortere sløyfer, som bidrar til reduksjon av avfallsmengder og mer effektiv ressursbruk.

I modellen er deponi vektlagt negativt med en faktor på -0,4, i tråd med de samme strategiene som anvendes for gjenvunnet avfall. Den negative vektningen reflekterer at deponering strider mot både sirkulær prinsipper og målene til avfallspyramiden, som begge promoterer reduksjon, gjenbruk og gjenvinning fremfor deponering. Å unngå deponi er avgjørende for å oppnå en mer regenerativ økonomi, hvor ressurser sirkuleres og avfall minimeres. Vektningen korresponderer også med myndighetenes tiltak for å motvirke deponi, som inkluderer økta avgiftssatser på deponering i år. Dobbelt negativ vektning av avfall, både under bygging og videre håndtering kan anses som streng, men kan anses som riktig for å minimere avfallsmengder, i tråd med sirkulær prinsipper. Hvordan avfallet er målt er også forskjellig.

Bonus - Konstruksjon

CO₂-utslipp per kvadratmeter oppvarmet bruksareal følger FutureBuilt sin tabell for å fastsette grenseverdier (FutureBuilt, 2023). Disse grenseverdiene reduseres hvert år, noe som reflekterer en økende forpliktelse til å minske klimapåvirkningen til bygg. Viktig at benchmarkingstall er tilpasset type bygg. Prosjektet vil bli klassifisert som enten innenfor eller utenfor disse grensene. Vektlagt 0,6 som følge av behovet for å senke CO₂-utslipp. Hvis innenfor, får kategorien en prosentandel på 100%. Det kommer som følge av et fokus på nåtid, og det er et akutt behov for å senke klimagassutslippene.

Den strenge tilnærmingen er sentral for å fremme bruk av materialer med lavere miljøbelastning og stimulerer til innovasjon i byggemetoder og materialvalg. Ved å sette stadig strengere krav til CO₂-utslipp, presser modellen næringen mot mer bærekraftige praksiser og bidrar til å nå nasjonale og internasjonale klimamål. Mangelen av LCA-analyser ble også fremstilt som en kritisk barriere mot omstilling i litteraturen (Deloitte, 2020a) og det ble belyst i intervjuene. Slike tiltak er ikke bare viktig for miljøet, men også for å oppfylle forbrukernes og samfunnets økende forventninger til miljøvennlige praksiser.

5.6.3 Drift og vedlikehold

Drift og vedlikehold er vektlagt som 0,1. Den relativt lave vekten reflekterer strategien med å prioritere nåtidens behov over fremtiden. Det kan også anses som en anerkjennelse av at det burde være oppnåelig å oppnå gode rutiner for drift, vedlikehold og sambruksløsninger gitt dagens systemer.

Flerbruksløsninger er omtalt som en strategi i den nasjonale strategien for omstilling, derfor blitt vektlagt med 0,5 i modellen. Det som følge av den er viktig for nåtid, men ikke like viktig som eksempel ombruk, prefabrikkert og bevaring. Flerbruksløsninger spiller en viktig rolle for å redusere behovet for unødvendig ytterligere byggeprosjekter, maksimere arealutnyttelsen og bidrar derfor til lavere materialforbruk. Den er målt i kvadratmeter beregnet for flerbruk delt på total oppvarmede kvadratmeter i bygget.

For fremtiden burde det etableres normtall på flerbruksløsninger og utvikle en skala fra 0-100 prosent for å kvantifisere og standardisere vurderingen av eventuelle flerbruksløsninger, en måte kan være å lage en skala basert på timer i bruk/m² som måtte vært tilpasset byggets formål. Ved å formalisere og måle flerbruksløsningenes effektivitet kan næringen motivere til en bredere adopsjon av denne praksisen. Dette vil ytterligere støtte bærekraft ved å fremme smartere bruk av bygde miljøer.

Materialer med forbedret levetid er vektlagt med en faktor på 0,6 i modellen, i tråd med det sirkulære prinsippet om å bruke materialer lengre. Reparerbare materialer går under denne. Denne vekten reflekterer oppfatningen om at valg av materialer med lengre levetid er en relativt lett tilgjengelig metode for å fremme bærekraft i byggeprosjekter. Lengre levetid på materialer reduserer behovet for

hyppige utskiftninger, som i sin tur minimerer avfall og ressursforbruk over tid. Måles i prosent vekt i forhold til totalvekt til bygget.

For å sikre at materialene faktisk oppfyller disse kravene, må deres forbedrede levetid dokumenteres gjennom detaljert produktinformasjon. Dette innebærer at produsenter må gi tydelig og verifiserbar informasjon om materialenes holdbarhet og ytelse under forskjellige forhold. Det er viktig at materialene som klassifiseres som reparerbare, faktisk er sannsynlige for reparasjon framfor utskiftning. Det krever materialer som ikke bare er holdbare, men også designet på en måte som tillater enkel tilgang og reparasjon. Ytterligere forskning kan være nødvendig for å forbedre og definere klare kriterier for hva som utgjør et reparerbart materiale. Det oppfordres til ytterligere dokumentasjon og testing for å bekrefte påstandene om levetid og reparasjon slik at byggenæringen kan foreta informerte valg basert på pålitelige data.

Bonus – drift og vedlikehold

Digitale tvillinger fremheves både i litteraturen (Deloitte, 2022b; Jones et al., 2020; Opoku et al., 2021) og intervjuene som en viktig del for omstilling. Ved å anvende digitale tvillinger transformeres bygninger til fungerende materialbanker, noe som legger grunnlaget for prediktivt vedlikehold og gir innsikt i potensiell ombrukbar- og gjenvinnbarhet ved eventuell riving. Det kan bidra til mer effektiv og bærekraftig praksis ved at en kan planlegge optimalt vedlikehold over byggets livssyklus.

Som ved CO₂-kravet måles et prosjekt enten som innenfor eller ikke. For å oppnå godkjent må modellen følge ISO19650-standarden (Standard Norge, u.d.-f). Det sikrer at håndteringen er i henhold til standard og skaper en forutsigbarhet for næringen. Den er vektlagt 0,8, noe som er høyt, men reflekterer betydningen av teknologien som en viktig faktor for å skape et velfungerende ettermaked for materialer, selv om nåtid fokuseres på over fremtid. Hvis bruken av digital tvilling øker og blir norm, kan denne vektingen justeres nedover for å reflektere en integrering i bransjen. Ved gjennomføre tiltaket gis en prosentandel på 25%. Det er siden teknologien er til stede og bransjen er teknologisk nok til å bruke den.

Bruk av sensorer for lys og luftkvalitet er anerkjent som en effektiv metode for å redusere energiforbruket i bygg. Teknologien er godt etablert og utbredt, regnes derfor som lavhengende frukter innenfor energieffektivisering. Eksempel på dette er fra NS3031 hvor lyssensor automatisk gir deg lavere beregning av energiforbruket på lys. Derfor er tiltaket vektlagt med 0,1 i modellen, sett i lys av produktets tilgjengelighet. Hvis gjennomført på alle lys og luftaggregater gir det en prosentandel på 10%. Videre er det viktig å vurdere levetiden til disse sensorene i den generelle vurderingen. Sensorer bør ha en levetid som er i tråd med bransjestandarder for å sikre at de ikke bare bidrar til umiddelbare energibesparelser, men også til langsiktig bærekraft. Forventet levetid for sensorene må derfor inkluderes som en del av deres evaluering, for å garantere at de fortsetter å fungere effektivt og ikke fører til unødige utskiftninger eller vedlikeholdsbehov over tid.

Levert energi, i tråd med både litteraturen, den nasjonale strategien og funn fra intervjuene er det et stort behov for å redusere energibruken til bygningsmassen. Det er også i tråd med det sirkulære prinsippet om å bruke mindre. Derfor er vektningen for levert energi satt til 1 i modellen, noe som gjenspeiler viktigheten. Energikarakteren angir skalaen for vurderingen, og beregningen for karakteren skal følge NS3031. Skalaen gir følgende prosentandel:

- G gir 0%
- F gir 0%
- E gir 0%
- D gir 30%
- C gir 60%
- B gir 80%
- A gir 100%

Denne skalaen gjenspeiler en bevisst prioritering av nåtiden ved å oppmuntre til en umiddelbar reduksjon i energibruk. Det at karakterene G, F og E gir null prosent reflekterer en streng tilnærming hvor bygg med lav energieffektivitet ikke belønnes. Dette er delvis et svar på EUs kommende bygningsdirektiv, og modellen implementerer en strengere linje enn det som forventes fra EU. Fornybare og grønne energikilder vil gi større virkningsgrad enn fossile i henhold til NS3031, så det skapes et naturlig insentiv for å velge fornybare energikilder. Dessuten ligger det et betydelig uutnyttet potensial i å øke bygningers egenproduksjon av fornybar energi, for eksempel ved installasjon av solcellepaneler på tak. Dette tiltaket ikke bare maksimerer bruken av eksisterende bygde områder for energiproduksjon, men bidrar også til å bevare naturområder ved å redusere behovet til eksempel, nye solcelleparker. Energieffektive bygg har også muligheter for grønne lån, som er gunstigere. Med tiden skal skalaen gradvis justeres oppover for å holde tritt med økende krav i EUs regelverk, sikre kontinuerlig forbedring og oppmuntring til høyere energistandarder i bygg.

5.6.4 Riving

Rivefasen er vektlagt med en faktor på 0,2. Selv om dette kan virke motstridende angående prioritert fokus på nåtid, anerkjennes rivefasen i modellen som en viktig fase for å muliggjøre et velfungerende ettermarked, som trengs nå.

Reverserbart bygningsdesign er avgjørende for å fremme sirkulær økonomi i byggebransjen. Det har som nevnt blitt lovpålagt gjennom TEK, og er derfor vektlagt som 1 i modellen for å understreke viktigheten. Designprinsippet muliggjør at store deler av bygget kan demonteres og ombrukes effektivt ved eventuell riving, som igjen kan bidra til reduserte avfallsmengder og mer bærekraftig ressursbruk.

Målingen av reverserbart bygningsdesign skjer ved å sammenligne forventet andel av byggets vekt som skal kunne ombrukes ved riving. Det måles i vekt som følge av samme argumentasjon som tidligere, at det er ofte i den tunge bygningsmassen de store utslippene sitter. Tall på ombrukbarhet må være godt dokumentert. Ved å vektlegge muligheten for ombruk av disse materialene, understrekes viktigheten av å velge konstruksjonsmetoder og materialer som både er holdbare og egnet for fremtidig gjenbruk.

Vurderingen av hvor mye som kan gjenvinnes ved riving av bygget er vektlagt med en faktor på 0,3 i modellen. Vektingen reflekterer et strategisk mål om å maksimere ombruk, i tråd med prinsippene for reverserbart bygningsdesign. Det settes derfor et klart skille mellom materialer som forventes ombrukt og gjenbrukt i beregningene. Dette for å vise at ombruk er verdsatt høyere, målingen her følger også vekt. Det kunne tenkes at det burde vært en kategori til under riving, som var for unyttbart avfall, som kunne vært negativt vektet. Det er ikke i modellen som en anerkjennelse av at eksisterende bygg ikke nødvendigvis er konstruert med materialer som kan gjenvinnes og en straff av dette kan ses på som urettferdig.

6 Konklusjon

Denne masteroppgaven har utforsket implementeringen av sirkulære prinsipper i byggebransjen, hvor hovedfokuset har vært utviklingen av et rammeverk for måling av sirkularitet i byggeprosjekter.

Gjennom intervjuer og litteraturstudie ble det identifisert at det ikke eksisterer en etablert modell for å måle sirkularitet. Litteraturen peker på at standardisering er avgjørende for å få til en reell omstilling, sånn at alle kan måles på likt grunnlag (Anastasiades et al., 2021; Standard Norge, 2024). I et forsøk på å løse dette har oppgaven utviklet en modell med inspirasjon fra FutureBuilt sin sirkularitetsindeks.

Basert på teori og funn fra intervjuene er et rammeverk som består av 20 elementer, fordelt på fasene design, konstruksjon, drift og vedlikehold og riving med tilhørende vektning presentert. Rammeverket foreslår en vektlagt flermålsanalyse hvor faktorer som avfallshåndtering og ressursutnyttelse blir prioritert. Den fremhever hvordan kritiske beslutninger i designfasen har langvarige miljøpåvirkninger og hvordan bevaring av eksisterende bygningsmasse er blant de mest effektive metodene for å redusere miljøpåvirkningen. Videre vektlegger den indikatorer som energikilder, tilpasningsdyktighet og demonterbarhet.

Oppgaven avdekker flere kritiske barrierer, inkludert den omfattende kunnskapsmangelen knyttet til muligheter for sirkularitet og utfordringer relatert til eksisterende reguleringer som ikke fullt ut støtter eller fremmer sirkulære praksiser, eksempel dokumentavgiften. Eksisterende regelverk setter ikke tydelige krav til sirkularitet for å fremme gode konkurransevilkår, men endringene i TEK kan tyde på at en gradvis strengere lovgivning er på vei. De samfunnsøkonomiske kostnadene er nødt til å prises riktig for å skape gode konkurransevilkår for sirkulære forretningsmodeller. Det mangler også gode data som belyser gjenvinnbarhet, ombrukbarhet og innsatsfaktorene for miljøet rundt materialvalg. Til tross for disse hindringene, viser oppgaven også betydelige muligheter for verdiskaping og sysselsetting gjennom overgang til sirkulære økonomiske modeller, som ikke bare kan bidra til miljømessige fordeler, men også til økonomisk vekst og innovasjon i sektoren. Det foreslås økonomiske insentiver som kan senke barrierene mot sirkulær økonomi, inkludert subsidier for brukte byggematerialer og skattefordeler for selskaper som investerer i sirkulære praksiser. Implementeringen av en sirkulær økonomi i byggebransjen krever en koordinert innsats fra alle aktører i verdikjeden, fra myndigheter og næringsliv til forbrukere. En omstilling kan også anses som avgjørende for å nå klimamål Norge har forpliktet seg til, og med en verden som har blitt mer ustabil ligger alt til rette for å gjennomføre en gradvis omstilling.

6.2 Videre arbeid

For å sikre at det utviklede rammeverket for måling av sirkularitet i byggeprosjekter er robust og effektivt, anbefales det at videre arbeid fokuserer på å etablere nødvendige normtall som nevnt i diskusjon, og på praktisk testing og evaluering av modellen i reelle byggeprosjekter. Dette inkluderer å stressteste modellen i større grad for å identifisere og adressere eventuelle svakheter eller områder som krever forbedring. Det bør også utvikles en standardisert skåringsmetode, liknende den som brukes i BREEAM-sertifiseringen, for å gi en objektiv og sammenlignbar måte å vurdere sirkulariteten på ulike prosjekter.

Referanser

- Akanbi, L. A., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Ajayi, A. O., Davila Delgado, M., Bilal, M. & Bello, S. A. (2018). Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. *Resources, Conservation and Recycling*, 129: 175-186. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.026>.
- Anastasiades, K., Goffin, J., Rinke, M., Buyle, M., Audenaert, A. & Blom, J. (2021). Standardisation: An essential enabler for the circular reuse of construction components? A trajectory for a cleaner European construction industry. *Journal of Cleaner Production*, 298: 126864. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126864>.
- Arksey, H. & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8 (1): 19-32. doi: 10.1080/1364557032000119616.
- Baranski, A. (2021). *Linear Economy: Characteristics and Criticism*. Tilgjengelig fra: <https://www.profolus.com/topics/linear-economy-characteristics-and-criticism/>.
- Bolstad, E. (u.d.). *Kildekritikk*. SNL.
- Bryman, A., Sloan, L., Foster, L. & Clark, T. (2021). *Bryman's Social Research Methods*: Oxford University Press.
- Circle Economy. (2020). *Norway - Circularity Gap Reporting Initiative*. Tilgjengelig fra: <https://www.circularity-gap.world/norway>.
- Circle Economy. (2022). *THE CIRCULARITY GAP REPORT 2022*. Tilgjengelig fra: https://assets.website-files.com/5e185aa4d27bcf348400ed82/6543792887e495a73bab98ee_20220114%20-%20CGR%20Global%202022%20-%20report%20-%20210x297mm.pdf.
- Commission, E., Council, E. I., Agency, S. E., Brincat, C., Graaf, I., León Vargas, C., Mitsios, A., Neubauer, N., Adams, K. & Hobbs, G. (2023). *Study on measuring the application of circular approaches in the construction industry ecosystem – Final study*. Publications Office of the European Union.
- Copernicus EU. (2023). *THE 2023 ANNUAL CLIMATE SUMMARY - Global Climate Highlights 2023*. Tilgjengelig fra: <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2023>.
- Copernicus EU. (u.d.). *How close are we to reaching a global warming of 1.5°C?* Copernicus: EU. Tilgjengelig fra: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-c3s-global-temperature-trend-monitor?tab=app>.
- Cortiços, N. D. (2019). Renovation tool to improve building stock performance — Higher education context. *Sustainable Cities and Society*, 47: 101368. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.043>.
- Daltveit, S. (2023). *Slik vil CO2-avgiften påvirke forbrenningsanleggene i 2024*. Norsk Gjenvinning: Gjenvinningsbloggen. Tilgjengelig fra: <https://blogg.norskgjenvinning.no/slik-vil-co2-avgiften-pavirke-forbrenningsanleggene-i-2024>.
- De Schutter, G., Lesage, K., Mechtcherine, V., Nerella, V. N., Habert, G. & Agusti-Juan, I. (2018). Vision of 3D printing with concrete — Technical, economic and environmental potentials. *Cement and Concrete Research*, 112: 25-36. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.06.001>.
- Delebekk, N. F. & Flem, S. S. (2023). *Hver fjerde nordmann er klima-skep-tiker*. Faktisk. Tilgjengelig fra: <https://www.faktisk.no/artikler/jx882/hver-fjerde-nordmann-er-klimaskeptiker>.
- Deloitte. (2020a). *Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi - Delutredning 2*

- Barrierer for å utløse potensial for sirkulær økonomi i Norge.* Regjeringen Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/7ca1a81f57cc4611a193570e80c4dafd/delotte_kunnskapsgrunnlag-sirkular-okonomi_barrierer.-delrapport-2.pdf.
- Deloitte. (2020b). *Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi – Delutredning 3 -Virkemidler for å utløse potensial for sirkulær økonomi i Norge.* Regjeringen. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/7ca1a81f57cc4611a193570e80c4dafd/delotte_kunnskapsgrunnlag-sirkular-okonomi_virkemidler-delutredning-3.pdf.
- Deloitte. (2020c). *Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi. Delutredning 1 – Potensial for økt sirkularitet.* Regjeringen. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/7ca1a81f57cc4611a193570e80c4dafd/delotte_kunnskapsgrunnlag-sirkular-okonomi_potensialer.pdf.
- Deloitte. (2022a). *Kunnskapsgrunnlag - Kommunesektorens arbeid med sirkulær økonomi.* Tilgjengelig fra: <https://mkto.deloitte.com/rs/712-CNF-326/images/KS-Rapport-Sirkular-Okonomi-Deloitte-2022.pdf>.
- Deloitte. (2022b). *Sirkulær økonomi i bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen - Kartlegging av status.* Direktoratet for forvaltning og økonomistyring. Tilgjengelig fra: <https://anskaffelser.no/sites/default/files/2023-01/Sirkular-okonomi-i-BAE-naringen.pdf>.
- DFØ. (2023). *Veileder til regler om klima- og miljøhensyn i offentlige anskaffelser.* Anskaffelser.no: Direktoratet for forvaltning og økonomistyring. Tilgjengelig fra: <https://anskaffelser.no/verktoy/veiledere/veileder-til-regler-om-klima-og-miljohensyn-i-offentlige-anskaffelser/9-bygg-anlegg-og-eiendom-bruk-av-reglene>.
- DiBK. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning.* Direktoratet for byggkvalitet. Tilgjengelig fra: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17>.
- DiBK. (2022). *Regelendringer fra 1. juli.* Direktoratet for byggkvalitet, . Tilgjengelig fra: <https://www.dibk.no/Nyhetsarkiv/regelendringer-fra-1.-juli>.
- DiBK. (u.d.). Dokumentasjon av byggevarer til byggverk. Tilgjengelig fra: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/3/3-1>.
- Direktoratet for forvaltning og økonomistyring. (2022). *Rettleiar for bruk av EPD i byggeprosessen.* Tilgjengelig fra: <https://anskaffelser.no/nn/verktoy/veiledere/rettleiar-bruk-av-epd-i-byggeprosessen>.
- Drage, L. (u.d.). *Lineær økonomi.* NDLA.
- Drage, L. & Sæther, A. M. (u.d.). *Sirkulær økonomi.* NDLA.
- Eberhardt, L., Birgisdottir, H. & Birkved, M. (2019). Potential of Circular Economy in Sustainable Buildings. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471: 092051. doi: 10.1088/1757-899X/471/9/092051.
- Elicit. (2024). *Elicit's Source for Papers.* Tilgjengelig fra: <https://support.elicit.com/en/articles/553025>.
- Ellen MacArthur Foundation. (u.d.-a). *Circulate products and materials.* Tilgjengelig fra: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circulate-products-and-materials>.
- Ellen MacArthur Foundation. (u.d.-b). *Eliminate waste and pollution.* Tilgjengelig fra: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/eliminate-waste-and-pollution>.
- Ellen MacArthur Foundation. (u.d.-c). *What is a circular economy?* Tilgjengelig fra: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>.
- Ellen MacArthur Foundation. (u.d.-d). *What is the linear economy?* Tilgjengelig fra: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/what-is-the-linear-economy>.
- Enova. (u.d.). *Beregning av energikarakteren.* Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/energimerking/om-energimerkeordningen/om-energiattesten/beregning-av-energikarakteren/>.
- European Commission. (2020). *A Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives.*

- European Commission. (u.d.). *Energy Performance of Buildings Directive*. Tilgjengelig fra: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en.
- European Parliament. (2023). *Circular economy: definition, importance and benefits*. Tilgjengelig fra: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>.
- Fendt, L. & Ivanova, M. (2021). *Why did the IPCC choose 2° C as the goal for limiting global warming?* Tilgjengelig fra: <https://climate.mit.edu/ask-mit/why-did-ipcc-choose-2deg-c-goal-limiting-global-warming>.
- Finansforbundet & Circle Norway. (2022). *Finansnæringens rolle som pådriver for sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra: https://www.finansforbundet.no/content/uploads/2022/03/CircularNorway_rapport_07_03.pdf.
- Foster, G. (2020). Circular economy strategies for adaptive reuse of cultural heritage buildings to reduce environmental impacts. *Resources, Conservation and Recycling*, 152: 104507. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104507>.
- Fredriksen, H. H., Arve, M., Breiland, M., Gjønnnes, A. D., Greker, M., Reidar, G. J., Hennyng, B. D., Karlstrøm, K. H. & Tveit, S. T. (2023). *Høringsbrev - NOU 2023: 26 Ny lov om offentlige anskaffelser*. Nærings- og fiskeridepartementet: Regjeringen.
- FutureBuilt. (2023). *ZERO Bygg*. Tilgjengelig fra: <https://futurebuilt-zero.web.app/kriterier/zero-bygg>.
- Føyen. (2021). Lovforslag om utvidet adgang til unntak fra tekniske krav. Tilgjengelig fra: <https://foyen.no/aktuelt/lovforslag-om-utvidet-adgang-til-unntak-fra-tekniske-krav/>.
- Gallo, P., Romano, R. & Belardi, E. (2021). Smart Green Prefabrication: Sustainability Performances of Industrialized Building Technologies. *Sustainability*, 13 (9): 4701.
- Ghisellini, P., Ripa, M. & Ulgiati, S. (2018). Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178: 618-643. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.207>.
- González, A., Sendra, C., Herena, A., Rosquillas, M. & Vaz, D. (2021). Methodology to assess the circularity in building construction and refurbishment activities. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 12: 200051. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2021.200051>.
- Gorgolewski, M. (2011). The implications of reuse and recycling for the design of steel buildings. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 33: 489-496. doi: 10.1139/106-006.
- Gundersen, L. (2022). Flere sirkulære standarder på vei. Tilgjengelig fra: <https://cnytt.no/2022/01/14/ber-norske-aktorer-delta-i-arbeidet-med-internasjonale-standarder-kan-fa-store-konsekvenser/>.
- Hammer, J. & Pivo, G. E. (2017). The Triple Bottom Line and Sustainable Economic Development Theory and Practice. *Economic Development Quarterly*, 31: 25 - 36.
- Hauge, Å. L., Brown, M. K., Rønning, M., Flagstad, I. O. B. & Plesser, T. S. W. (2023). *Ombruk av byggevarer – innspill til statlige føringer*. SINTEF akademiske forlag: SINTEF. Tilgjengelig fra: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/3072759/SFaq%2bnr%2b101.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Hillier, M. (2023). *Why does ChatGPT generate fake references?* TECHE: Macquarie University's Learning and Teaching. Tilgjengelig fra: <https://teche.mq.edu.au/2023/02/why-does-chatgpt-generate-fake-references/>.
- Jacobsen, D. I. (2022). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Jaini, N. & Utyuzhnikov, S. (2017). Trade-off ranking method for multi-criteria decision analysis. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 24: e1600. doi: 10.1002/mcda.1600.

- Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J. & Hicks, B. (2020). Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 29: 36-52. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.02.002>.
- Kartverket. (u.d.). *Dokumentavgift og gebyr*. Tilgjengelig fra: <https://www.kartverket.no/eiendom/dokumentavgift-og-gebyr>.
- Klima- og miljødepartementet. (2021). *Klimaplan for 2021–2030*.
- Knight, C. (2023). *What is the linear economy?*: European Investment Bank. Tilgjengelig fra: <https://www.eib.org/en/stories/linear-economy-recycling>.
- Lacy, P. & Rutqvist, J. (2016). *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage*: Palgrave Macmillan UK.
- Laurin, L. (2017). *Overview of LCA—History, Concept, and Methodology*.
- Levac, D., Colquhoun, H. & O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation Science*, 5 (1): 69. doi: 10.1186/1748-5908-5-69.
- Lindberg, H. Ø. & LOOP. (2023). *Avfallshierarki*: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/avfallshierarki>.
- Lund, C. (2019). *Sirkulære forsyningskjeder*. Medium. Tilgjengelig fra: <https://medium.com/sprintconsulting/sirkul%C3%A6re-forsyningskjeder-93431606c39f>.
- Maitre-Ekern, E. (2021). Norway fails to take the lead on sustainable circularity. Tilgjengelig fra: <https://www.jus.uio.no/english/research/areas/sustainabilitylaw/blog/companies-markets-and-sustainability/2021/norway-fails-to-take-the-lead-sustainable-circularity.html.html>.
- McGinty, D. B. (2020). *How to Build a Circular Economy*. Tilgjengelig fra: <https://www.wri.org/insights/how-build-circular-economy>.
- Mohamed, A., R, M. D. & Ali, S. M. (2022). A framework of indicators to measure project circularity in construction circular economy. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Management, Procurement and Law*, 175 (2): 54-66. doi: 10.1680/jmapl.21.00020.
- Månberger, A. (2023). Critical Raw Material Supply Matters and the Potential of the Circular Economy to Contribute to Security. *Intereconomics*, 58: 74-78. doi: 10.2478/ie-2023-0016.
- NASA. (2023). *NASA Study Reveals Compounding Climate Risks at Two Degrees of Warming*. Tilgjengelig fra: <https://climate.nasa.gov/news/3278/nasa-study-reveals-compounding-climate-risks-at-two-degrees-of-warming/>.
- Ngowi, A. B., Pienaar, E., Talukhaba, A. & Mbachu, J. (2005). The globalisation of the construction industry—a review. *Building and Environment*, 40 (1): 135-141. doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.05.008>.
- Nitter, K. (2023). SINTEF planlegger ordning for dokumentasjon av brukte byggevarer. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2023/sintef-planlegger-ordning-for-dokumentasjon-av-brukte-byggevarer/>.
- Nordby, A. S., Stoknes, S., Vadseth, R. A., Seilskjær, E. & Hay, N. H. (2023). *FutureBuilt Sirkulær - kriterier for sirkulære bygg*: FutureBuilt. Tilgjengelig fra: <https://www.futurebuilt.no/FutureBuilt-kvalitetskriterier>.
- Nordisk ministerråd. (u.d.). *Arbeidsgruppen for sirkulær økonomi (NCE)*. Nordisk samarbeid. Tilgjengelig fra: <https://www.norden.org/no/information/arbeidsgruppen-sirkulaer-okonomi-nce>.
- Norouzi, M., Chàfer, M., Cabeza, L. F., Jiménez, L. & Boer, D. (2021). Circular economy in the building and construction sector: A scientific evolution analysis. *Journal of Building Engineering*, 44: 102704. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102704>.
- NORSUS. (u.d.). *Om livsløpsvurdering – LCA (Life Cycle Assessment)*. Tilgjengelig fra: <https://norsus.no/om-livsløpsvurdering>.
- Nygård, J.-I. (2024). *Skriftlig spørsmål fra Frank Edvard Sve (FrP) til samferdselsministeren*. I: Samferdselsdepartementet (red.): Regjeringen. Tilgjengelig fra: <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Sporsmal/Skriftlige-sporsmal-og-svar/Skriftlig-sporsmal/?qid=97701>.

- Nørstebø, V. S., Wiebe, K. S., Andersen, T., Grytli, T., Johansen, U., Rocha Aponte, F., Perez-Valdes, G. A. & Jahren, S. (2020). *Studie av potensialet for verdiskaping og sysselsetting av sirkulærøkonomiske tiltak. Utvalgte tiltak og case*. SINTEF Rapport.
- Odu, G. (2019). Weighting methods for multi-criteria decision making technique. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 23: 1449. doi: 10.4314/jasem.v23i8.7.
- Ofori, G. (2019). Construction in Developing Countries: Need for New Concepts. *Journal of Construction in Developing Countries*, 23: 1-6. doi: 10.21315/jcdc2018.23.2.1.
- Opoku, D.-G. J., Perera, S., Osei-Kyei, R. & Rashidi, M. (2021). Digital twin application in the construction industry: A literature review. *Journal of Building Engineering*, 40: 102726. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102726>.
- Rambæk, I. (2020). *Norge bør satse på rehabilitering framfor nybygg*: SINTEF. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/norge-bor-satse-pa-rehabilitering-framfor-nybygg/>.
- Regjeringen. (2021a). *Avfall*. I: Klima- og miljødepartementet (red.). Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/forurensning/innsiktsartikler-forurensning/avfall/id2076495/>.
- Regjeringen. (2021b). *Internasjonale klimaforhandlinger*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/de-internasjonale-klimaforhandlingene/id2741333/?expand=factbox2741345>.
- Regjeringen. (2021c). *Nasjonal strategi for ein grøn, sirkulær økonomi*. I: Klima- og miljødepartementet, Barne- og familiedepartementet, Kommunal- og distriktsdepartementet, Kunnskapsdepartementet, Landbruks- og matdepartementet, Nærings- og fiskeridepartementet, Samferdselsdepartementet & Utanriksdepartementet (red.). Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonal-strategi-for-ein-gron-sirkular-okonomi/id2861253/>.
- Regjeringen. (2022a). *Endringer i lover og forskrifter fra 1. januar 2023 fra Kommunal- og distriktsdepartementet*. I: Kommunal- og distriktsdepartementet (red.). Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/endringer-i-lover-og-forskrifter-fra-1.-januar-2023-fra-kommunal-og-distriktsdepartementet/id2952360/>.
- Regjeringen. (2022b). *Nytt norsk klimamål på minst 55 prosent*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/nytt-norsk-klimamal-pa-minst-55-prosent/id2944876/>.
- Regjeringen. (2023). *Nå skal klima og miljø vektas minst 30 % i offentlige anskaffelser*. I: Nærings- og fiskeridepartementet (red.). Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/historisk-endring-na-skal-klima-og-miljo-vektes-minst-30-i-offentlige-anskaffelser/id2990427/>.
- Remøy, H., Wandl, A., Cerić, D., Timmeren, A., Remøy, H. & Horizon, R. (2019). Facilitating Circular Economy in Urban Planning. *Urban Planning*, 4. doi: 10.17645/up.v4i3.2484.
- Shepherd, D. (2016). Environmental product declarations - transparency reporting for sustainability. *2016 IEEE-IAS/PCA Cement Industry Technical Conference*: 1-5.
- Sitnikov, C. S. (2013). Triple Bottom Line. I: Idowu, S. O., Capaldi, N., Zu, L. & Gupta, A. D. (red.) *Encyclopedia of Corporate Social Responsibility*, s. 2558-2564. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- SSB. (2023a). *Avfall fra byggeaktivitet - 2022*: Statistisk Sentralbyrå. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfall-fra-byggeaktivitet>
- SSB. (2023b). *Avfallsregnskapet*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfallsregnskapet>.
- Standard Norge. (2021). *NS 3031 Beregning av bygningers energiytelse er trukket tilbake, men vises fortsatt til i byggt teknisk forskrift*: Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://standard.no/fagomrader/energi-og-klima-i-bygg/bygningsenergi/ns-3031-beregning-av-bygningers-energiytelse-er-trukket-tilbake-men-vises-fortsatt-til-i-byggt-teknisk-forskrift/>.

- Standard Norge. (2023). Nå kommer de første ISO-standardene for sirkulær økonomi. Tilgjengelig fra: <https://standard.no/nyheter/tre-nye-standarder-for-sirkular-okonomi/>.
- Standard Norge. (2024). *Standarder er sentrale for å lykkes med en sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra: <https://standard.no/nyheter/handlingsplan-for-sirkular-okonomi/>.
- Standard Norge. (u.d.-a). *Hva er en standard?: Standard Norge*. Tilgjengelig fra: <https://standard.no/standardisering/hva-er-en-standard/>.
- Standard Norge. (u.d.-b). *ISO 14044:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines*. Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/nb/iso-14044-2006-2>.
- Standard Norge. (u.d.-c). *Miljøstyring — Livsløpsvurdering — Prinsipper og rammeverk (ISO 14040:2006)*. Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/nb/ns-en-iso-14040-2006>.
- Standard Norge. (u.d.-d). *NS-EN 15804:2012+A2:2019+AC:2021 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products*. Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/nb/ns-en-15804-2012a2-2019ac-2021>.
- Standard Norge. (u.d.-e). *NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner — Miljødeklarasjoner type III — Prinsipper og prosedyrer (ISO 14025:2006)*. Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/nb/ns-en-iso-14025-2010>.
- Standard Norge. (u.d.-f). *Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk – ISO 19650-serien*. Tilgjengelig fra: <https://standard.no/fagomrader/digital-byggeprosess/iso-19650-serien/>.
- Sæter, M. (2007). Bakgrunn: En standard for alt. Tilgjengelig fra: <https://www.forskning.no/standardisering-teknologi-partner/bakgrunn-en-standard-for-alt/1007115>.
- Többen, J. & Opendakker, R. (2022). Developing a Framework to Integrate Circularity into Construction Projects. *Sustainability*, 14 (9): 5136.
- UNECE. (u.d.). *Measuring and monitoring the circular economy and the use of data for policy-making*: UNECE. Tilgjengelig fra: <https://unece.org/environment-policy/environmental-monitoring-and-assessment/measuring-and-monitoring-circular>.
- Vildåsen, S. & Arbo, S. M. (2022). *Hva er sirkulær økonomi? #SINTEFBlogg* (red.).
- Web of Science. (u.d.). *Publications over time - Circular Economy*. Tilgjengelig fra: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/citation-report/18e71047-a0a7-4abe-9a03-b359d4434eda-e3d59def>.
- Wohlin, C. (2014). *Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering*. Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering.
- Wong, J., Wang, X., Li, H. & Chan, G. (2014). A review of cloud-based BIM technology in the construction sector. *Journal of information technology in construction*, 19: 281-291.
- WWF. (2023). *EARTH OVERSHOOT DAY*. Tilgjengelig fra: <https://www.wwf.no/klima-og-energi/earth-overshoot-day>.
- Yi, S., Zhang, X. & Calvo, M. (2015). Construction safety management of building project based on BIM. *Journal of Mechanical Engineering Research and Development*, 38 (1): 97-104.
- Yin, R. (2018). *Case Study Research and Applications - Design and Methods*. 6 utg.: SAGE Publications Inc.
- Zhang, N., Han, Q. & de Vries, B. (2021). Building Circularity Assessment in the Architecture, Engineering, and Construction Industry: A New Framework. *Sustainability*, 13 (22): 12466.
- Ære Strategic Innovation. (2020). *Fremtidens forretningsmodeller i byggebransjen*. Tilgjengelig fra: https://www.tekpluss.no/files/ugd/13ac66_3f598df078ba48a3981601f5eea38d7f.pdf?index=true.

Vedlegg

| Fase | Type | Vektleggingsfaktor | Prosentandel av totalvekt til bygget |
|-----------------------------|--|--------------------|--------------------------------------|
| Design | | | |
| | Bevaring av eksisterende bygningsmasse (basert på tot.vekt til bygget) | 1 | 0,00 % |
| | Gjenbrukt/Ombrukte materialer (basert på tot.vekt til bygget) | 1 | 0,00 % |
| | Nye materialer | 0 | 100,00 % |
| Bonus | Gifffrie materialer (prosent vekt av totalvekt til bygget) | 0,4 | 75,00 % |
| | Tilpasningsdyktighet (generalitet, fleksibilitet og elastisitet) | 0,7 | 40,00 % |
| Konstruksjon | | | |
| Fyllmasser | Fyllmasser bevart og ombrukt (prosent av totale fyllmasser) | 1 | 10,00 % |
| | Fyllmasser nytt (prosent av totale fyllmasser) | 0 | 90,00 % |
| Byggeteknikk | Prefabrikkert (prosent vekt av totalvekt) | 0,7 | 15,00 % |
| | Vanlig konstruksjon/bygd på plass (prosent vekt av totalvekt) | 0 | 80,00 % |
| | Prosentfallvekt av totalvekt | -0,2 | 15,00 % |
| Avfall | Gjenvunnet avfall (Prosentvekt av totalt avfallsvekt) | 0,3 | 60,00 % |
| | Deponi (Prosentvekt av totalt avfallsvekt) | -0,4 | 40,00 % |
| Bonus | CO2 utslipp pr kvm pr år | 0,6 | 0,00 % |
| Drift og vedlikehold | | | |
| | Flerbruksløsninger - Kvm flerbruk/tot.kvm | 0,5 | 10,00 % |
| | %Materialer i vekt med bedre levetid enn norm av totalvekt | 0,6 | 25,00 % |
| Bonus | Digital tvilling iht. standard | 0,8 | 0,00 % |
| | Sensorer på lys og luftkvalitet | 0,1 | 10,00 % |
| | Leverert energi/Energimerking | 1 | 80,00 % |
| Riving | | | |
| | Demonterbarhet (forventet % vekt som kan ombrukes) | 1 | 50,00 % |
| | Gjenvinning ved riving (forventet % vekt som kan gjenbrukes) | 0,3 | 20,00 % |

| Sirkularitetsfaktor (Faktor*andel) | Vektingsfaktor | Sirkularitetsindeks (sirkularitetsfaktor*vektingsfaktor) |
|------------------------------------|----------------|--|
| 0 | | |
| 0 | 0,3 | 0 |
| 0 | | |
| 0,3 | | 0,174 |
| 0,28 | | |
| | | |
| 0,1 | | |
| 0 | 0,1 | 0,01 |
| | | |
| 0,105 | | |
| 0 | 0,2 | 0,015 |
| -0,03 | | |
| | | |
| 0,18 | 0,1 | 0,002 |
| -0,16 | | |
| 0 | | 0 |
| | | |
| 0,05 | | |
| 0,15 | 0,1 | 0,02 |
| 0 | | |
| 0,01 | | 0,081 |
| 0,8 | | |
| | | |
| 0,5 | | 0,112 |
| 0,06 | 0,2 | |

| Sirkularitetsscore |
|--------------------|
| 41,40 % |

Vil du delta i forskningsprosjektet

Sirkulær økonomi i byggebransjen

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å *innhente informasjon angående sirkulær økonomi i byggebransjen*. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet med prosjektet er å se på sirkulær økonomi i byggebransjen i sammenheng med mastergrad som skrives vår 2024. Det skal gjøres gjennom en kvalitativ studie og derfor er det ønskelig med intervjuer.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Wilhelm Hovde Buberg (student) og Leif Daniel Houck (veileder) er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

I sammenheng med oppgaven er det ønskelig med intervjuer for å få en større dybde angående problemstillingen.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du deltar vil det utføres et intervju som blir tatt opp og det tas notater fra intervjuet. Senere blir intervjuet transkribert for å kunne lettere behandles. Videre i masteroppgaven blir intervjuobjektene anonymisert ved forkortelser knyttet til yrke.

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. *Navnet til intervjuobjektet blir skjult og gjort om til en forkortelse. Oversikt over nummererte intervjuobjekter oppbevares adskilt fra intervjudataen. Andre som kan ha tilgang for gjennomlesning av intervjuene er min veileder Leif Daniel Houck.*

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes, juni 2024. Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger slettes.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra *Norges miljø- og biovitenskapelige universitet* har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør 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:

- *Fakultet for realfag og teknologi* ved student: *Wilhelm Hovde Buberg*, tlf: 46923588. og veileder: *Leif Daniel Houck*, tlf: 67231592
- NMBUs personvernombud: Hanne Pernille Gulbrandsen, mail: personvernombud@nmbu.no

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: personverntjenester@sikt.no eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

Wilhelm Hovde Buberg

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet [*sett inn tittel*], og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i *intervju*

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

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Intervjuguide – Sirkulær økonomi i byggenæringen

Introduksjon

Kort introduksjon av meg og formålet med intervjuet. Informere/overlevere samtykkeskjema.

Del 1: Generell forståelse av sirkulær økonomi i byggenæringen

1. Innledende spørsmål
 - a. Kan du beskrive din rolle og erfaring i byggebransjen?
 - b. Hva legger du i begrepet sirkulær økonomi generelt, og hva betyr det for deg?
2. Forståelse av sirkulær økonomi i byggebransjen
 - a. Kan du gi eksempler på sirkulære praksiser som allerede er i bruk innenfor din sektor, litt stort
 - b. Hvordan ser du på implementeringen av sirkulær økonomi i byggebransjen, hva tror du er de største mulighetene og utfordringene? Splitte denne i 2, be de ikke tenke på utfordringene ved svar på muligheter, få folk til å snakke visjonært, så heller ta opp hindringene for å komme ditt. Se om man må skille på hva problemene er, noen er regulativer, noen er lett løsbare, andre er ikke osv. Prøve å skille problemene i store, små og middels.

Del 2: Implementering og utfordringer

1. Implementeringsstrategi
 - a. Hvilke strategier mener du er mest effektiv for å fremme sirkulær økonomi i byggeprosjekter? Hvordan bør man gå frem for å fremme sirkulær økonomi i byggeprosjekter
 - b. Hvordan integrerer din organisasjon sirkulære prinsipper i deres prosjekter? Altså i planlegging, design, utførelse og drift
 - c. Mener dere at det er viktig å posisjonere seg nå for sirkulære prosjekter for å være bedre rustet for fremtiden? Evt hva er strategien. Tror du selv at dette er den riktige veien å gå? Er det indre motivasjon? *Må kanskje skyte inn dette på slutten om de virkelig har troa på dette eller om det er symbolikk*
2. Utfordringer og barrierer:
 - a. Hvilke hovedutfordringer møter byggebransjen i overgangen til en mer sirkulær økonomi? Vinkle denne mer mot bedriften
 - b. Hvordan håndterer din organisasjon disse problemene?

Del 3: Definisjoner og måling av suksess

1. Definisjon av suksess
 - a. Hvordan definerer du suksess i konteksten av sirkulær økonomi i byggebransjen?
 - b. Er det spesifikke indikatorer eller kriterier som benyttes for å vurdere suksess?
 - c. Hvis NEI, spørre om det er indikatorer eller kriterier som burde benyttes
2. Måling av suksess
 - a. Hvordan måles og evalueres fremgang av implementering av sirkulær økonomi i deres prosjekter?
 - b. Kan du gi eksempler på vellykkede prosjekter eller tiltak som demonstrerer suksess i sirkulær økonomi?
 - c. Hva gjorde disse til en suksess?

Del 4: Fremtidsutsikter og innovasjon

1. Innovasjon og teknologi:
 - a. Hvilken rolle spiller innovasjon og teknologi i å drive frem sirkulær økonomi innen byggebransjen?
 - b. Er det nye innovasjoner som du ser som spesielt lovende for fremtiden av sirkulær økonomi i bransjen?
2. Fremtidsutsikter – denne blir kanskje tatt først
 - a. Hvordan ser du for deg fremtiden av sirkulær økonomi i byggebransjen?
 - b. Hvilke tiltak eller strategier tror du vil være nøkkelen for å oppnå en mer bærekraftig og sirkulær bransje?

Del 5: Avsluttende spørsmål

1. Ytterligere innsikt og anbefalinger
 - a. Har du noen anbefalinger for hvordan byggebransjen kan akselerere overgangen til en sirkulær økonomi? Er det noe kunnskapsgrunnlag/verktøy vi må ha?
 - b. Er det aspekter ved sirkulær økonomi i byggebransjen som du mener er viktig å utforske videre?
2. Avslutning
 - a. ... Avslutningsvis, er det noe du vil tilføye eller legge til som vi ikke har snakket om?



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway