

Kjartan Viksund

Hvordan kan byggenæringen planlegge nyboligprosjekter for å redusere avfallsmengdene?

Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning

Veileder: Svein Bjørberg

Medveileder: Marit Støre-Valen

Juni 2023



Kjartan Viksund

Hvordan kan byggenæringen planlegge nyboligprosjekter for å redusere avfallsmengdene?

Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning
Veileder: Svein Bjørberg
Medveileder: Marit Støre-Valen
Juni 2023

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



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Bygg-, anlegg- og eiendomsbransjen er den største kilden til avfall i Norge i dag. I 2019 leverte nybyggprosjekter avfallsmengder i området 50-60 kg/m². Reduksjon av råvareuttak og redusert avfall vil kunne være en bidragsyter fra bygg- og anleggsnæringen for å begrense klimaendringene. Politikken som føres i dag for å bøte på utfordringene er å prioritere i tråd med avfallspyramiden. Grunnprinsippet i avfallspyramiden er avfallsreduksjon gjennom å forbruke mindre, dernest ombruk av materialer. Målsetningen er å oppnå en materialflyt hvor råvarer forblir i en sirkulær prosess, og avfall som går til deponi reduseres til et minimum.

Målsetningen for denne studien har vært å undersøke hvordan byggenæringen kan planlegge for å redusere avfallsmengdene på byggeplassen i nyboligprosjekter. For å undersøke påvirkningsmulighetene, har det blitt brukt en kombinasjon av litteraturstudie og semistrukturerte dybdeintervjuer med et utvalg informanter fra flere deler av byggebransjen.

Litteraturstudien viser at det er flere faktorer som påvirker avfallsreduksjon i nyboligprosjekter, hvor prosjektering av materialer og planlegging av logistikk er to av mange elementer. I tidligfase kan det være nyttig å inkludere avfallsreduksjon som et av målene for prosjektet. Valg av materialer bør gjøres med hensyn på at byggematerialene er resirkulerbare eller kan gjenbrukes, samt å unngå materialer har høyt avfallspotensial. Godt planlagt logistikk er også viktig for å minimere avfall. Digitale verktøy som BIM kan også bidra til å optimalisere design og materialbruk for å minimere avfall.

Informantene fra ulike deler av byggebransjen opplyser at det er flere hindre for avfallsreduksjon. Manglende kunnskap om avfallsreduksjon, økonomiske incentiver for å bruk mindre materialer og ressurser for oppfølging pekes på som viktige hinder. Imidlertid viser intervjuene og litteraturen at teknikker, valg av materialer og digitale verktøy kan bidra til mindre avfall. Økt samarbeid med aktørene og kravstilling i innkjøpsprosesser med leverandører og entreprenører kan sette søkelys på avfallsminimering. For eksempel kan materialvalg som kan demonteres, resirkuleres eller gjenbrukes velges for å minimere avfall, etter prinsippene for reversible bygg.

Samarbeid og kravstilling i kontrakter med leverandører og entreprenører kan også bidra til avfallsreduksjon. For eksempel kan kontrakter inneholde krav om at entreprenørene skal rapportere om mengder og typer avfall som genereres under byggeprosessen, og at de skal samarbeide med andre aktører i prosjektet for å redusere avfallsmengdene. Miljømerking kan også være nyttig for å sette et felles måltall for maksimal mengde avfall i byggprosjekter.

Det overordnede funnet fra denne masteroppgaven er at kultur for avfallsreduksjon er den viktigste faktoren for å oppnå avfallsreduksjon i nyboligprosjekter.

Videre arbeid bør undersøke hvordan byggenæringen kan planlegge reduserte avfallsmengder i et livsløpsperspektiv og hvordan redusere avfallsmengdene i hele verdikjeden.

Abstract

The construction, infrastructure, and real estate industry is the largest source of waste in Norway today. In 2019, new construction projects generated waste quantities in the range of 50-60 kg/m². Reducing raw material extraction and waste can contribute to mitigating climate change through the construction and infrastructure sector. The current approach to addressing these challenges involves prioritizing in accordance with the waste hierarchy. The fundamental principle of the waste hierarchy is waste reduction by consuming less, followed by material reuse. The goal is to achieve a material flow where resources remain in a circular process, and waste sent to landfills is minimized.

The objective of this study has been to examine how the construction industry can plan to reduce waste quantities at construction sites in new housing projects. To explore the possibilities for influence, a combination of literature review and semi-structured in-depth interviews with selected informants from various parts of the construction industry has been employed.

The literature review indicates several factors that influence waste reduction in new housing projects, with material design and logistics planning being two among many elements. In the early phases, it can be beneficial to include waste reduction as one of the project's goals. Material choices should be made considering their recyclability or reusability, while avoiding materials that have high waste potential. Well-planned logistics are also crucial for waste minimization. Digital tools like Building Information Modeling (BIM) can optimize design and material use to minimize waste.

Informants from different parts of the construction industry highlight several barriers to waste reduction. Lack of knowledge about waste reduction, economic incentives to use fewer materials, and resource constraints for follow-up are identified as significant obstacles. However, interviews and literature demonstrate that techniques, material choices, and digital tools can contribute to waste reduction. Increased collaboration with stakeholders and setting requirements in procurement processes with suppliers and contractors can focus on waste minimization. For instance, material choices that can be disassembled, recycled, or reused can be selected, following the principles of reversible buildings.

Collaboration and contract requirements with suppliers and contractors can also contribute to waste reduction. Contracts can include provisions for contractors to report on the quantities and types of waste generated during the construction process, as well as cooperate with other project stakeholders to reduce waste quantities. Environmental labeling can also be useful in setting a common target for the maximum amount of waste in construction projects.

The overall finding from this master's thesis is that a culture of waste reduction is the most crucial factor in achieving waste reduction in new housing projects.

Further work should explore how the construction industry can plan for reduced waste quantities from a life cycle perspective and how to reduce waste throughout the value chain.

Forord

Denne oppgaven er avslutning på studiet «Eiendomsutvikling og -forvaltning» ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU. Masteroppgaven har pågått fra høsten 2022 til og med våren 2023, ved siden av fulltidsjobb, og utgjør 30 studiepoeng.

Bakgrunnen for valg av tema er et personlig engasjement for å arbeide for at byggenæringen utvikles i en retning hvor utslippene fra nybygg reduseres.

Resultatene fra oppgaven planlegges brukt i min stilling, hvor jeg arbeider i tidligfase av nye boligprosjekter. Forhåpentligvis kan oppgaven også bidra til økt kunnskap i flere deler av byggebransjen, og være et steg mot en sirkulær økonomi.

For å komme i mål med oppgaven har jeg fått hjelp fra mange bidragsytere. Først vil jeg takke Svein Bjørberg, min hovedveileder, som har bidratt med innsikt, refleksjon og støtte i løpet av det siste året.

Videre vil jeg takke alle mine medstudenter, og spesielt Sissel og Aimi, for gruppearbeid, og hyggelige kollokvier. Jeg vil også takke Stian og Håkon for gjennomlesing av oppgaven, og verdifulle innspill, kommentarer og forbedringer.

Takk til alle informanter som bidro med de viktigste resultatene i oppgaven, og mine engasjerte kollegaer for kunnskap.

Til slutt vil jeg takke min kone, Ingrid. Hennes tålmodighet, bemerkninger, støtte og tilbakemeldinger har vært uvurderlig.

Bergen, 20.06.2023



Kjartan Viksund

Innhold

Figurer	xii
Tabeller	xii
Begrepsliste	xiii
1 Innledning	14
1.1 Bakgrunn	14
1.2 Formål og problemstilling	16
1.3 Omfang og avgrensning	17
1.4 Struktur	18
2 Teori og litteratur.....	19
2.1 Utvikling og prosjektering.....	19
2.2 Avfall, ombruk og gjenvinning.....	19
2.3 Klima- og miljøpåvirkning.....	20
2.4 Avfallspolitikk og sirkulær økonomi.....	21
2.5 Lover og forskrifter.....	23
2.6 Tidligfasens påvirkning.....	24
2.7 Reversible bygninger og dekonstruksjon	26
2.8 Mål og målstyring.....	29
2.9 Miljømerking.....	29
3 Metode	31
3.1 Forskningsdesign	31
3.1.1 Valg av metode.....	31
3.1.2 Reliabilitet, validitet og objektivitet.....	31
3.1.3 Forskningsprosessen	32
3.2 Kvalitativ metode	33
3.2.1 Intervjuer	33
3.2.2 Intervjuform.....	33
3.2.3 Informanter.....	33
3.2.4 Litteraturstudie	35
3.2.5 Svakheter ved kvalitativ metode	37
3.2.6 Forskningsetikk.....	37
3.3 Kvantiativ metode	37
4 Funn i litteraturstudiet.....	39
4.1 Hinder	40
4.2 Avfallsreduksjon i tidligfase	41
4.3 Ledelse og målstyring	42

4.4	Avfallsmål	43
4.5	Hovedfunn.....	44
5	Funn i intervjuer	45
5.1	Informanter.....	45
5.2	Oppsummering	45
5.3	Hinder for avfallsreduksjon	47
5.4	Avfallsminimering i tidligfase	49
5.5	Prosjektledelse.....	51
5.6	Avfallsmål	52
5.7	Hovedfunn.....	53
6	Diskusjon.....	54
6.1	Hinder	54
6.2	Tidligfase	55
6.3	Prosjektledelse.....	56
6.4	Mål.....	57
6.5	Sammendrag av diskusjon	57
6.6	Videre arbeid	58
7	Konklusjon	59
	Referanser.....	61
	Vedlegg.....	67

Figurer

Figur 1 – Andel av ulike avfallsfraksjoner fra nybygging inklusiv anleggsbransjen, tall fra 2020 (Statistisk sentralbyrå, 2021).	15
Figur 2 - Håndtering av avfall i USA og Europa, I henholdsvis 2016 og 2017 (O'Donnell og Pranger, 2020).....	15
Figur 3 – Tidligfase i blått, inspirert av blant annet fasenormen fra Bygg21 (Bygg21, 2018a).....	19
Figur 4 – Avfallspyramiden, basert på Grønt Punkt Norge (Grønt Punkt Norge, 2022). ..	22
Figur 5 – Sirkulært kretsløp, inspirert av Miljømerking Norge (Miljømerking Norge, 2022).	23
Figur 6 - Tre dimensjoner for reversible bygninger (Durmisevic, 2019).....	27
Figur 7 - LCA-analyse av et bygg med DfD-konsept (Rasmussen, Birkved og Birgisdóttir, 2019)	28
Figur 8 – Fasene i forskningsprosessen, ifølge Johannesen, Tufte og Christoffersen (2021) (Viksund, 2022).....	32
Figur 9 – Interessentanalyse av informanter hvor de første seks boksene er en del av utvalget.	34
Figur 10 - Utklipp fra strukturert litteraturstudie med innholdsanalyse.	36
Figur 11 - Hierarki-kart fra NVivo med søkeord i engelsk litteratur.....	39
Figur 12 - Foreslått trinnvis utvidelse av systemgrense for avfall (Fufo et al., 2022)	43
Figur 13 - Foreslått merkeordning for avfall, som hensyntar mengde og håndtering (Fufa et al., 2022)	44
Figur 14 - Svarmatrise fra dybdeintervjuer	45
Figur 15 – Ny modell for avfallsledelse i prosess.....	56
Figur 16 – Ny arbeidspyramide for avfallsreduksjon, illustrert på myndighetsnivå, standardisering, virksomhets- og individnivå.....	58

Tabeller

Tabell 1 - Oversikt over miljømerkinger som inkluderer type, bruksområder og bærekraftskriterier basert på Teknologisk institut (Teknologisk institut, 2019).	30
Tabell 2 - Utvalgsnotering av informanter.	35
Tabell 3 - Sammenstilling av resultater fra Workshop om avfallsreduksjon i prosjekteringsfasen (Wærner og Tabacaru, 2020).	41
Tabell 4 - Oppsummering av resultater fra intervjuer	46

Figurer og tabeller som ikke er oppgitt med kilde er egenprodusert av forfatter.

Begrepsliste

DIBK

Direktoratet for byggkvalitet, underlagt Kommunal- og distriktsdepartementet. Er sentral myndighet på bygningsdelen av plan- og bygningsloven.

Byggteknisk forskrift - TEK17

Myndighetskrav i form av forskrift med krav og preaksepterte løsninger for byggverk og byggeprosess, utgitt av DIBK.

EUs taksonomi

Forordning for bærekraftig finans vedtatt av Den europeiske union (EU).

LCA

Life Cycle Assessment, livsløpsanalyse på norsk, er en standardisert metode for å vurdere miljømessig påvirkning av byggverk eller bygningsdeler i livsløpet.

EPD

Environmental Product Declaration er miljødeklarasjon på et produkt, komponent eller tjeneste som angir miljøprofilen basert på en livsløpsanalyse (LCA).

GWP

Global Warming Potential – måleenhet for klimapåvirkning.

CDW

Construction and demolition waste: avfall fra bygging og riving.

DfD

Design for Disassembly, som kan oversettes til «prosjektere for demontering».

BIM

Bygningsinformasjonsmodeller, fra engelsk «Building information modeling», er en digital modell av bygg som inneholder informasjon.

BREEAM-NOR

Internasjonalt miljøsertifiseringssystem av bygg i norsk versjon, forvaltet i Norge av Grønn Byggallianse. BREEAM er en forkortelse for the Building Research Establishment's Environmental Assessment Method.

Svanemerket

Nordisk miljøsertifiseringssystem av flere produkter, deriblant bygg, som er initiert av nordisk ministerråd og som forvaltes i Norge av Miljømerking Norge.

BAE

Forkortelse for bygge-, anleggs- og eiendomsbransjen.

LEED

Forkortelse for Leadership in Energy and Environmental Design, et miljøsertifiseringssystem utviklet av U.S. Green Building Council.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Brundtlandkommisjonen beskrev i 1987 bærekraftig utvikling som at «...vi skal imøtekomme dagens behov uten å ødelegge for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov» (Næss, Thorén og Sandberg, 1996, s.14). Det å unngå å ødelegge for kommende generasjoner, samtidig som vi skal holde på dagens behov, er en utfordring som omfatter hele samfunnet, og i stor grad bygge-, anleggs- og eiendomsbransjen.

Næss, Thorén og Sandberg (1996) har definert fem kriterier for bærekraftig byutvikling som kan oppsummeres som følger:

- 1) Reduksjon av energiforbruk og utslipp i byen
- 2) Lavest mulig omdisponering og inngrep i arealer
- 3) Lavest mulig forbruk av miljøbelastende materialer
- 4) Å endre materialstrømmer, fra omgjøring av naturressurser til avfall, om til et lukket kretsløp
- 5) Et sunt miljø for byens innbyggere uten helseskadelig forurensning og støy

For å nå kriteriene om bærekraftig byutvikling kan ressursutnyttelse og håndtering av avfall være aspekter favner alle fem kriteriene, i ulik grad.

Reduksjon av avfallsmengdene er både direkte og indirekte i tråd med FNs 17 bærekraftsmål (Wang, Wang og Hung, 2022), hvor delmål 12 omhandler ansvarlig forbruk og produksjon. Undermål 12.5 er:

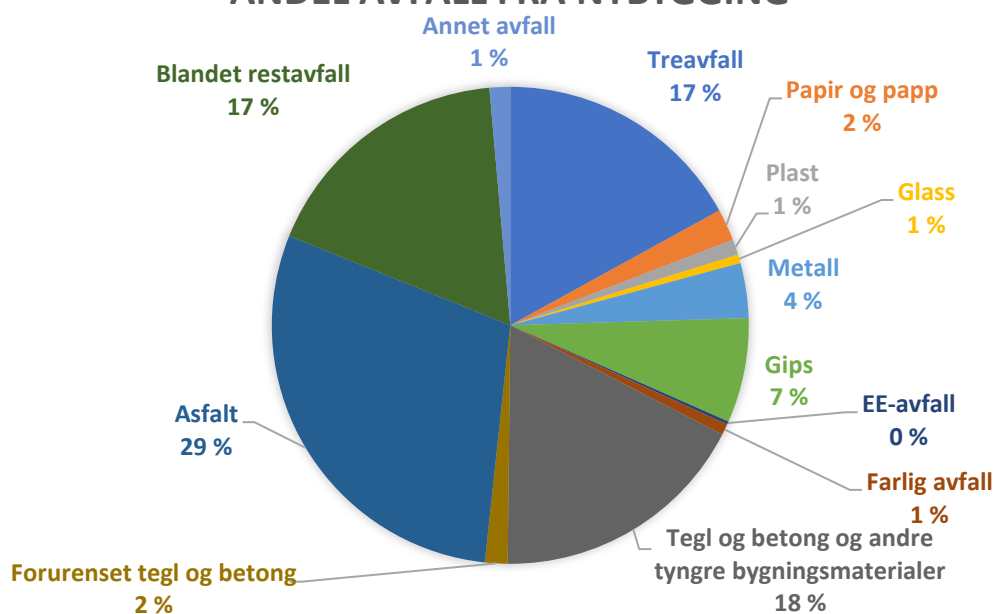
«Innen 2030 redusere avfallsmengden betydelig gjennom forebygging, reduksjon, materialgjenvinning og ombruk» (FN, 2020).

Klimaendringene er en global utfordring, og FNs klimarapport viser at det er en tydelig sammenheng mellom menneskelig påvirkning som klimagassutslipp og økt temperatur (IPCC, 2018). I Norge er anslo Asplan Viak (2019) at bygg- og anleggsnæringen er ansvarlig for 15,3 % av klimagassutslippene (Asplan Viak, 2019). En av faktorene som bidrar til klimagassutslipp innen bygg- og anleggsbransjen er mengden og håndtering av avfallet.

Grønn Byggallianse og Norsk Eiendom samarbeidet i 2016 om utarbeidelse av publikasjonen «Eiendomssektorens veikart mot 2050». I publikasjonen ble det listet flere anbefalte strakstiltak for å gjøre eiendomsbransjen mer bærekraftig. Et av tiltakene de anbefaler for utbyggere og byggeiere er å planlegge for avfallsminimering og høy sorteringsgrad. Her anbefales det at prosjekter setter mål om avfallsmengder per kvadratmeter og sorteringsgrad (Grønn Byggallianse og Norsk Eiendom, 2016).

I 2020 ble det levert 2 135 747 tonn med avfall fra byggeaktivitet, som er oppdelt i nybygging, rehabilitering og riving (Statistisk sentralbyrå, 2021). Av disse var 646 742 tonn fra nybygging, og Figur 1 viser prosentvis andel av de ulike fraksjonene som er generert (Statistisk sentralbyrå, 2021). Nybygging inkluderer anleggsvirksomhet.

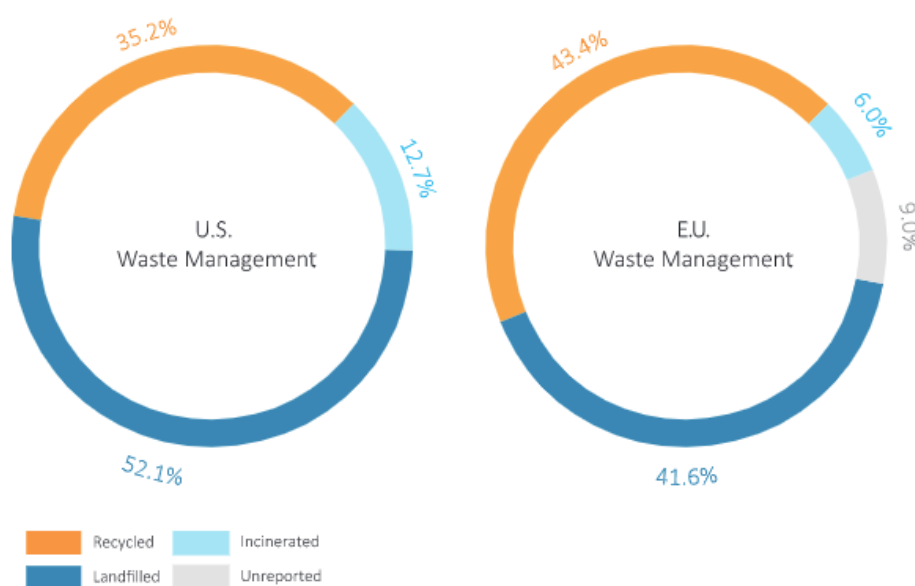
ANDEL AVFALL FRA NYBYGGING



Figur 1 – Andel av ulike avfallsfraksjoner fra nybygging inklusiv anleggsbransjen, tall fra 2020 (Statistisk sentralbyrå, 2021).

I byggebransjen i Norge går cirka 55 % av byggavfallet til materialgjenvinning, 31 % til energiutnyttelse og 11 % til deponi (Nordby og Wærner, 2017). Dagens byggematerialer består av flere fraksjoner som er svært energikrevende å produsere, som eksempelvis betong, tegl og metaller (Nordby og Wærner, 2017). Gjenvinning av materialer som har en energiintensiv produksjon kan også ha høyt energibruk, som for eksempel omsmelting av stål hvor det er behov for høy temperatur.

I det globale perspektivet, så viser O'Donnell og Pranger (2020) i Figur 2 fordeling av avfall i USA og EU, hvor det kommer frem at henholdsvis 52,1 % og 41,6 % av avfallet havner på deponi.



Figur 2 - Håndtering av avfall i USA og Europa, I henholdsvis 2016 og 2017 (O'Donnell og Pranger, 2020)

EU-kommisjon la i mars 2022 frem et forslag til en revidert byggevareforordning, som har som målsetning å harmonisere reglene for byggevarer gjennom krav til egenskaper og bærekraft (European commission, 2022). Et av formålene med den nye forordningen er å sikre at produktene er enklere å reparere og er resirkulerbare.

Videre har Direktoratet for byggkvalitet (DIBK) fulgt opp med å endre krav i Teknisk forskrift (TEK17) fra og med 01.07.2022 for ombruk og avfallsmengder. Der stilles krav til sortering av avfall i TEK17 § 9-8, hvor kravet til sortering ble endret fra minimum 60 % til minimum 70 % av avfallsvekten.

Bærekraftsmålene er krevende å oppnå, og et av områdene hvor både byggherrer og entreprenører har stort forbedringspotensial er avfallsmengde. Ved å redusere avfallsmengdene er det mulig å begrense klimagassutslippene og naturforstrykket fra produksjon, transport og ikke minst deponering av materialene.

Sirkulær økonomi er en tilnærming til materialforbruk hvor målsetningen er å redusere avfallsmengder og forbedre utnyttelsen av ressursene våre. Miljømerking Norge peker på sirkulær økonomi som en av løsningene på klima- og naturkrisen (Miljømerking Norge, 2022). Med sirkulær økonomi menes det at materialer ikke brukes og deretter deponeres, men kan bli reparert, ombrukt eller gjenbrukt. For å endre byggebransjen fra et lineært system til et sirkulært system er det ikke nødvendig å øke mengden ressurser, men endre tankegangen i hele verdikjeden (Ejlertsson et al., 2018).

Personlig har jeg interesse og engasjement i at byggebransjen går i en mer bærekraftig retning, som tar økte hensyn til klima- og miljøpåvirkning samtidig som vi ivaretar økonomi og kundens sluttprodukt. Etter å ha jobbet i entreprenørvirksomhet, og senere som byggherre med både prosjektering og regulering av nyboligprosjekter, har jeg erfaring med at det er utfordrende å redusere avfallsmengdene. Likevel tror jeg at det er et uførløst potensial for avfallsreduksjon i tidligfase, og ønsker i denne oppgaven å se på muligheter og begrensninger knyttet til en mer bærekraftig bransje som reduserer avfallsmengdene.

1.2 Formål og problemstilling

I mer enn ti år har jeg jobbet med tidligfase av boligprosjekter. På tross av flere initiativ for forbedring av ressursutnyttelse som er iverksatt, avfallsminimeringsprosjekter, økt informasjonsmengde og mer samarbeid med leverandører, har ikke avfallsmengdene gått vesentlig ned. Årsaken til at avfallsmengdene ikke blir redusert er usikre, og det tar gjerne tid fra tiltak iverksettes til resultatene faktisk synes.

Alt avfall i nybygg, herunder nyboligprosjekter, har på et tidspunkt blitt fraktet til byggeplassen, håndtert og flyttet av personell og ender til slutt opp med å bli fraktet ut. Klimagassutslippene som produseres som følge av materialenes produksjon, transport og avfallshåndtering må reduseres, og er en av de største påvirkningene byggebransjen har for å redusere forbruket i tråd med FNs bærekraftsmål.

I forarbeidet til oppgaven ble det tatt i bruk en deduktiv tilnærming hvor påstanden er:

«Det er vanlig å kaste opp mot 60 kg avfall per m² BTA i nyboligprosjekter, hvorav en vesentlig del går til materialgjenvinning og energiutnyttelse. Ved å redusere mengden avfall vil vi kunne spare miljøet, kostnader og timeverk gjennom forbedret håndtering av materialer, transporter og avfall.»

Det har ledet til problemstillingen:

«Hvordan kan byggenæringen planlegge nyboligprosjekter for å redusere avfallsmengdene?»

For å besvare problemstillingen tas det utgangspunkt i følgende forskningsspørsmål:

- 1) Hvilke hinder finnes for å redusere avfallsmengden i nyboligprosjekter?
- 2) Kan valg i tidligfase bidra til å redusere den totale avfallsmengden i produksjonsfasen?
- 3) Hvordan kan prosjektledelse bidra til reduserte avfallsmengder i produksjonsfasen?
- 4) Hva bør avfallsmålet være i nyboligprosjekter fremover?

I det første forskningsspørsmålet vil spesielt regelverk og forskrifter undersøkes, og om det er mulig å ivareta intensjonene bak hindrene. Videre vil mulige barrierer som økonomiske insentiver, kultur, personell og leverandørbransjen undersøkes.

Det andre forskningsspørsmålet vil gå inn på hvordan valg i tidligfase prosjektarbeid kan påvirke avfallsmengden, og valgenes effekt på den endelige mengden materialer brukt. I dette kan flere mulige temaer belyses, eksempelvis materialvalg i prosjekteringsfase, krav i reguleringsbestemmelser og produksjonsmetodikk som plassbygging eller prefabrikking.

Det tredje forskningsspørsmålet vil undersøke hvilken påvirkningskraft prosjektledelse har for reduksjon av avfall. Innen prosjektledelse kan innkjøpsarbeid og prosjektmålsetninger være eksempler på bidrag til avfallsreduksjon.

Som et avsluttende forskningsspørsmål vil jeg se på hva som bør være et måltall for avfallsmengde som kan legges til grunn i nyboligprosjekter, tilsvarende som at vi har krav for sorteringsgrad av avfall.

1.3 Omfang og avgrensning

Oppgaven er skrevet som avsluttende oppgave på masterstudiet «Eiendomsutvikling og forvaltning» ved Norges tekniske- og naturvitenskapelige universitet (NTNU).

En vesentlig avgrensning av oppgaven er at undersøkelsene har handlet om produksjon av nye boliger, og dermed ser bort fra rehabilitering, næringsbygg og anleggsvirksomhet. Mye av litteraturen innen emnet skiller ikke i vesentlig grad mellom nybygg, rehabilitering og annen eiendom. Videre vurderes ikke konsekvenser av infrastrukturtiltak som følger i ulik grad av produksjon av nye boliger, som eksempelvis vei, fjernvarme, vann-, avløp- og overvannsledninger. Årsaken til dette er stor variasjon i prosjektenes omfang.

En stor del av avfallsmengdene kommer fra riving av bygg. Et åpenbart tiltak for å redusere avfallsmengden er å unngå riving. Dette vil ha stor effekt, men er av et så stort omfang at det kan være et eget tema for en masteroppgave. Det er også fortsatt et pågående og fremtidig behov for nybygging i Norge.

Oppgaven avgrenses også ved sette søkelys på det strategiske nivået i nyboligprosjekter, og i mindre grad vurdere operativt nivå. Med det strategiske nivået menes prosjektering, utvikling og ledelse av byggeprosjekter, og ikke hvordan personell på byggeplassene kan endre sitt arbeid. Årsaken til avgrensningen er at det finnes flere undersøkelser på hva

som kan gjøres på byggeplassene for å redusere avfallsmengdene. I en del tilfeller har personell på byggeplassene begrenset påvirkningskraft siden bygget allerede er prosjektert og planlagt.

Videre er vurderinger om materialers og boligenes livsløp etter produksjonsfasen i liten grad tatt med. Avgrensningen inkluderer også hva som skjer med materialer etter gjenvinning eller deponi. Bruksfasen av boliger medfører vanligvis oppussing og endringer gjennom tiden. Påvirkningen i livsløpet er et stort og viktig tema, som trolig har enda større klimamessig effekt enn produksjonsfasen, men omfanget er veldig bredt. Det er av den grunn kun omtalt tiltak som kan ha effekt både i produksjonsfasen og etterpå.

Selv om oppgaven har til hensikt å undersøke nye boligbygg, og ikke alle typer nybygg, er det forhåpentligvis mulig at prinsippene, materialvalgene og strategiene kan gjelde for hele bygg- og eiendomsbransjen.

Opgaven er skrevet ved siden av fulltidsjobb gjennom høst- og vårsemesteret 2022/23.

1.4 Struktur

Opgaven er oppdelt i:

1. Introduksjon
Bakgrunn og tema for oppgaven, hvor grunnlaget for oppgaven er angitt. Videre er problemstilling, forskningsspørsmål og avgrensning beskrevet.
2. Teori og litteratur
Det teoretiske rammeverket for oppgaven, hvor begreper og påvirkning beskrives mer inngående enn i introduksjonen.
3. Metode
Metodekapittelet tar for seg samfunnsvitenskapelig teori og dens anvendelse i denne oppgaven.
4. Funn i litteraturstudie
Gjennomgang av funn i litteratur innenfor emnet, basert på forskningsspørsmålene.
5. Funn i intervjuer
Oppsummering og gjennomgang av funn i gjennomførte dybdeintervjuer.
6. Diskusjon
Drøftelse av funn i litteraturstudier og dybdeintervjuer, og tolkning av dataene.
7. Konklusjon
Avslutning og oppsummering av oppgavens funn basert på problemstilling og forskningsspørsmål.
8. Vedlegg

Struktur, inndeling og mal er hentet fra NTNU sin mal for masteroppgaver.

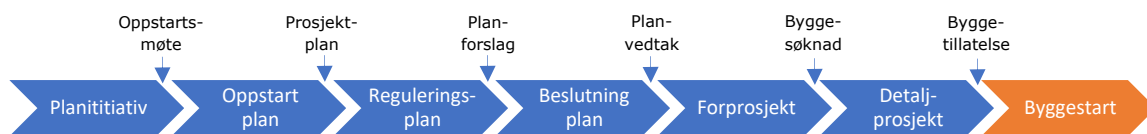
2 Teori og litteratur

Kapittelet tar for seg gjeldende teori og litteratur på områder innenfor avfallsreduksjon i byggeprosjekter, sirkulær økonomi og miljøpåvirkning, og er i hovedsak basert på litteratursøk. Søkene har i hovedsak blitt gjennomført gjennom kilder fra NTNU sin database Oria, Lovdata, Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning, samt utvidede kilder gjennom blant annet Google Scholar.

Videre har norske offentlige utredninger (NOU), rapporter fra EU, utvidede forskrifter med tilhørende veileder med forarbeider blitt brukt. Gjennom kildene benyttet i oppgaven har enkelte rapporter og oppgaver blitt oversendt direkte, men har blitt kontrollert og validert gjennom etablerte databaser.

2.1 Utvikling og prosjektering

En av avgrensningene i oppgaven er hvilken påvirkning som finnes i tidligfase, nærmere bestemt utvikling og prosjektering. For å definere hva som menes er utviklingsfase definert som reguleringsplanfase. Bygg21 definerer planprosessen som de fire første boksene i Figur 3, og fasen er utvidet med forprosjekt og detaljfase.



Figur 3 – Tidligfase i blått, inspirert av blant annet fasenormen fra Bygg21 (Bygg21, 2018a)

Prosjekteringsfasen er definert fra planvedtak og prosessen frem til byggestart. I denne fasen er resultatet et produksjonsunderlag, definert i TEK17 som «*arbeidstegninger, beskrivelsestekster, spesifikasjoner og annet underlagsmateriale som skal ligge til grunn for utførelsen*» (Direktoratet for byggkvalitet, 2022). Under dette følger også innkjøp av entrepriser og prosjektledelse før byggestart.

2.2 Avfall, ombruk og gjenvinning

I Lov om vern mot forurensning og om avfall (forurensningsloven) § 27, første ledd, defineres avfall som «*(...) løse gjenstander eller stoffer som noen har kassert, har til hensikt å kassere eller er forpliktet til å kassere.*» (Forurensningsloven, 1981).

Forurensningsloven utdyper at avfall kan opphøre å være avfall under noen kriterier, eksempelvis ved «*gjennomgått gjenvinning*», bruk i bestemte formål eller at det «*kan omsettes i et marked eller er gjenstand for etterspørsel*» (Forurensningsloven, 1981).

EU sin definisjon av avfall er «*en substans eller et objekt som eieren forkaster eller å ha til hensikt å forkaste eller er pålagt å forkaste*» (Fufa et al., 2022).

Forskningsprosjektet ConZerW beskriver avfall som «*materialer, produkter og emballasje levert til et produksjons-sted, prefabrikasjon eller byggeplass, og som ikke inngår i det*

ferdige produktet og utnyttes i sin tiltenkte form og dermed går til materialgjenvinning, energiutnyttelse eller deponi» (Fufa et al., 2022).

Gjenbruk er brukt som begrep både om materialgjenvinning, som eksempelvis omsmelting av metaller, og ombruk av materialer. Ombruk er at et produkt utnyttes på nytt i sin opprinnelige form (Sørnes et al., 2014), og er altså en spesifisering eller underkategori av gjenbruk.

Leland (2004) beskriver ombruk og gjenvinning som to ulike begreper hvor ombruk krever lite eller ingen bearbeiding av produktet for at det skal brukes igjen, mens gjenvinning innebærer at et produkt kan endres og foredles for å kunne tas i bruk. Tradisjonelt har ombruk vært mer vanlig enn deponering av byggevarer, eksempelvis ved laftede hus hvor det var mulig med demontering og flytting av bygget (Leland, 2004).

Avfallsminimering ble allerede i 1990 definert på norsk, som en oversettelse av det engelske begrepet «source reduction», altså reduksjon av avfall ved kilden (NOU 1990: 28, 1990).

2.3 Klima- og miljøpåvirkning

Byggeindustrien globalt forbruker 30-35 % av alle materialer som blir produsert i verden (Lange et al., 2020, Leising, 2017). I tillegg står bransjen for 40 % av de globale CO₂-utslippene og 38 % av avfallsmengden (Androsevic, Durmisevic og Brocato, 2019).

I Verdensbankens rapport fra 2018 forventes det årlig vekst på 3,4 milliarder tonn avfall, hvor byggenæringen med tilhørende materialleverandører bidrar med en vesentlig andel (Haeusler et al., 2021).

Ifølge Bygg21 er transportutslippene fra byggeplasser i Norge 0,77 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, hvor 3 % av utslippene er knyttet til transport av avfall i bygg- og anleggsplasser, mens 30 % tilhører materialtransport (Bygg21, 2018b). Ifølge Nordby og Wærner (2017) produserer byggeplasser i Norge rundt 40-60 kg avfall per kvadratmeter nybygg.

I EU utgjorde klimagassutslippene fra avfallshåndtering omtrent 2 % av de totale menneskelige utslippene i 2005 (Det europeiske miljøbyrået, 2008).

I tillegg er avfall en miljøbelastning i form av at det kan forurense vann, luft og grunn, det kan medføre skade- og giftvirkning på både natur og levende vesener, det kan bidra til forsøpling, båndlegging av arealer og ikke minst bidrar det til dårlig utnyttelse av naturressurser (NOU 1990: 28, 1990).

NOU 1990:28, med tittel «Avfallsminimering og gjenvinning», tar for seg ulike aspekter ved avfallshåndtering og miljøbelastningene forbundet med avfall. I rapporten understrekes behovet for en mer bærekraftig tilnærming til avfallshåndtering (NOU 1990: 28, 1990).

I rapporten beskrives avfall som en betydelig kilde til miljøbelastning, med negative konsekvenser for både natur og menneskers helse. Det påpekes at tradisjonell avfallsbehandling, som deponering og forbrenning, medfører utslipp av skadelige stoffer og bidrar til luft-, vann- og jordforurensning. Rapporten legger vekt på behovet for å redusere avfallsmengdene (NOU 1990: 28, 1990).

Videre fremheves det i rapporten at avfallsproduksjonen er økende, og at det er nødvendig med tiltak for å begrense denne veksten. Det påpekes også at avfall kan være en mulig ressurs hvis det håndteres på riktig måte, for eksempel gjennom materialgjenvinning og energiutnyttelse.

Rapporten diskuterer ulike strategier og virkemidler for å redusere miljøbelastningen av avfall, inkludert avfallsforebygging, resirkulering, avfallsbehandlingsteknologi og økonomiske insentiver. Det legges også vekt på behovet for å involvere ulike aktører, som næringsliv, myndigheter og forbrukere, i arbeidet med å redusere miljøbelastningen av avfall (NOU 1990: 28, 1990).

Det pågår et initiativ med hensikt å etablere avfallsfrie byggeplasser, med partnere fra entreprenør- og leverandørleddet i byggebransjen og styringsgruppe med representanter fra blant annet to ulike direktorater. Ifølge initiativet vil et bygg som er produsert avfallsfritt ha 30 % lavere karbonavtrykk enn tradisjonell metodikk (Moen, 2023).

Stortingsmelding 45, «Avfall som ressurs – avfallspolitikk og sirkulær økonomi», fra 2019 er en politisk melding som beskriver regjeringens mål og tiltak for å utvikle en mer bærekraftig avfallshåndtering og sirkulær økonomi i Norge. Meldingen legger vekt på prinsippet om at avfall skal betraktes som en ressurs som kan gjenbrukes og utnyttes på nytt, fremfor å bli deponert eller brent.

Blant de viktigste tiltakene som beskrives i meldingen er å styrke innsatsen for avfallsforebygging, øke gjenvinningen av avfall og redusere avfallsmengdene som havner i deponi. Regjeringen ønsker også å legge til rette for økt bruk av avfall som ressurs i industrien, og stimulere til utvikling av nye teknologier og forretningsmodeller som bidrar til sirkulær økonomi.

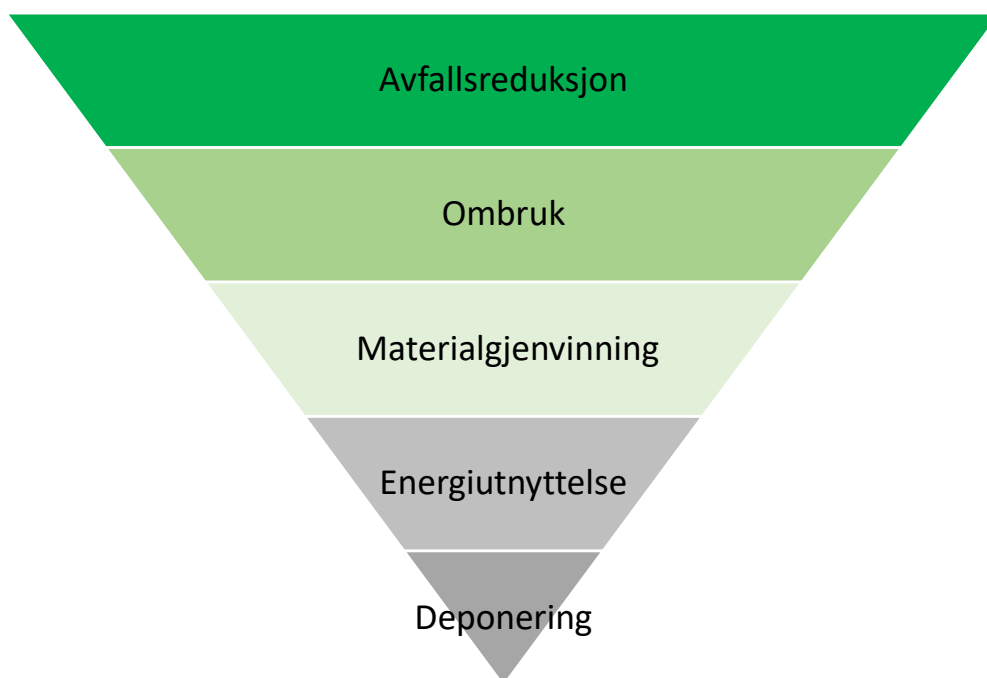
Meldingen vektlegger også betydningen av samarbeid og samhandling mellom offentlige myndigheter, næringslivet og andre aktører for å nå målene om økt gjenvinning og redusert avfall. Det legges også frem konkrete forslag til tiltak innenfor ulike sektorer og områder, som bygge- og anleggssektoren, forbrukersektoren og plastavfall.

Meldingen er en viktig retningsviser for norsk avfallspolitikk og sirkulær økonomi i årene fremover, og gir klare signaler om at bærekraftig avfallshåndtering og ressurseffektivitet vil være sentrale temaer i det norske samfunnet (Meld. St. 45, 2017).

Avfallsfrie byggeplasser kan bidra ved å øke fokuset på materialgjenvinning, gjenbruk og reduksjon av avfall (Bang, 2020). Videre beskriver Bang (2020) at avfallsfrie byggeplasser kan ha en positiv påvirkning på både miljøet, økonomien og arbeidsmiljøet i byggenæringen.

2.4 Avfallspolitikk og sirkulær økonomi

For å vurdere graden av bearbeiding og prioriteringsrekkefølge, er avfallspyramiden et verktøy som viser de ulike tiltakene som bidrar til forbedret ressursutnyttelse. Figur 4 viser avfallspyramiden, og illustrerer fra toppen mot bunnen de beste tiltakene. Ifølge Grønt Punkt Norge er avfallspyramiden gjeldende avfallspolitikk i Norge og EU (Grønt Punkt Norge, 2022).



Figur 4 – Avfallspyramiden, basert på Grønt Punkt Norge (Grønt Punkt Norge, 2022).

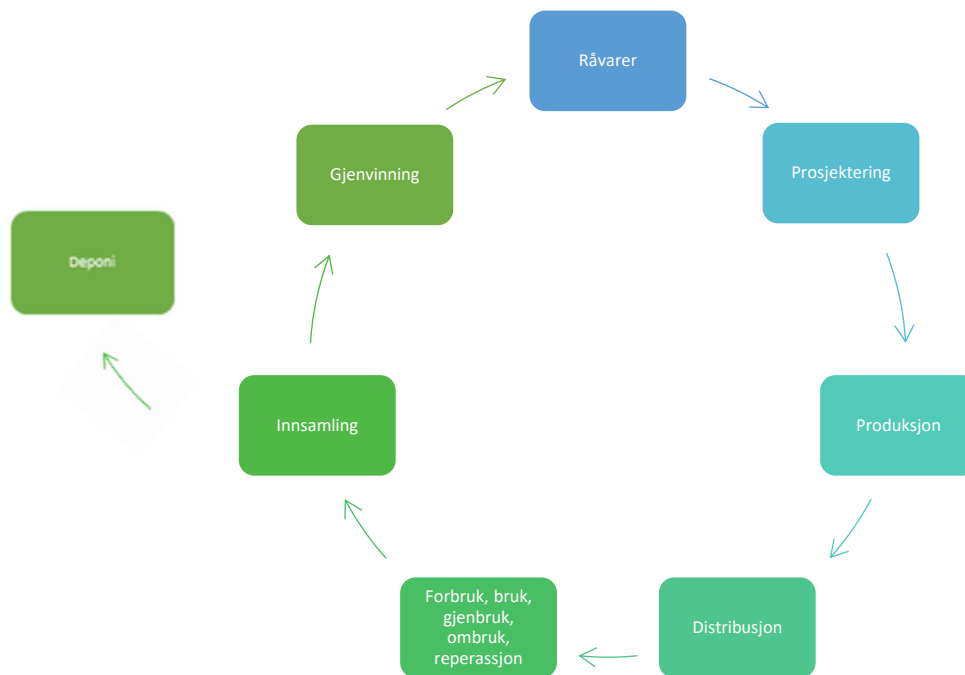
Et annet navn på avfallspyramiden er avfallshierarkiet, som også brukes i Sverige som representasjon over prioriteringsrekkefølgen (Corvellec *et al.*, 2018). Dette verktøyet brukes også i England (Langdon, 2008).

R-rammeverket i EU refererer til de overordnede prioriteringene for avfallshierarkiet som er etablert i EUs direktiv om avfallshåndtering (Stugholm, 2022). R-rammeverket er en forkortelse for de fire trinnene i avfallshierarkiet: Redusere (Reduce), Gjenbruke (Reuse), Resirkulere (Recycle) og Utvinne energi (Recover).

For å gjøre byggebransjen mer bærekraftig anbefales en overgang fra et lineært system for materialer, til en sirkulær prosess (Størseth, 2022). En sirkulær økonomi betyr at materialer og ressurser blir ført inn i et lukket kretsløp som vil redusere råvareuttak og minske deponering. Figur 5 viser et sirkulært kretsløp.

Målet med konseptet sirkulær økonomi er å endre dagens produksjon og forbruk, men det handler ikke kun om å skape lukkede kretsløp. Å bremse dagens forbruk ved å bruke holdbare produkter inngår også i sirkulær økonomi (Leising, Quist og Bocken, 2018).

I Stortingsmelding 45 fra 2017 omtales sirkulær økonomi som et bidrag for å bruke knappe ressurser mer effektivt, og det kan også sees på i større perspektiv hvor hele det naturlige stoffkretsløp med for eksempel karbon, nitrogen og fosfor som i dag overbelastes (Meld. St. 45, 2017).



Figur 5 – Sirkulært kretsløp, inspirert av Miljømerking Norge (Miljømerking Norge, 2022).

Sirkulær økonomi kan bidra til å skape et system der materialer, produkter og ressurser brukes så lenge som mulig, for å minimere avfall og utnytte ressursene på en mer bærekraftig måte. Implementering av sirkulær økonomi i byggeprosjekter kan bli en viktig måte å redusere miljøbelastningen fra byggebransjen, som i dag står for en stor del av avfallsproduksjonen globalt sett (Lange *et al.*, 2020).

Implementering av sirkulær økonomi i byggeprosjekter krever en endring i tenkemåte og praksis, og det vil kreve et tett samarbeid mellom alle involverte parter (Ejlertsson *et al.*, 2018). Det kan også være nødvendig å investere i ny teknologi og infrastruktur for å gjøre gjenbruk og resirkulering mer effektivt, i og med at det er begrenset kunnskap om hvilke valg som gir best miljømessig effekt (Malabi Eberhardt *et al.*, 2021).

2.5 Lover og forskrifter

Det er ulike lover og forskrifter som definerer, omtaler og styrer håndteringen av avfall.

Forurensningsloven, som nevnt i kapittel 2.2, har som hensikt å unngå forurensning. I formålsparagrafen for forurensningsloven er avfallsforebygging definert, men dette blir i liten grad fulgt opp (NOU 2002: 19, 2002).

For alle byggeprosjekter gjelder Byggteknisk forskrift, for øyeblikket versjon 2017 med kortnavn TEK17. Her er det krav til avfallsplan i § 9-6, hvor håndtering av byggavfall skal ivaretas. Videre er det krav til sortering av avfall, hvor minimum 70 % av avfallsvekten skal sorteres. Dette er en økning fra 60 % fra tidligere forskrift. Økningen ble publisert i juli 2022, med en overgangsperiode hvor kravet er frivillig frem til 1. juli 2023.

En annen endring som kom i juli 2022 i TEK17 er § 9-5 Byggavfall og ombruk, som nå har sin egen bestemmelse i to ledd:

- (1) *Byggverket skal sikres en forsvarlig og tilsiktet levetid slik at avfallsmengden over byggverkets livsløp begrenses til et minimum.*

(2) Det skal velges produkter som er egnet for ombruk og materialgjenvinning. Byggverk skal prosjekteres og bygges slik at det er tilrettelagt for senere demontering når dette kan gjennomføres innenfor en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme.

(Direktoratet for byggkvalitet, 2022)

Videre forklarer veiledningen til de første og andre ledd hensikten og intensjonen bak kravet, som er å redusere avfallsmengdene. Som konkrete tiltak anbefales det å velge bestandige materialer som har god levetid, og å ha god og fuktsikker utførelse og oppbevaring av materialer. Videre er leddet som beskriver demontering motivert i lavere totale avfallsmengder hvis byggets produkter kan ombrukes. Her er det konkret henvist til at det skal komme frem hvilke valg som er gjort i prosjekteringen for å sikre tilrettelegging for demontering.

EUs taksonomi er en forordning for bærekraftig finans, og de første kriteriene for reduksjon av klimagassutslipp og klimatilpasning trer i kraft i Norge fra og med 01.01.2023 (Finansdepartementet, 2023). Et av kravene i taksonomien er at minimum 70 % av avfallet fra bygging skal tilrettelegges for ombruk og materialgjenvinning (Nordic Ecolabelling, 2023). Ifølge Nordby og Wærner (2017) ble ca. 55 % av byggavfallet materialgjenvunnet, ca. 31 % til energiutnyttelse og 11 % til deponi.

2.6 Tidligfasens påvirkning

Tidligfase er kritisk for å redusere mengden avfall i som blir produsert i byggeprosessen. Det er i denne fasen mange viktige beslutninger blir tatt om materialer, design, konstruksjon og prosesser som påvirker avfallsmengdene gjennom hele byggeprosessen og levetiden til bygg.

NOU 2002:19 er en norsk offentlig utredning om avfallsforebygging. Rapporten omhandler en rekke temaer knyttet til avfall og avfallsforebygging, og hadde som hovedformål å gi forslag til hvordan Norge kan forebygge og redusere avfallsmengdene, for samtidig å legge til rette for økt gjenvinning og ressursutnyttelse.

Rapporten konkluderer med at avfallsforebygging er en viktig del av miljøpolitikken, og planleggingsfasen i byggeprosjekter legger grunnlag for avfallsforebygging både i byggeperioden og i hele livsløpet til bygget (NOU 2002: 19, 2002). Videre er det behov for å utvikle mer målrettede og effektive tiltak for avfallsforebygging, og peker blant annet på behovet for mer samarbeid mellom ulike sektorer og aktører, samt økt fokus på informasjon og holdningsendringer blant forbrukere og næringsliv (NOU 2002: 19, 2002).

Nasjonal Handlingsplan for bygg- og anleggsavfall (NHP-nettverket) var i 2019 oppdragsgiver for en workshop hvor avfallsreduksjon i prosjekteringsfasen var tema. Wærner og Tabacaru (2020) oppsummerte resultatene fra workshopen i en rapport hvor flere tiltak blir anbefalt. Noen av tiltakene var økt bruk av prefabrikkerte elementer og prekutt, flere demonterbare og ombrukbare løsninger, leasing i stedet for å eie og å planlegge bygg med lengre levetid og økt fleksibilitet. Workshopen inneholdt deltakere fra byggherre/eiere, prosjekterende og entreprenører/byggevarereprodusenter. Rapporten konkluderer med at det finnes et behov for å gjøre endringer i Teknisk forskrift, i §§§ 9-1, 9-2 og 9-5 (Wærner og Tabacaru, 2020). Tiltakene fra rapporten var med å danne grunnlag for endringene som ble innført i juli 2022 (Direktoratet for byggkvalitet, 2022).

Nordby og Wærner (2017) peker på viktigheten av å tenke på avfall allerede i planleggingsfasen av et byggeprosjekt, og understreker at det er lettere og billigere å gjøre endringer på dette stadiet enn senere i prosessen (Nordby og Wærner, 2017). Deretter presenteres strategier og tiltak som kan benyttes for å redusere mengden avfall i byggeprosjekter, blant annet valg av materialer som er enklere å demontere og resirkulere, optimalisering av konstruksjonsdesign for å minimere avfall og iverksette et system for å sortere og gjenbruke avfallsmaterialer.

Prosjekterings- og utviklingsfasen har stor påvirkningskraft på avfallsmengdene, spesielt med tanke på hvilke materialvalg som tas (Haeusler et al., 2021). Videre har valg som medfører mindre materialforbruk, økt grad av prefabrikering og bruk av teknikker som eksempelvis bygningsinformasjonsmodeller (BIM) et dokumentert potensiale for avfallsreduksjon (Haeusler et al., 2021).

Haeusler et al. (2021) konkluderer med at det finnes begrenset med verktøy for å bistå i prosjekteringsfasen med hvilke valg som bidrar til mindre avfall i produksjonsfasen. Samtidig eksisterer det gode strategier og verktøy innen ledelsesteori som kan bidra til å sette søkelys på avfall i byggets livssyklus (Haeusler et al., 2021).

Forskere fra Lund Universitet og Göteborgs Universitet sammenfattet i 2018 resultatene fra sitt forskningsprosjekt «Från avfallshantering till avfallsförebyggande». De kom frem til syv læringspunkter fra prosjektet:

1. Avfallsforebygging oppstår ved at underlag sammenstilles.

Felles initiativ fra flere aktører i hele verdikjeden som samarbeider med målsetning om å forebygge avfall.

2. Aktivister leder arbeidet for avfallsforebygging.

Innovative aktiviteter skapes på grasrotnivå av individer som kan utfordre eksisterende og etablerte mønstre, og har potensiale for å skape endring.

3. Det er vanskelig å spre og oppskalere avfallsforebyggingsinitiativ.

Initiativer kan vise seg å være utfordrende å kommersialisere, og enkeltinitiativ kan legge mer ansvar på individers handlingsmønster foran bedrifters design- og produksjonsprosesser, hvor potensialet for avfallsforebygging er størst.

4. Strukturelle hinder som vanskeliggjør avfallsforebygging.

Avfall blir i dag sett på som en ressurs, til eksempelvis forbrenningsanlegg, og det er ikke gode økonomiske insentiver for å redusere avfallsmengdene. Lovgivning og infrastruktur rundt avfallssystemer kan være hinder, og det er behov for endring av avfallsbransjens syn på avfall for å hindre at avfall oppstår.

5. Avfallsforebyggingspolitikken er uklar.

Avfallsforebygging er et prioritert mål, men dagens politikk legger i praksis ansvaret på konsumenter, kommuner og bedrifter. Tiltak og mål retter seg i stor grad mot å håndtere eksisterende avfall foran å forhindre avfallets opprinnelse.

6. Avfallsforebygging skjer gjennom arbeid med avstand.

Avfallsforebygging krever økt synlighet og kortere avstand til avfall både fysisk og mentalt. Plassering av virksomheter for avfallsforebygging, samt merking av

produkter av hvordan avfallet påvirker kan bidra til å forsterke kobling mellom produkt og avfall, og redusere konsum.

7. Avfallsforebygging handler ikke om avfall.

For å redusere avfallsmengdene må det bygges verdikjeder som er gjennomgående material-, energi- og avfallsgjerrige. Det krever samarbeid mellom ulike aktører, inkludert produsenter, distributører, forbrukere og myndigheter. Avfallsforebygging bør ikke sees på i avfallshierarkiet, da det ikke bør være en del av avfallshåndtering.

(Corvellec *et al.*, 2018)

Leland (2008) kommer med flere anbefalinger for å redusere avfallsmengden i prosjekteringsfasen, og blant annet til endringsdyktige bygg som med prinsipper som generalitet, fleksibilitet og elastisitet. Generalitet beskrives som byggets mulighet for å kunne tilpasses ulike krav uten å endre egenskaper (Arge, 2008). Fleksibilitet er byggets evne til å tilpasses krav ved å endre egenskaper, mens elastisitet er byggets mulighet til å kunne endre sine arealbruk (Arge, 2008).

Zero Waste Scotland er en interesseorganisasjon som har utarbeidet en oppskrift på å prosjektere bort avfall som er oppsummert i fem prinsipper. Omtrent de samme prinsippene er listet opp av Langdon (2018):

1. Planlegge for avfallseffektive innkjøp
2. Planlegge for materialoptimalisering
3. Planlegge for prefabrikkering utenfor byggeplass
4. Planlegge for ombruk, resirkulering og effektiv avfallshåndtering
5. Planlegge for demontering og fleksibilitet

(Zero Waste Scotland, 2018)

NOU 1990:28 oppsummerer noen prinsipper for avfallsminimering som kan anvendes i bygg- og eiendomsbransjen:

- Renere produksjon og bedre produkter
- Påvirkning av forbrukere og næringsliv for avfallsreduserende atferd

Som mer konkrete forslag for avfallsreduserende tiltak valgte utvalget å foreslå økt pris på avfallshåndtering (NOU 1990: 28, 1990).

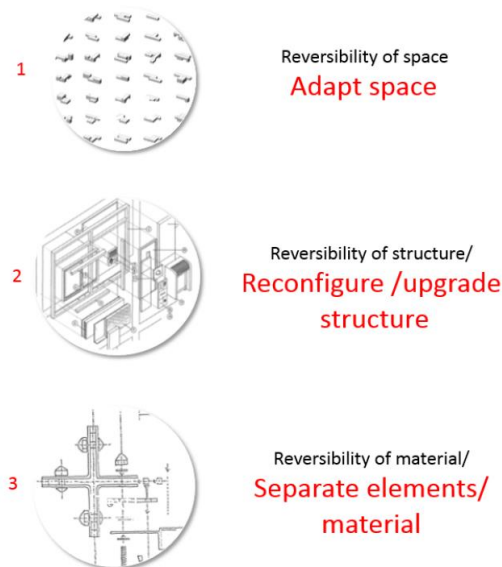
2.7 Reversible bygninger og dekonstruksjon

I tidligfase legges grunnlaget for å redusere avfallsmengdene i bygg, både på kort og lang sikt. Et viktig bidrag for å redusere de totale avfallsmengdene er å prosjektere bygg for demontering, hvor det blir valgt materialer med høy kvalitet og mulighet for reparasjon og utskifting (Leland, 2008). Å prosjektere for demontering er en metode for å skape mer sirkulære bygg, og kalles også reversible bygninger.

Et prosjekt med navn «Buildings as material banks» (BAMB), delvis finansiert av EU-midler, har gitt ut en bok om designstrategier for reversible bygninger. Det beskriver hvordan bygninger kan planlegges for ombruk, gjenvinning og resirkulering av komponentene i en sirkulær modell (Durmisevic, 2019). Videre peker Durmisevic (2019) på tre dimensjoner for å kunne kalle en bygning reversibel:

1. Romlig fleksibilitet i bygningen (spatial flexibility of building)

2. Teknisk fleksibilitet i system og produkter (technical flexibility of systems and product)
3. Fleksibilitet i materialer – demonterbart.

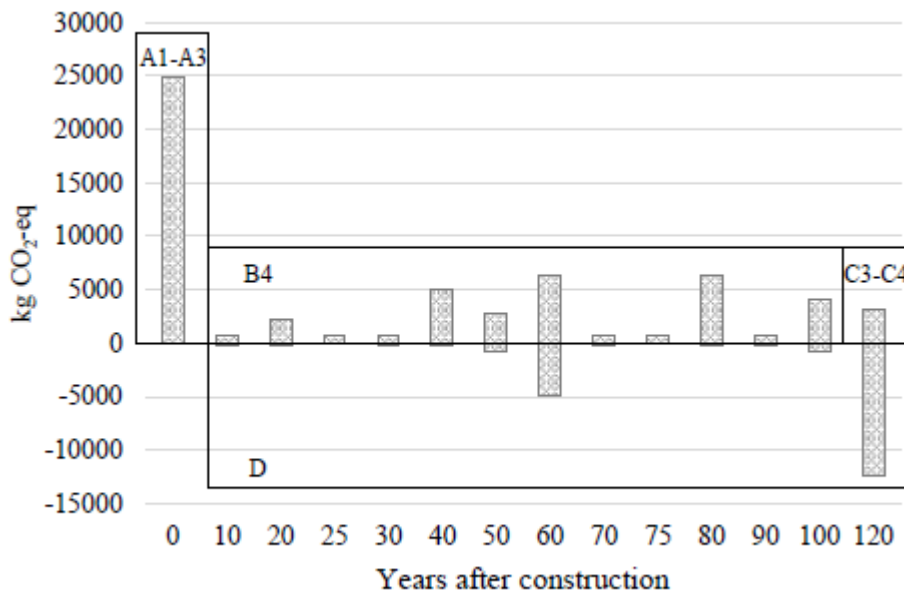


Figur 6 - Tre dimensjoner for reversible bygninger (Durmisevic, 2019).

Design for Disassembly (DfD) er et engelske uttrykk som kan oversettes til prosjektering for demontering. Dekonstruksjon er et tilsvarende begrep som er tatt i bruk innen planlegging de senere år, hvor en større del av nye bygningers komponenter planlegges for demontering og ombruk i fremtiden (O'Donnell og Pranger, 2020).

DfD har blitt brukt for å beskrive demonterbare produkter, hvor bygninger kun er et av produktene. Hensikten er å planlegge for en sirkulær verdikjede i produksjonsleddet, ved å prosjektere for at produktet kan demonteres og komponentene kan ombrukes (Talens Peiró, Ardente og Mathieux, 2017; Durmisevic, 2019).

I 2018 gjennomførte Rasmussen, Birkved og Birgisdottir LCA-beregninger hvor utslippene til et bygg ble beregnet med to ulike prinsipper, et med ombruk og et med DfD. Resultatene av LCA-analysen av DfD-bygget er vist i Figur 7.



Figur 7 - LCA-analyse av et bygg med DfD-konsept (Rasmussen, Birkved og Birgisdóttir, 2019)

I konklusjonen fremkommer det at resultatene i de europeiske standardene EN 15804/15978 for ombruk ga lavere Global Warming Potential (GWP) enn DfD-konseptet. Begrunnelsen er at DfD ikke får en vesentlig fordel i standarden, som setter søkelys på reduksjon av dagens utslipp, og i mindre grad potensialet i fremtidig besparelse. Videre beskrives gjenbruk av aluminium som det største miljømessige bidraget. På tross av volumet og vekten fra betongkonstruksjonen som ble beregnet, så anbefales det å fokusere på elementer med kortere levetid (Rasmussen, Birkved og Birgisdóttir, 2019).

Å planlegge for demonterbare bygninger har også kommet inn Byggteknisk forskrift (TEK17) fra og med 01.07.2022, med et nytt krav § 9.5 punkt 2 hvor det står: «(..)Byggverk skal prosjekteres og bygges slik at det er tilrettelagt for senere demontering når dette kan gjennomføres innenfor en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme.» (Direktoratet for byggkvalitet, 2022).

Mens noen har påstått at det finnes sirkulære bygninger, er det fortsatt svært få eksempler på fullstendig sirkulær arkitektur (O'Donnell og Pranger, 2020). Dette skyldes blant annet begrensninger i dagens tekniske resirkuleringsprosesser, som ofte fører til at materialer nedgraderes i kvalitet. For å oppnå en sirkulær økonomi i byggebransjen må man derfor også se til biologiske materialer som kan dyrkes og gjenbrukes. For å oppnå en sirkulær økonomi i praksis, må arkitekter og byggebransjen se på alternative materialressurser, bruke mindre og gjenbruke mer, og huske på at resirkulering bør være et siste alternativ. En rekke nye produkter og konsepter utfordrer dagens byggebransje, og arkitekter spiller en viktig rolle i å omforme prosesser og tenke sirkulært (O'Donnell og Pranger, 2020).

Det potensielt viktigste bidraget i tidligfase for sirkulær økonomi og bærekraft, er å avdekke om eksisterende bygg og dens bestanddeler kan bestå og bygges om i stedet for å rives (Bjørberg, Sæterøy og Salaj, 2023). Avgrensningene av oppgaven gjør at dette temaet ikke vil bli nærmere utforsket i denne studien.

2.8 Mål og målstyring

Et av suksesskriteriene for prosjektarbeid er at mål settes og deretter innfris, innenfor gitte krav og rammer (Rolstadås *et al.*, 2020). I alle statlige virksomheter er mål- og resultatstyring (MRS) brukt siden 1990, som en metode for å sette og følge opp mål, og deretter lære av metoden med hensikt om forbedring av styring og kontroll (Johnsen, 2015). Metodikken er også nedfelt i «Reglement for økonomistyring i staten», i § 4.

Derimot må målbegrepet defineres ytterligere for å kunne sette gode og korrekte mål, og derfor definerer Rolstadås *et al.* (2020) tre ulike målbegreper:

1. *Samfunns mål*: Nytteverdi for samfunnet på lengre sikt, ikke nødvendigvis konkret, og det kan finnes mange løsninger for å nå målet. Brukes gjerne av det offentlige.
2. *Effekt mål*: Underbygger samfunnsmålene og konkretiserer det mer, ved å definere hva som er ønskelig å oppnå.
3. *Resultat mål*: Prosjektets endelige leveranse, som er enda mer konkret enn samfunns- og effekt mål.

De mest konkrete målene i prosjektarbeid er vanligvis resultat mål, som ofte følger prinsippet SMART:

- *Spesifikt*: Definere hva som skal oppnås, som beskriver hva og hvordan.
- *Målbart*: Må kunne kvantifiseres i en enhet, som for eksempel kg, kroner og tid.
- *Ansvarlig*: Definere hvem som skal sørge for oppfølging og oppnåelse av målet.
- *Realistisk*: Må kunne være oppnåelig og baseres på en virkelighetsforståelse.
- *Tidfestet*: Avsatt tid når målet skal være oppnådd.

(Rolstadås *et al.*, 2020).

Ifølge Nordby og Wærner (2017) er det normalt at avfallsmengdene i dag er på 40-60 kg avfall per kvadratmeter i nybyggprosjekter ekskludert riveavfall. Enkelte pilotprosjekter har hatt målsetting om 15 kg/m², mens flere miljøprosjekter har hatt mål om å ha maksimalt 25 kg/m² (Nordby og Wærner, 2017).

Påvirkningsmulighetene for å nå fastsatte mål er størst i tidligfase (Bjørberg, Sæterøy og Salaj, 2023).

2.9 Miljømerking

Det eksisterer ulike typer merking og sertifiseringsordninger som skal bidra til at byggebransjen skal dokumentere og produsere på en mer bærekraftig måte. Både materialer, bygg og virksomheter kan sertifiseres av ulike aktører og sertifiseringsordninger. I Tabell 1 er det satt opp en oversikt over ulike miljømerkingsordninger.

Tabell 1 - Oversikt over miljømerkinger som inkluderer type, bruksområder og bærekraftskriterier basert på Teknologisk institut (Teknologisk institut, 2019).

	Type		Bruksområde			Bærekraftskriterier		
	Miljø-deklarasjon	Miljømerke/-sertifisering	Bygning	Produkt	Virksomhet	Miljø	Økonomi	Sosiale forhold
<i>BREEAM</i>		x	x			x	(x)	x
<i>Svanemerke</i>		x	x	x		x		x
<i>LEED</i>		x	x			x	(x)	x
<i>EPD</i>	x			x		x		
<i>EU-blomsten</i>		x		x	x	x		x
<i>FSC</i>		x		x		x	x	x
<i>PEFC</i>		x		x		x	x	x
<i>ISO</i>		x			x	x		

I Norge forvalter organisasjonen Grønn Byggallianse blant annet miljømerkingen BREEAM, som har mål om å forbedre miljø og bærekraft i bygg-, anlegg- og eiendomssektoren ved å oppfordre til bruk av miljøsertifiseringsverktøy (Grønn byggallianse, 2022).

I BREEAM NOR versjon 6.0 har det kommet inn poengfordeling for byggavfallsmengder i kg/m² BRA, hvor det gis 1 poeng for ≤ 40 kg, 2 poeng for ≤ 25 kg og «Mønstergyldig nivå» for ≤ 19 kg (Grønn byggallianse, 2022).

Miljømerking Norge forvalter Svanemerket, som er en sertifiseringsordning startet av Nordisk ministerråd i 1989 med hensikt om å gi forbrukere og innkjøpere miljøinformasjon som er troverdig. Svanemerket er det offisielle miljømerket i Norden, og i Norge oppnevnes styret i Miljømerking Norge av Barne- og familiedepartementet (Miljømerking Norge, 2023).

I februar 2023 kom versjon 4.0 av Svanemerket sine kriterier for nybygg. I denne versjonen er kravene fra EUs taksonomi om avfallshåndtering tatt inn som obligatorisk krav (Nordic Ecolabelling, 2023). I tillegg har det blitt lagt til poengkrav for ytterligere sorteringsgrad utover taksonomien, og poeng for avfallsmengder i kg/m² med 1 poeng for ≤ 30 kg, 2 poeng for ≤ 25 kg og 3 poeng for ≤ 20 kg. Hvis bygget består av prefabrikkerte elementer eller moduler, så skal sorterings- og avfallsmengdene være inklusiv avfallet fra fabrikkene som har produsert elementene eller modulene (Nordic Ecolabelling, 2023).

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) er et annet rangeringsystem som i 2018 hadde sertifisert 94 000 kommersielle bygg i 165 land, og er merkingen med størst global gjennomslag (Chi *et al.*, 2020). LEED har blant annet hatt et pilotprosjekt med målsetning om å redusere mengden avfall som havner på deponi fra bygging og riving (O'Donnell og Pranger, 2020). I pilotprosjektet var målet å enten fokusere på enkelte materialstrømmer eller mer overordnet redusere de totale avfallsmengdene.

3 Metode

I emne AAR6043 Vitenskapelige metoder, gjennomført våren 2022, ble masteroppgaven planlagt med hensyn på hvilke metoder som kunne være passende og relevante for denne oppgaven.

Valg av metode, omfang og utvalg av informanter ble vurdert i Vitenskapelige metoder, og er til dels videreført i metodekapittelet.

3.1 Forskningsdesign

3.1.1 Valg av metode

Problemstillingen er hovedgrunnlaget for valg av metode. Vanligvis skilles det mellom to måter å samle inn og analysere data på, i kvalitativ og kvantitativ metode (Bergander og Johnsen, 2006). Kvalitativ metode utforsker informasjon basert på tekst eller muntlig fremstilling, mens kvantitativ metode baseres på målbare data og tall (Olsson, 2019). Skillet mellom de to innsamlingsmetodene kan også deles i hva som produseres av data. Hvis resultatet av metoden kan telles og beregnes statistisk, så er det kvantitativ metode. Hvis resultatet ikke gir data som kan telles, som f.eks. ved intervju eller observasjon, så kalles det kvalitativ metode (Harboe og Eriksen, 2008).

For å svare på problemstilling med tilhørende forskningsspørsmål er det normalt å skille mellom induktiv og deduktiv tilnærming. Deduktiv tilnærming tar utgangspunkt i en hypotese eller teori, og bruker data for å konkretisere og undersøke. Induktiv tilnærming starter uten en teori, men ved å samle data, finne mønster og etablere teorier. Abduksjon er tilnærmingen hvis både deduktiv og induktiv tilnærming brukes (Johannesen, Tufte og Christoffersen, 2021).

Av ulike typer informasjonsinnhenting definert av Olsson (2019) er det valgt intervjuer med nøkkelpersoner, dokumentgjennomgang og bruk av eksisterende data fra systemer, rapporter og lignende. Andre metoder som er vurdert er observasjon, spørreundersøkelse og casestudier, men disse er valgt bort av hensyn til oppgavens omfang.

Denne oppgaven baserer seg i hovedsak på kvalitativ metode hvor det er utført dybdeintervjuer med utvalgte informanter, samt litteratur- og dokumentstudier. Målsetningen ved bruk av dybdeintervjuer er utvidet informasjon fra et strategisk valg av informanter som kan gi et bredt spekter av informasjon fra flere sider innenfor avfallsminimering.

Videre har statistikk og eksisterende data, både nasjonalt og internasjonalt og ned til prosjektnivå blitt hentet inn. Sammenligning gjennom ulike år, land og firma kan gi utvidet data. Analyse og innhenting av statistikken er en del kvantitativ metode.

3.1.2 Reliabilitet, validitet og objektivitet

Pålitelighet og forskningens kvalitet kan kategoriseres i reliabilitet, validitet og objektivitet.

Reliabilitet brukes som en betegnelse på forskningens pålitelighet, hvor det stilles spørsmål om målingen er korrekt. For å måle reliabilitet kan en måling gjøres gjentatte ganger og hvis samme resultat oppstår i flere målinger er det et mål på god reliabilitet eller etterprøvnbarhet (Olsson, 2019). Reliabilitet kan påvirkes av feil i datainnsamling eller analyseprosessen, og kan unngås ved å benytte etablerte metoder for innsamling og analyse.

Validitet brukes som en indikator for forskningens gyldighet, at vi måler det som studien hadde som intensjon å måle. Validitet kan deles inn i tre ulike kategorier; begrepsvaliditet, intern validitet og ytre validitet (Johannesen, Tufte og Christoffersen, 2021).

Begrepsvaliditet handler om at vi stiller de riktige spørsmålene, om teoretiske uttrykk stemmer overens med hva vi bruker i praksis. Intern validitet er en indikator på forholdet mellom årsak og virkning, mens ytre validitet vurderer muligheten for generalisering eller overførbarhet (Johannesen, Tufte og Christoffersen, 2021).

En måte å sikre god validitet i studier på er å bruke representative utvalg, og sørge for at datainnsamlingen er utført i tråd med forskningens plan. Deretter må dataene analyseres og tolkes.

Objektivitet i kvantitativ forskning kalles bekreftbarhet innen kvalitativ forskning (Johannesen, Tufte og Christoffersen, 2021). Datainnsamlingen i kvalitative undersøkelser innebærer vanligvis et relativt lite antall respondenter som medfører at resultatene kan påvirkes av blant annet kontekst og studiens aspekter (Johannesen, Tufte og Christoffersen, 2021). Ved å være selvkritisk, etterprøvnbar i metodikk og ved å kommentere styrker og svakheter ved resultatene kan objektiviteten eller bekreftbarheten styrkes (Johannesen, Tufte og Christoffersen, 2021; Viksund, 2022).

3.1.3 Forskningsprosessen

Johannesen, Tufte og Christoffersen (2021) deler forskningsprosessen i fire faser, som illustrert i Figur 8:



Figur 8 – Fasene i forskningsprosessen, ifølge Johannesen, Tufte og Christoffersen (2021) (Viksund, 2022).

I forberedelsesfasen skal forskningen planlegges. Idé, tema, problemstilling, formål og forskningsdesign inngår i denne fasen. Etter forberedelsene kommer innsamling av data hvor metodevalg kommer til nytte og data skal innhentes. Deretter skal de innsamlede dataene reduseres, analyseres, tolkes og kvalitetssikres. Til slutt skal forskningen rapporteres, som består av å utarbeide presentasjons- og formidlingsmaterial (Johannesen, Tufte og Christoffersen, 2021; Viksund, 2022).

Deler av forberedelsene har blitt utført i faget AAR6043 Vitenskapelig metode, våren 2022. Videre forberedelser ble gjennomført på sommeren og høsten i 2022 ved ytterligere arbeid med problemstilling, forskningsspørsmål, planlegging av metode og undersøkelser. Tidlig på høsten 2022 startet datainnsamling i form av litteraturstudier før

dybdeintervjuer startet i desember 2022. Deretter ble dataanalyse gjennomført før rapporteringsfasen pågikk frem til innlevering.

3.2 Kvalitativ metode

Innenfor kvalitative metoder er det flere ulike måter å samle informasjon, som intervju, observasjon, diskursanalyser og innholdsanalyser som eksempelvis litteraturstudie eller dokumentanalyse (Hjelseth, 1998).

Som datagrunnlag for denne oppgaven er det tatt utgangspunkt i to kvalitative metoder, intervju og litteraturstudie.

3.2.1 Intervjuer

Dybdeintervjuer som metode er benyttet for å få innsikt i enkeltindividers oppfatninger, tanker og erfaringer om emnet. Målsetningen med intervjuene var å samle inn detaljert informasjon om deltakernes perspektiver på forskningsspørsmålene.

For å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene ble det gjennomført 8 dybdeintervjuer i perioden desember 2022 til mars 2023.

3.2.2 Intervjuform

Valg av type intervju påvirker etterprøvnbarheten til den kvalitative metoden. Tre vanlige former for intervjuer er standardiserte, semi-strukturerte og ustandardiserte/åpne intervjuer. Åpne intervjuer skal være uformelle og beskrives som en ustrukturert samtale rundt et tema eller hovedspørsmål. Semistrukturerte intervjuer tar utgangspunkt i en fastsatt intervjuguide, men det tilrettelegges for å snakke rundt temaet og være fleksibel. Strukturerte intervjuer består av på forhånd fastsatte spørsmål og kan sammenlignes med et spørreskjema. I motsetning til spørreskjemaer, så noterer forskeren svarene i undersøkelsen, og kan dermed utdype mer (Johannesen, Tuft og Christoffersen, 2021).

Samtidig kan alle intervjuformer gi ulike svar på like spørsmål hvis det er en annen kontekst (Viksund, 2022). Kvalitative intervjuer er en fleksibel måte å få detaljerte beskrivelser, og intervjuformen bidrar til å gi innblikk i andre menneskers meninger, holdninger og erfaringer (Johannesen, Tuft og Christoffersen, 2021).

Intervjuene er gjennomført som semistrukturerte intervjuer med intervjuguide. Før intervjuene ble det sendt ut intervjuguide med tilhørende databehandleravtale. I intervjuet ble det gitt en muntlig introduksjon til oppgaven og temaet.

Alle intervjuer er gjennomført enten fysisk eller digitalt, hvor lyd har blitt tatt opp og samtalen deretter har blitt transkribert. I tillegg er det utarbeidet et kortfattet resyme av samtalen som oppsummerer samtalen essens for enklere lesbarhet.

3.2.3 Informanter

Informantutvelgelse er en vesentlig ulikhet for kvalitative undersøkelser mot andre metoder. Mens kvantitativ metode kan ha målsetning om et større representativt utvalg, kan utvalget i kvalitativ metode basere seg på forskjellige strategier (Viksund, 2022). Johannesen, Tuft og Christoffersen (2021, s.59) lister opp følgende utvalgsstrategier:

1. *Signifikante enkeltcaser*
2. *Sammenlignende utvalg*
3. *Utvalg basert på gruppekaraktistikker*

4. *Konsept- eller teoribasert utvalg*
5. *Instrumentelt brukte flercaseutvalg*
6. *Analytisk basert utvalg*
7. *Strategisk utvalgsmiks*
8. *Informasjonsrike utvalg*

De forskjellige strategiene har mange underkategorier som kan gi ulike utfall av dataen som blir samlet inn.

I valg av informanter ble oppgaven planlagt med et strategisk utvalg av informanter. Deretter har det tilkommet innslag av snøballmetoden hvor informanter fra det strategiske utvalget anbefalte andre mulige intervjuobjekter.

Det strategiske utvalget er utført med basert på en interessentanalyse, hvor aktuelle informanter ble identifisert. I interessentanalysen ble det også avdekket ytterligere interessenter som kan ha påvirkning på avfallsminimering utover de valgte informantene.

De første informantene er valgt ut av hensyn til stilling, ansvar og forfatters kjennskap, mens supplerende informanter har blitt spurt etter anbefaling og informasjonsinnhenting i intervjuene.



Figur 9 – Interessentanalyse av informanter hvor de første seks boksene er en del av utvalget.

I interessentanalysen og i arbeidet med intervjuer ble det identifisert et utvalg som har påvirkning på avfallsminimering i nyboligprosjekter. Under interesseorganisasjoner kan også politiske organisasjoner innbefattes. De første seks gruppene er representert som informanter i oppgaven, mens konsernledelse, myndigheter og interesseorganisasjoner ikke ble intervjuet.

Antall informanter ble valgt ut fra informasjon og ikke representasjon, noe som er en forskjell fra kvantitative undersøkelser. Det ble gjennomført en vurdering av metning i dialog med veileder, hvor det ble vurdert om flere intervjuer kunne gi mer informasjon enn hva som allerede var samlet inn. Totalt ble det gjennomført åtte dybdeintervjuer.

Bakgrunnen for at tre av interessentgruppene ikke ble intervjuet, var en bedømmelse av metning hvor den innsamlede datamengden ble vurdert som tilstrekkelig for oppgaven.

Tabell 2 viser utvalgsnotering med ytterligere beskrivelse av relevans, samt fordeling av det faktiske utvalget av informanter som deltok i forskningen.

Tabell 2 - Utvalgsnotering av informanter.

Kategori	Relevans	Antall	Antall %
Produksjon/ entreprenør	Kunnskap innen byggefasen, entreprenørvalg, kontrakt og ledelse	3	30 %
Byggherre – prosjektering	Kunnskap innen prosjekteringsfasen, valg av materialer og prosjekteringsledelse	1	10 %
Byggherre – prosjektledelse	Kunnskap innen utviklingsfase, prosjektorganisasjonens mål og oppfølging av verdikjeden. Inkl. øvrige byggherre, med andre kontraktsformer og entreprenører	2	20 %
Byggherre - stabsfunksjoner	Kunnskap innen ledelsesfaget, spesialistkompetanse og strategi	2	20 %
Leverandører/ prosjekterende / underentreprenører	Kunnskap som samarbeidspartner, kunnskap om andre aktører og bransje for øvrig	1	10 %
Forskningsmiljø	Kunnskap og deltakelse i forskning på område.	2	10 %

Tre av informantene ble vurdert til å kunne fylle to eller flere av kategoriene, som forklarer differansen mellom antall informanter og antall i tabellen.

3.2.4 Litteraturstudie

Litteraturstudier innebærer en gjennomgang av eksisterende litteratur og forskningspublikasjoner, og kan danne grunnlaget i en empirisk undersøkelse. Det vil ikke skape ny empiri, men er en sammenstilling av hva som eksisterer (Viksund, 2022; Johannesen, Tufte og Christoffersen, 2021). Olsson (2019) bruker begrepet dokumentgjennomgang og anbefaler at dette gjøres tidlig i forskningsprosessen.

Kriterier for strukturerte litteraturstudier er ifølge Johannesen, Tufte og Christoffersen (2021) er at det skal være et systematisk valg av primærstudier, problemstillingen i litteraturstudien skal være tydelig og resultatene i primærstudiene skal analyseres og

kvalitetssikres. Videre deler Johannesen, Tuft og Christoffersen (2021) type dokumenter inn i primærkilder, sekundærkilder og tertiærkilder. Av dem er primærkilder den med høyest signifikans, mens sekundær- og spesielt tertiærkilder er et eller flere ledd unna primærkilden og bør gjennomgås og sjekkes (Viksund, 2022).

Litteraturstudie er gjennomført i form av en kvalitativ innholdsanalyse (Johannesen, Tuft og Christoffersen, 2021).

Søk i etablerte databaser, spesielt Oria og Google Scholar, har gitt resultater i både norsk og utenlandsk litteratur. Det har resultert i et utvalg av rapporter, bøker, artikler og master-/bacheloroppgaver. Søkeordene som er benyttet kommer også frem i innholdsanalysen og inkluderer både norske og engelske søkeord som blant annet «avfallsminimering», «avfallsreduksjon», «sirkulær økonomi i byggebransjen», «waste reduction», «design», «construction waste».

Videre er nettsøk og kildesøk fra annen litteratur brukt og vurdert, hvor det er både offentlige og private virksomheter og interesseorganisasjoner som har utarbeidet dokumenter, veiledninger, utredninger og rapporter. Eksempler på litteratur som er funnet via søk er Norsk offentlig utredning (NOU) fra 1990 og 2002. Blant interesseorganisasjoner er et eksempel Bygg21, som er opprettet etter mandat fra Kommunal- og moderniseringsdepartementet for å forbedre bygg- og eiendomsbransjen innen produktivitet og bærekraft (Bygg21, 2023). Andre kilder er NHP-nettverket som er iverksatt for å bidra med tiltak for å klare målene i «Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall» (NHP-nettverket, 2022).

Dataanalyse er en kritisk del av forskningsprosessen og involverer å trekke ut meningsfulle funn fra innsamlet data. I denne studien ble en kvalitativ innholdsanalyse brukt for å analysere dataene fra litteraturstudien og intervjuene. Innholdsanalyse innebærer å systematisk kode og kategorisere dataene for å identifisere temaer og mønstre som kan besvare forskningsspørsmålene.

For å ivareta kvalitetssikring av litteraturstudien er kildene kategorisert i innholdsanalysen, både med hensyn på hvem som har publisert litteraturen, forfatterne, språk samt en vurdering av relevans og kvalitet. I tillegg er søkeord som er brukt og funnet inkludert i matrisen. En vurdering av relevans er også lagt inn i kolonner hvor hvert forskningsspørsmål er vurdert fra 1-3.

Et utsnitt av innholdsanalyse er vist i Figur 10, og er vedlagt oppgaven i Vedlegg 3.

Litteraturstudie for masteroppgave										Forskningsspørsmål					
Nr	Forfatter / Organisasjon	Tittel	År	Publisert/Institusjon	Koder	Funnet via database	Språk	Søkeord	Relevans 1-5	Vurdering	Relevant innhold	Forskningsspørsmål			
												1	2	3	4
1	Storseth, Svein Oda	Det er seg selv. Vi har ikke noe valg. Alternativene er ikke bærekraftig	2022	NTNU	301	Oria	Norsk	Ombruk, bærekraft, bygg- og eiendomsbransjen	4	veileder	Bærekraft i bygg- og anleggsbransjen, kjemisk, avfall m.m.	+	+++		
2	Mørk, Hanna	"Barne rakettket": Muligheter og barrierer for ombruk i byggindustrien.	2022	NTNU	53	Oria	Norsk	Ombruk, bærekraft, bygg- og eiendomsbransjen	3	Relevant, men noe annet ståsted	Ombruk	+++	+		
3	Rønningen, Olav	Bygg og anleggsavfall. Avfall fra nybygging, rehabilitering og ombygging. Resultater og metoder	2000	Sentralbyrå	36	558	Norsk	Avfall, bygg- og anlegg, statistikk	4	Relevant statistikk, men eldre. Begrepsbruk og forklaringer er relevant.	Avfallsmengder, begrepsbruk. Interessant å se om det er noen utvikling de siste 22 årene eller om tallmateriale er relevant			+	+++
4	Kjellström, Mattias	Avfallsminimering	2019	Diva portal	40	Diva portal	Svensk	Avfallsminimering, bygg og anlegg, waste management in construction, waste minimization	4	Bacheloroppgave på Örebro universitet	Waste minimization, avfallsminimering	+	+		
5	Eksell, Tomas	Hilber Avfallshandtering	2012	Diva portal	60	Diva portal	Svensk	Avfallsminimering, hllbarhet	3	Relevant, men ikke fullt nyttig	Avfallsminimering, tiltak for avfallsreduksjon	+	+		
6	Nguyen, Minh	Asterbruk av byggmateriale	2019	Diva portal	50	Diva portal	Svensk	Ombruk, bygg, waste minimization, reuse of building materials, sustainability	6	Relevant, tiltak for avfallsreduksjon er nyttig, diskusjon rundt ombruk.	Delvis relevant, tiltak for avfallsreduksjon er nyttig, diskusjon rundt ombruk.	+	+		
7	Kjeller, Lasse	DP 118 Ombruk av stål og tilknyttede byggematerialer	2018	d	72	Oria	Norsk	Ombruk, bygg og anlegg	4	Rapport utarbeidet av særrådgivningsorganisasjon	Relevante muligheter for ombruk av stål, hindre i lov- og regelverk, undersøkelser	+	+	+	
8	Grønn byggallianse	Ombrukskartlegging og bestilling - slik gjør du det	2021	e	56		Norsk	Ombruk, bærekraft, bygg- og eiendomsbransjen	4	Rapport utarbeidet av interesseorganisasjon og 4 statlig utbygger/bygger. Høy legitimitet	Verktøykasse for andre, kildehenvisning med gode rapporter og undersøkelser		+	+	
9	Bygg21	Bygg og eiendomssektorens betydning for klimagassutslipp	2018	bygg21	31		Svensk	Bygg og eiendomssektoren, klimagassutslipp, bærekraft	4	Rapport bestilt av statlig myndighet og bransjen i samarbeid, vurdert at det er brukte legitime kilder	Tiltak for bygg- og eiendomssektoren, klimagassregning og sammenstilling av relevante tall		+	+	+
10	Høglintatveit	MINNSKADE UTSLAPP I VÅREKEDJAN	2022		31		Svensk	Klima i bygg og anlegg	3	Relevant, men ikke fullt nyttig	Har intervjuet flere bransjer, blant annet bygg og anlegg innen hvordan klimamål i organisasjonen kan nås.	+	+++		
11	Dillon Pranger	The Architecture of Waste : Design for a Circular Economy	2021	Elsevier	Oria -> Ebsco		Engelsk	Design waste management	3	Bok, forfatter som jobber på universitet, innspill fra flere prestisjefulle universiteter	Design for mindre avfall, grafisk bok, informasjon som er relevant for introduksjon, men ikke spesifikk på BAE	+	+++		
12	NOU 1990: 28	Avfallsminimering og gjenvinning	1990	Stat	83	Søk	Norsk	Avfallsminimering	3	Eldre, men god utredning av status i 1990	Avfallsminimering generelt, noen få prinsipper, hinder	+++	+		
13	NOU 2002: 18	Avfallsforebygging En visjon om livskvalitet, forbrukerbærvighet og kreftsløpning	2002	Stat	183	Søk	Norsk	Avfallsforebygging, sirkulærøkonomi	3	Eldre, god utredning, delvis relevant, men mer som forbrukere enn profesjonelle	Avfallsreduksjon, status, sirkulærøkonomi	+	+		
14	Grønn byggallianse	BREEM-NOR v.6.0 for nybygg	2022	e	Søk		Norsk	Avfallsminimering	3	Sertifiseringskrav, ikke et vitenskapelig dokument, men gode akseptert og forskrevet i BAE-bransjen både nasjonalt og internasjonalt	Avfallskrav, sirkulærøkonomi, ombruk		+		+++
15	Zero Waste Scotland	Designing Out Construction Waste	2018	Scotland	Søk		Engelsk	Designing out construction waste	3	Ikke vitenskapelig forankret eller dokumentert, men angir bransjespesifikke tiltak	Avfallsminimering, ombruk, avfallsreduksjon	++	+++	+	

Figur 10 - Utklipp fra strukturert litteraturstudie med innholdsanalyse.

Dataene har også blitt kodet og kategorisert i programvaren NVivo. På den måten har relevante temaer og underliggende mønstre blitt identifisert. Temaene ble vurdert ut fra deres relevans for forskningsspørsmålene og omfanget av dataene som støttet hvert tema. Etter at temaene var identifisert, ble det gjennomført en ytterligere analyse for å sammenligne og kontrastere respondentenes synspunkter.

3.2.5 Svakheter ved kvalitativ metode

Bruk av kvalitativ metode kan ha noen begrensninger innen generalisering og pålitelighet, siden det er et mindre utvalg av studieobjekter. Det kan med andre ord være utfordrende å være trygg på om funnene er representative for en større del av populasjonen (Gjersvik, 2022).

3.2.6 Forskningsetikk

I forskningsprosessen er det vesentlig at etiske retningslinjer blir fulgt for at forholdet mellom mennesker blir ivaretatt (Johannesen, Tufte og Christoffersen, 2021).

Johannesen, Tufte og Christoffersen (2021, s. 45-46) trekker frem tre hensyn innen forskningsetikk som retningslinjer:

1. *Informanters rett til selvbestemmelse og autonomi.*

Deltakerne i forskningen skal være basert på frivillighet, og informantene skal kunne trekke seg på hvilket som helst tidspunkt uten begrunnelse.

2. *Forskerens plikt til å respektere informantens privatliv.*

Informantene sine personopplysninger og tilgang til opplysninger om privatlivet skal ivaretas, og håndteres i slik at informanter ikke blir identifisert.

3. *Forskerens ansvar for å unngå skade.*

Deltakerne skal ikke utsettes for belastning eller komme i vanskelige situasjoner på grunn av forskningen.

I denne studien har informantene fått tilsendt samtykkeskjema med prosjektbeskrivelse i forkant av intervjuer, basert på mal fra Norsk senter for forskningsdata (NSD). Meldeskjemaet for behandling av personopplysninger har også blitt vurdert av NSD som lovlig. Informantene er anonyme i oppgaven og ingen sitater er knyttet til enkeltindivider.

3.3 Kvantitativ metode

Kvantitativ metode er en forskningsmetode som bruker tall for å beskrive og analysere data (Johannesen, Tufte og Christoffersen, 2021). I denne metoden samles data gjennom eksempelvis strukturerte spørreskjemaer, spørreundersøkelser eller ved observasjon av hendelser som måles og sammenlignes. Disse dataene blir deretter analysert ved hjelp av statistiske verktøy for å identifisere mønstre, sammenhenger og for å trekke konklusjoner om den undersøkte populasjonen.

En mulighet med kvantitativ metode er å samle inn data fra et stort antall respondenter, som kan gi en bredere og mer representativ oversikt over populasjonen. Ved anvendelsen av statistikken er det spesielle statistiske prosedyrer som tas i bruk for å analysere den innsamlede dataen (Johannesen, Tufte og Christoffersen, 2021).

Imidlertid er det også viktig å være klar over begrensningene ved kvantitativ metode. Det kan være vanskelig å samle inn data som er fullstendige og representative for populasjonen, og det er en risiko for at dataene kan være forvrengt eller misvisende. Det er derfor viktig å være kritisk til hvilken kilde man benytter og hvordan dataene blir analysert.

Innsamling av dokumenter og statistikk er benyttet i oppgaven for å blant annet vurdere ulike avfallsfraksjoner og sammenligne statistikk fra databaser med kvalitativ data.

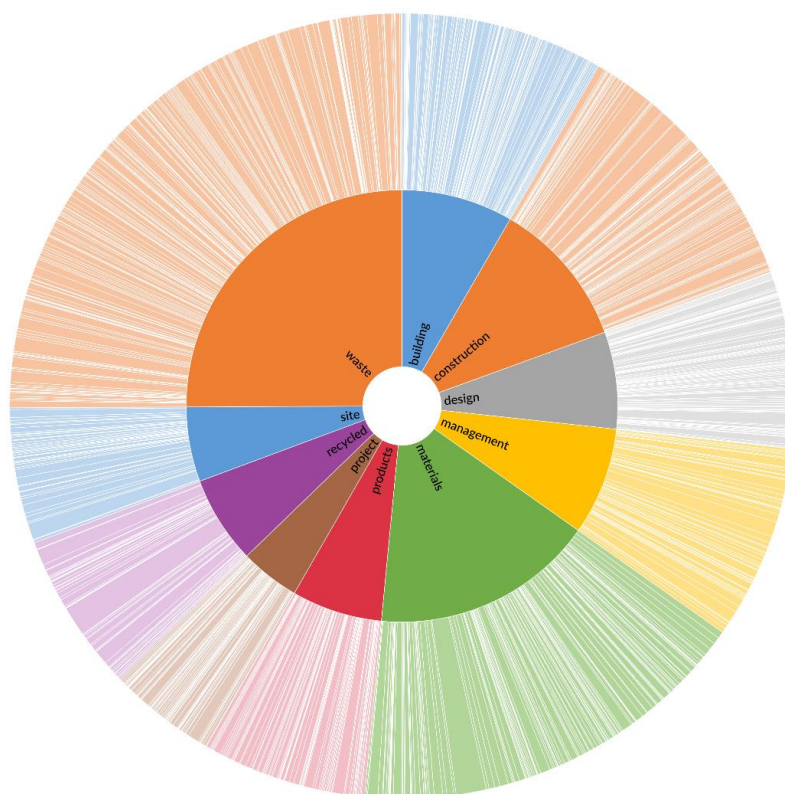
4 Funn i litteraturstudiet

I dette kapittelet presenteres funnene fra litteraturstudiet som omhandler hvordan byggenæringen kan planlegge mindre avfall på byggeplasser. Undersøkelsene inneholder en rekke relevante artikler, rapporter og bøker som tar for seg ulike aspekter ved byggavfall og avfallsreduksjon på byggeplasser. Gjennom denne studien er det samlet inn data og analysert informasjon om ulike strategier og verktøy som kan brukes for å redusere avfallsmengden i byggeprosjekter, samt hindringer og utfordringer som kan oppstå underveis.

For å presentere funnene er forskningsspørsmålenes tema blitt benyttet som overskrifter. Gjennom en systematisk gjennomgang av aktuell litteratur er ulike temaer og perspektiver beskrevet i litteraturstudiet. Dette kapittelet gir en oversikt over eksisterende kunnskap på området, og er videre benyttet som grunnlag for videre diskusjon og analyse i oppgaven.

Som bakgrunn har bygg-, anlegg- og eiendomsbransjen en stor påvirkning på avfallsmengdene og uttak av nye råvarer i en global skala (Lange *et al.*, 2020; Leising, Quist og Bocken, 2018). En overgang til en sirkulær økonomi, hvor ressursene forblir innen samme kretsløp vil bidra til reduserte utslipp og råvareuttak (Leising, Quist og Bocken, 2018; Ejlertsson *et al.*, 2018).

Som analyseverktøy har blant annet NVivo blitt bruk for å kategorisere funn i litteratur. Figur 11 viser søkeord fra engelsk litteratur som har kommet ut av NVivo.



Figur 11 - Hierarki-kart fra NVivo med søkeord i engelsk litteratur.

4.1 Hinder

I 2022 kom en rapport bestilt av NHP-nettverket, som blant annet pekte på transportkostnader ved retur eller videresending av brukbare produkter, kvalitetskrav, standarder og skepsis i bransjen som en barriere for å redusere avfallsmengdene (Jentoft *et al.*, 2022).

Økonomiske hinder og manglende industrialisering er pekt på som en utfordring (Leland, 2004; Knoth, Fufa og Seilskjær, 2022). Dette baseres på mangel på infrastruktur for ombruk, økt tids- og ressursbruk, manglende eller krevende dokumentasjonsarbeid og at kostnadene for ombruk i flere tilfeller overstiger nye produkter (Knoth, Fufa og Seilskjær, 2022; Hart *et al.*).

Leland (2004) refererer til et testprosjekt i Trondheim hvor det ble bygget en firemannsbolig av gjenbruksmaterialer fra blant annet et lagerbygg. Erfaringen viser til at det er et økonomisk hinder ved å gjenbruke materialer, siden kostnaden var høyere ved ombruk enn den ville vært ved å bruke nye materialer (Leland, 2004). I det aktuelle prosjektet manglet også materialene garanti, noe som er en ytterligere barriere for ombruk mot nye materialer (Leland, 2004).

Mangel på vilje, motivasjon eller kunnskap, også omtalt som manglende kultur for avfallsreduksjon eller søkelys på sirkulær økonomi, fremheves som et tydelig hinder (Hart *et al.*, 2019; Bang og Andersen, 2022). Videre vises det til manglende forståelse av teknologi som et hinder for å utnytte mulighetene for effektivisering av allerede eksisterende data (Bang og Andersen, 2022).

Selv om byggeprosjekter er komplekse og kan involvere mange ulike aktører, er det viktig å prioritere tilstrekkelig tid og ressurser i prosjekteringsfasen for å planlegge miljøriktig og redusere avfallsmengdene (Leland, 2008). Det kan inkludere å vurdere alternative materialer og konstruksjonsmetoder som kan bidra til å redusere avfallsmengdene, både på kort og lang sikt.

Videre kan manglende planlegging og tilstrekkelig kompetanse hos innkjøpsansvarlige være hindre for økt bruk av sirkulære løsninger i byggeprosjekter (Medeiros, 2021). Dette kan inkludere manglende kunnskap om alternative materialer og konstruksjonsmetoder, eller manglende forståelse for hvor man kan finne slike løsninger. Tilstrekkelig planlegging og kompetanse hos innkjøpsansvarlige kan derimot være suksessfaktorer for økt bruk av sirkulære løsninger i byggeprosjekter, da dette kan bidra til å finne alternative materialer og konstruksjonsmetoder som reduserer avfallsmengdene og øker resirkuleringen av materialer (Medeiros, 2021).

Feilprosjekterte løsninger kan føre til at materialer må kastes og erstattes med nye, noe som øker avfallsmengdene. Manglende koordinering mellom ulike aktører i byggeprosjektet kan også føre til at materialer og ressurser blir brukt på en ineffektiv måte og øker avfallsmengdene. Endringer etter byggestart kan også føre til økt avfallsmengde, da det kan være vanskeligere å planlegge ressurser og materialbruk når byggingen allerede er i gang (Muhwezi, Chamuriho og Lema, 2012).

I juli 2022 ble endringer i TEK17 publisert, som et resultat av blant annet en rapport fra en workshop i 2019 om «Avfallsreduksjon i prosjekteringsfasen» (Wærner og Tabacaru, 2020). I workshopen deltok byggherrer/eiere, prosjekterende fag, entreprenører og byggematerialeprodusenter. Rapporten sammenstilte argumenter, fordeler og ulemper med avfallsreduksjon i prosjekteringsfasen som kom frem i workshopen. For å

kategorisere argumentene for og imot avfallsreduksjon som kom frem i workshopen er et utvalg av resultatene sammenstilt i Tabell 3, hvor kategorisering av muligheter og hinder/barrierer er delt inn i:

- Kultur
- Design
- Kostnad
- Tid og ressurser

Tabell 3 - Sammenstilling av resultater fra Workshop om avfallsreduksjon i prosjekteringsfasen (Wærner og Tabacaru, 2020).

Kategori	Muligheter	Hinder/barriere
<i>Kultur</i>	Miljøengasjement	Endring av dagens praksis
	Informasjonsdeling	Klimaskeptisk
	Samfunnsansvar	Manglende kravstilling
	Eierskap og stolthet	Manglende erfaring/kompetanse
	Attraktiv arbeidsplass	For mange krav allerede
	Nytt og spennende	
<i>Design</i>	Bedre planlegging	Ser ikke pent ut
	BREEAM-poeng	Begrensning i kreativitet
	Kreativitet	Ensformig
	Identitet	
<i>Kostnad</i>	Grønne lån	Økt kostnad i tidlig fase
	Redusert pris	Risiko for stopp
	Mindre kostnad for avfallshåndtering	Plass til lagring
<i>Tid og ressurser</i>	Goodwill hos myndigheter	Manglende ordninger for retur
	Kortere byggetid med prefabrikkering	Økt overvåking for å unngå sløseri

4.2 Avfallsreduksjon i tidligfase

En studie av offentlige bygg og næringsbygg viste at aktiv involvering av sluttbruker i tidligfase kan gi forståelse av bærekraftige valg og verdi av livssyklus kostnader (LCC) (Boge *et al.*, 2018). Siden nyboligprosjekter vanligvis prosjekteres før kjøper og sluttbruker får kjøpt boligen, kan involvering av produksjonspersonell kunne bidra til valg av materialer og teknikker som er mer bærekraftige.

En anbefaling er å utarbeide en miljøplan tidlig i prosjektet, hvor konkrete mål for miljøarbeidene kan settes (Leland, 2008). Her kan en plan for byggets materialbruk og -valg settes, mål for endringsdyktighet og utskiftbare bygningskomponenter defineres.

En annen metodikk som kan bidra til reduserte avfallsmengder på byggeplass er økt bruk av BIM og eksisterende data i modellene, for mindre materialforbruk, mer korrekte bestillinger og mengdeberegninger (Bang, 2020) (Haeusler *et al.*, 2021).

Ved å gå over til større grad av prefabrikkering vil avfallsmengdene bli redusert med opp til 84,7 % på byggeplass (Ajayi *et al.*, 2017). Valg av metodikk som eksempelvis prefabrikasjon må i hovedsak tas i tidligfase for å kunne brukes i produksjonsfasen (Haeusler *et al.*, 2021). For å gå over til sirkulær økonomi i byggebransjen er det et behov for standardisering av produkter (Lange *et al.*, 2020).

I en studie hvor 85 ulike entreprenører i Kampala i Uganda deltok, påpekes det at unøyaktigheter i spesifikasjoner, på tegning eller materialvalg utenfor standardiserte produkter, ofte kan resultere i økt avfall. I tillegg fører ofte sene endringer mens produksjon pågår til riving og behov for økte mengder materialer (Muhwezi, Chamuriho og Lema, 2012).

Leland (2008) viser også til at bygg må prosjekteres for demontering. I dette ligger bevisste materialvalg hvor det anbefales noen prinsipper:

- *Benytt færrest mulig materialer og komponenter.*
- *Benytt materialer som kan gjenbrukes.*
- *Benytt komponenter med få typer av bestanddeler (monomaterialer). Begrenset materialutvalg forenkler sortering, muliggjør kvalitetskontroll og ombruk.*
- *Benytt komponenter av moderat størrelse og lett vekt.*
- *Benytt komponenter med standard dimensjoner/moduler. Byggesystemer kan muliggjøre ombruk ved at deler kan demonteres og monteres inn i andre bygg.*
- *Benytt bestandige materialer som tåler gjentatt demontering og montering.*
- *Unngå overflatebehandlinger som vanskeliggjør gjenvinning og ombruk*
- *Unngå giftige og farlige materialer. Dersom giftige materialer ikke kan unngås, bør enkelt kunne identifiseres og demonteres.*

(Leland, 2008, s.8)

Design for Disassembly (DfD) innebærer de samme prinsippene, altså planlegging for demontering som brukes om reversible bygninger (Durmisevic, 2019). Prinsippene for materialvalg og produktvalg har som hovedhensikt å gjøre bygget hardført og forbedre levetiden. Samtidig kan prinsippene bidra til reduserte avfallsmengder på byggeplass, ved at eksempelvis enkeltkomponenter som blir ødelagt i byggeprosessen kan byttes ut.

Rasmussen, Birkved og Birgisdottir (2019) viser til at de europeiske standardene ikke gir DfD en fordel i beregninger av GWP, mens ombruk gir større potensiale. Bakgrunnen for dette er at LCA-beregninger belønner reduksjon av utslipp på kort sikt mer enn langsiktige utslipp.

4.3 Ledelse og målstyring

Effektiv prosjektledelse er en nøkkelaktør i avfallsreduksjon, og suksesskriterier er å sette klare prosjektmål og styring av suksessfaktorer i prosjektene (Ajayi *et al.*, 2017). Dette vil bidra til å optimalisere tidsstyring, kvalitet og kostnader, og har stor påvirkningskraft til å redusere avfallsmengdene.

Korrekt innkjøp av materialer sammen med trygg oppbevaring og lagring på byggeplass pekes på som en viktig faktor for å redusere avfallsmengdene (Muhwezi, Chamuriho og Lema, 2012). Ineffektiv bruk av materialer er en annen årsak til avfall, og en stor del av dette anses som unødvendig (Bang og Andersen, 2022). Det bør derfor legges vekt på å optimalisere bruken av materialer for å unngå unødvendig avfall.

En endring i prosjektarbeidets faser, der leverandører med tilhørende verdikjede involveres før materialvalg tas, kan bidra til å skape mer sirkulære bygg (Leising, Quist og Bocken, 2018). Ved å involvere leverandører tidlig i prosessen, kan man velge materialer som er enklere å skifte ut eller medfører mindre avfall i montasje eller produksjon.

Bang (2020) beskriver at en avfallsfri byggeplass kan oppnås gjennom en kombinasjon av planlegging, samarbeid mellom aktørene i byggeprosjektet og riktig bruk av teknologi og logistikk. En avfallsfri byggeplass kan føre til at det blir mindre behov for avfallshåndtering og transporter, og kan dermed potensielt redusere kostnadene i byggeprosjektet (Bang, 2020). Videre understreker Bang (2020) at en avfallsfri byggeplass kan ha positive effekter på arbeidsmiljøet og sikkerheten på byggeplassen, da en mer strukturert og effektiv håndtering av materialer kan bidra til å redusere risikoen for ulykker og skader på arbeidstakere.

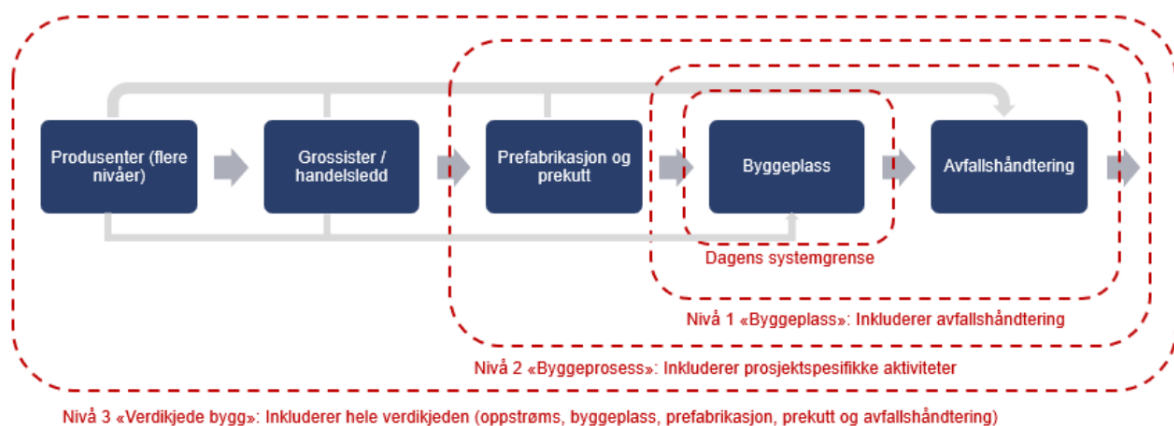
Njærheim og Lima-Eriksen (2021) viser til forutsigbare, målbare krav i oppdragsbeskrivelser og kontraktsformularer som en viktig bidragsyter for å kunne forbedre ytre miljø i offentlige bygg- og anleggsprosjekter (Njærheim og Lima-Eriksen, 2021). Innkjøp av entrepriser og leverandører hvor avfallsminimering er en del av kontrakten, vil kunne bidra til å øke bevisstheten og mulighetene for å redusere avfallsmengdene.

4.4 Avfallsmål

Prosjektsuksess blir i mange tilfeller vurdert basert på måloppnåelse på tid, kostnad og kvalitet (Haddadi, Johansen og Bjørberg, 2017). Videre viser Haddadi, Johansen og Bjørberg (2017) til andre suksesskriterier som prosjektmål innenfor både produktivitet, funksjonalitet og miljømessig bærekraft. Under miljømessig bærekraft vil avfallsmål kunne være et målbart og oppnåelig suksesskriterium.

Det kan vurderes å delvis flytte ansvaret fra de som er ansvarlig for håndtering av avfallet over til produktdesign, ved for eksempel å inkludere avfall i produktdeklarasjoner som eksempelvis EPD. Dette kan gi mulighet for produsenter og leverandører til å bli bevisste på avfallsmengdene som oppstår, spesielt på emballasje (Jentoft *et al.*, 2022).

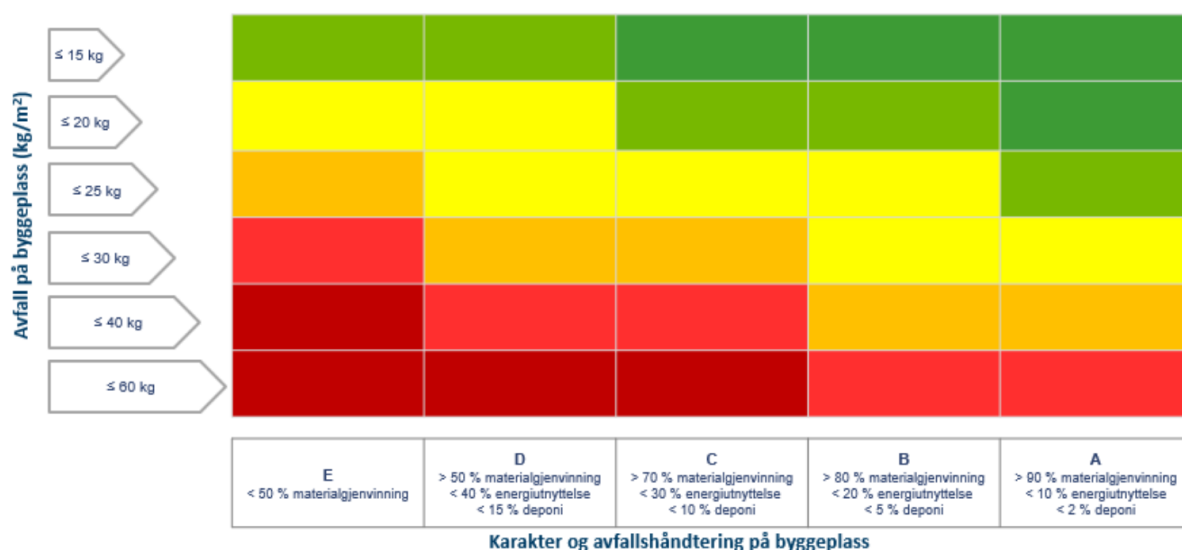
ConZerW peker på dagens systemgrense for avfall på byggeplass som en utfordring ved dagens praksis med måling av avfallsmengder. Ved å eksempelvis prefabrikkere deler av byggets bestanddeler, så flyttes restmaterialer og avfall fra byggeplass til produsentleddet. Det foreslår en trinnvis utvidelse av systemgrensen som vist i Figur 12.



Figur 12 - Foreslått trinnvis utvidelse av systemgrense for avfall (Fufu et al., 2022)

Videre har forskningsprosjektet ConZerW foreslått en merkeordning i for å vurdere byggeprosjekter sine resultater på avfallsmengde og samtidig håndteringen av avfallet (Fufa *et al.*, 2022). Den foreslåtte merkeordningen kan minne om energimerkeordningen

for bygg, hvor det gis en karakter for energiforbruk og en farge for opphavet til energibæreren, fremstilt i Figur 13.



Figur 13 - Foreslått merkeordning for avfall, som hensyntar mengde og håndtering (Fufa et al., 2022)

Wærner (2019) anbefaler offentlige krav til avfallsmengde per m², og skriver at avfallsmengdene i dag trolig er rundt 50-60 kg/m² og burde bli redusert til 15-20 kg/m².

Samarbeid mellom offentlige myndigheter og virksomheter innen bygg- og anleggsindustrien kan føre til aktivt arbeid innen byggeavfallsreduksjon, men i motsatt tilfelle og ved manglende samarbeid vil derimot virksomhetene reagere passivt på endret politikk, og det er nødvendig med tilsyn og kontroll. (Wang *et al.*, 2021; Wang, Wang og Hung, 2022) Økonomiske insentiver for å holde avfallsmengdene lave vil kunne få bransjen til å reagere raskt og tilpasse seg, ved eksempelvis å innføre høyere gebyr ved for høye avfallsmengder (Wang *et al.*, 2021; Wang, Li og Yang, 2022).

En metode for å sette mål og følge dem er å bruke miljømerking, som eksempelvis Svanemerke eller BREEAM, hvor det gis poeng for reduserte avfallsmengder.

4.5 Hovedfunn

I litteraturstudiet fremkommer det at det er flere hindre, spesielt innen modenhet og felles forståelse for avfallsreduksjon. For å prosjektere reduserte avfallsmengder anbefales endring i hele verdikjeden, som er avhengig av blant annet økt standardisering.

Digitalisering og økt bruk av eksisterende data og teknikk kan bidra til å eksempelvis redusere materialforbruk. Forbedret kunnskap og kulturendring blant både prosjekterende og ansvarlige i prosjekter kan være til hjelp for å ta valg som reduserer avfallet.

Videre anbefales konkrete mål om maksimal avfallsmengde i nybygg. De siste seks årene varierer avfallsmengdene fra 15 til 60 kg/m² i nybyggprosjekter i Norge. Miljøsertifisering kan være en metodikk for å fastsette sammenlignbare mål.

5 Funn i intervjuer

Funnene fra intervjuene er fra informanter fra flere boligutviklere/byggherrer, entreprenører og et ekspertintervju. Alle informanter er anonymisert.

Intervjuguide og databehandleravtale er vedlagt som henholdsvis Vedlegg 1 og Vedlegg 2.

5.1 Informanter

Det er gjennomført 8 intervjuer hvor representanter fra boligutviklere er hovedandelen. I tillegg er andre byggherrer og entreprenører som arbeider og har erfaring fra ulike næringer blitt intervjuet. For å få en bredde i svarene, har det vært et ønske å få flere perspektiver fra roller som enten kan påvirke eller blir påvirket av avfallsmengdene. Det har også blitt gjennomført intervju med to personer med erfaring med forskning innen temaet avfallsreduksjon eller -minimering.

Intervjuene varte ifra 45 til 90 minutter, og ble gjennomført enten fysisk med opptak eller digitalt ved hjelp av Microsoft Teams med opptak.

Respondentene er oppdelt i to grupper:

- A-respondentene arbeider med bolig (5).
- B-respondentene arbeider med næring, forskning eller både bolig og næring (3).

Informantene hadde fra 9 til 30 års erfaring fra arbeid i bygg- og eiendomsbransjen.

5.2 Oppsummering

Av de 8 informantene hadde alle direkte eller indirekte erfaring med byggeprosjekter og avfallshåndtering. To av respondentene har ikke arbeidet direkte i byggeprosjekter, men hadde likevel kunnskap innen området eller hadde indirekte vært involvert.

I Figur 14 fremkommer hvem som svarte på hvilke spørsmål fra intervjuguide.

Resultater fra intervju															KV / 05.03.2023	
Spørsmål/ informant	1		2		3			4			5			6		
	a	b	a	b	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	
A1																
A2																
A3																
A4																
A5																
B1																
B2																
B3																

Figur 14 - Svarmatrise fra dybdeintervjuer

I Tabell 4 følger en sammenstilling av funn fra dybdeintervjuer, oppdelt i hinder og muligheter, og med hvilke respondenter som tok opp temaet.

Tabell 4 - Oppsummering av resultater fra intervjuer

Hinder:	Muligheter:
Kultur og holdninger (A2, A3, A5, B1, B3)	Mer prefabrikking/elementproduksjon (A1, A2, A3, A4, A5, B1, B3)
Emballasje (A1, A2, B2, B3)	Innkjøp, kontrakter, bestillinger, leverandører/UE-er (A1, A2, A3, B1, B2, B3)
Midlertidige konstruksjoner på byggeplass/kostnader (A2, A3, A4, B1)	Materialvalg (A1, A2, A4, B1, B2, B3)
Myndighetskrav, regelverk (A1, A2, A3, B1)	Palleretur (A1, A2, A3, A4, B3)
Oppbevaring/lagring (A2, A3, B2, B3)	Materialkvalitet (A1, A3, B2, B3)
Kundeforventninger, toleranser, avvik (A1, A3)	Teknikk, som f.eks. skanning (A1, A3, B2, B3)
Manglende/utilstrekkelig kunnskap (A2, B1)	Lederskap (A1, A2, A3, A5, B3)
Overbestilling/svinn (A2, A3)	Avfallsmål (A1, A4, A5, B3)
Manglende/utilstrekkelig planlegging (A2, B1)	Prekutt av materialer (A3, A4, B2, B3)
Standardisering, eks. stålrør (A2, A3)	Emballasje/flerbruksemballasje (A1, A4, B2, B3)
Systemgrense (B1, B3)	Ombruk (A2, A5, B1, B3)
Manglende styring/verktøy (A1, A3)	Bonusmål (A2, A4, A5)
Plass på byggeplass (A4)	Logistikk (A1, A3, B2)
Manglende kommunikasjon/grensesnitt (A4)	Standardisering (A1, A3, B2)
Overdimensjonering (A1)	BIM, kalkulasjon (A3, B1, B3)
Tid (A2)	Miljømerking (A2, B2)
Ressurser/oppfølging (A4)	Verdikjede (A2, B1)
Valg av fasadekonstruksjon (A4)	Mer fokus – konkurranse (A1, A4)
Monteringsanvisninger (A4)	Grensesnitt, utsparinger m.m. (A3)
	Utforming av bygg (B3)
	Slanke/fjerne unødig leveranse (A1)

Manglende teknologi og infrastruktur (B1)	Personlig engasjement (A3) Fleksibilitet, generalitet, elastisitet (B2) Samarbeid i bransjen (B3) Kitting (B3)
---	---

5.3 Hinder for avfallsreduksjon

I starten av intervjuene ble det stilt spørsmål om hva som er årsaken til at avfallsmengdene ikke reduseres, om det eksempelvis finnes metoder eller regelverk som er hinder for reduserte avfallsmengder.

Innen lovverk eller forskrifter, så finnes det krav til dokumentasjon av materialer og produkter, men ingen krav til maksimal avfallsmengde. Det er krav i TEK17 til sortering av avfallsvekten, men det oppleves av respondentene som relativt uambisiøse krav. Det er ikke et felles lovverk som omtaler systemgrensen på hva som skal medtas av avfall, noe som kan føre til variasjoner i innrapportert avfallsmengde. Eksempelvis er det ingen krav til at produkter som sendes videre til ombruk skal medtas i avfallsregnskapet, og det kan diskuteres om det er rett eller galt. Det fører til utslipp og flere transporter, men ender ikke opp hos avfallsleverandør.

Et eksempel på krav til dokumentasjon, er løftestropper for heising av materialer. Noen løftestropper er kun godkjent til engangsbruk. Bruk av slike engangsstropper er utbredt og flergangsbruk ansees som en mulig sikkerhetsrisiko, som dermed fører til at stroppene ender opp som avfall. Videre løfter flere av respondentene frem paller, blant annet europaller, som en stor kilde til avfall hvor lovverket tillater at de kastes.

Håndverket skal utføres i henhold til standarder som har toleranser på arbeidet, men det informeres om at det ikke nødvendigvis er i tråd med kundens forventning. Mindre riper, hakk og andre ujevnheter i nye boliger kan føre til at fullt fungerende produkter blir kastet av estetiske årsaker, for å tilfredsstille kundene.

Standardstørrelser kan føre til økt kapping og svinn, noe som øker avfallsmengden. Et eksempel på dette er monteringen av gipsplater, hvor monteringsanvisninger krever at gipsplateskjøter skal forskyves minimum 100 mm fra åpninger på grunn av fare for oppsprekking i hjørner. Kappet fra gipsplatene blir i all hovedsak avfall.

Det stilles ikke krav til å dokumentere avfallsmengde i miljødeklarasjonen EPD i dag. For å kunne måle avfallsmengdene av et produkt bør hele verdikjeden tas med, men det kan likevel oppstå avfall utenom produsent- og installasjonsleddet. Et eksempel er ompakking og emballering hos grossistledd som vanskelig vil kunne fanges opp i produsenten sin EPD.

«Det største hinderet og barrieren har vært å få alle med på laget»

Flere av respondentene forteller at sorteringsgraden har økt veldig de siste årene, og det fremheves at det er relativt enkelt å sette inn tiltak for å forbedre sortering. Avfallsreduksjon er derimot mer komplekst. For å redusere avfallsmengdene er det behov for å endre kultur, slik at alle deltar og gjør en innsats. En kulturendring medfører mer detaljert planlegging og flere strukturer som bygger opp under en felles målsetning.

En av respondentene fortalte at selskapet vedkommende arbeidet i hadde startet en arbeidsgruppe for avfallsreduksjon og -sortering, med deltakere fra alle selskapets regioner. Videre var det delegert ansvar til alle prosjekter for avfallsreduksjon med oppfølging til arbeidsgruppen. Hensikten med arbeidsgruppen var å informere, fordele ansvar og oppgaver for arbeid med sortering og avfallsreduksjon. På tross av tiltaket ble det fortalt at avfallsmengdene ikke har blitt merkbart redusert. Det kan tyde på at tiltakene for å skape kultur ikke har vært tilstrekkelig forankret i organisasjonen. Når oppgaver tildeles uten at det medfører økte ressurser, blir opplevelsen at avfallsreduksjon ikke er en prioritert oppgave.

I et av intervjuene ble det påpekt at alle prosjekter utarbeider en myndighetspålagt avfallsplan før igangsetting, men det er i dag ingen konsekvenser ved høyere mengde enn planlagt. Mens sorteringsgrad blir fulgt opp på månedlig basis i avfallsrapporter, er det lite styring og oppfølging på vekt. To av informantene påpeker at det mangler et verktøy for oppfølging av avfallsvekt, som tar hensyn til byggefasen til prosjektet og gi gode prognoser for endelig avfallsmengde. Det fører til lite styring og oppmerksomhet på avfallsmengder. En informant mente tiden er et hinder, mens en annen informant trakk frem mangel på personell for oppfølging.

En annen informant nevner en usikkerhet i hva som skal måles og medtas, og svakheten ved vekt og volum. Systemgrensen er vanligvis satt til avfall som leveres til mottak, men det kan produseres langt mer enn det som sendes til avfallsmottak.

Det er også begrensede analyser og verktøy som kan gi indikasjoner på hvordan et prosjekt ligger an i avfallsmengde. Mens avfallsleverandørene rapporterer på sorteringsgrad slik at det er mulig å påvirke den, så er det mer usikkert hva prognosen er på endelig avfallsmengde basert på fremdrift. To av respondentene fremhevet mangel på verktøy som et hinder for oppfølging av avfallsvekt.

Emballasje rundt varer, av ulike typer plast, isopor og trevirke utgjør en vesentlig andel av avfallsmengdene. Det opplyses om at det er en nødvendig med emballasje for å frakte og lagre varer uten at det oppstår skader. En risiko ved å redusere emballasje er at produktene som fraktes kan bli ødelagt og dermed blir til avfall.

Et annet hinder er at en del underentreprenører kan få mer betalt for å øke avfallsmengden, ved å få betalt for alle materialene som tas inn selv om det kastes. Dette gjelder spesielt ved kontrakter med mengdejustering på leverte materialer.

Kostnaden på enkelte av byggematerialene er per i dag for lav, som fører til at byggeplasser erstatter gjenbruksprodukter med engangsbruk. Eksempler på dette er midlertidige balkongrekkverk og andre provisoriske konstruksjoner som enkle stillas.

Mangel på materialer på byggeplass fører til at håndverkere ikke er produktive, noe som har store kostnads- og fremdriftsmessige konsekvenser.

Generelt pekes det på gips og trevirke som stor andel av avfallsmengdene i boligproduksjon, trolig på grunn av at begge produkter er billige. Samtidig vurderes det

at trevirke er en fornybar ressurs og gips er et materiale med stor mulighet for gjenvinning. Det gjør at klimaavtrykket ansees som lite.

Data på avfallsmengder gir et tydelig bilde på mengde og fraksjoner som blir kastet på byggeplasser, men det forklarer ikke hva som er årsaken til at produkter blir kastet. For å kunne få mer korrekte data og sette inn tiltak bør det utføres plukkanalyser i avfallscontainere for å sette inn riktige målrettede tiltak.

Manglende teknologi og infrastruktur, eller manglende praktisk anvendelse av eksisterende data kan føre til at overberegning av materialforbruk for å være på den sikre siden. Ved bestilling av materialer legges det inn tilleggsmengder i flere ledd for kapp, svinn og ødeleggelser.

5.4 Avfallsminimering i tidligfase

Seks av intervjuobjektene hadde egen erfaring, og alle hadde kjennskap om tidligfase i prosjektarbeid.

Alle informantene nevnte industrialisering, enten som prefabrikkering, modulisering eller prekutt, som bidrag til å redusere avfallsmengdene. Med økt ferdiggrad på elementer tatt inn på byggeplass vil avfallsmengden i produksjonsleddet bli vesentlig redusert. Derimot er ikke hele verdikjeden tatt med, og det er dermed ikke gitt at avfallsmengden reduseres ved prefabrikkering. Med samme utførelsesmetodikk som på byggeplass vil den totale avfallsmengden potensielt økes hvis det kreves emballasje for å frakte elementene. En av informantene hadde mistet troen på prefabrikkering, men mente prekutt hadde større effekt.

En nylig erfaring som ble nevnt var et prosjekt som valgte plassbygget yttervegg. I det tilfelle endte prosjektet opp med 8 kg ekstra avfall per m² mot tilsvarende prosjekter som brukte prefabrikkert yttervegg. Den økte avfallsmengden var i hovedsak gips og trevirke. Ved prefabrikkering blir svinnet liggende igjen på fabrikk.

«Det som vi foreløpig har opplevd, er at avfallsproduksjonen i fabrikk er mye større enn det vi trodde at vi skulle være»

Standardisering av produkter er et eksempel som kan bidra til reduserte avfallsmengder. Det er allerede standardiserte størrelser på flere produkter, men standardiserte byggemetoder blant flere aktører kan føre til at planlegging kan gjøres med utgangspunkt i allerede bestemte metoder. Samtidig påpekes det at standardisering også kan føre til økte avfallsmengder, og et eksempel som blir trukket frem er stålkjernepeler. Stålrørene som brukes leveres i 3 og 6 meters lengder og all rest må skjæres bort. Restmaterialene i stål blir avfall, og den høye vekten av stål fører til store avfallsmengder. Selv om stål vanligvis blir 100% gjenvunnet, så er det fortsatt ressurskrevende å omgjøre.

Rammeavtaler med leverandører hvor avfallsreduksjon tas med i arbeidsmetodikken kan redusere blant annet engangsemballasje. Engangspaller brukes av mange leverandører av byggematerialer, og mange slike paller blir kastet som treavfall. Krav til retur av paller tilbake til leverandør kan føre med seg et vesentlig bidrag til avfallsreduksjon.

Gjennom avtaler hvor det kreves retur av emballasje kan det medføre at leverandører får et større insentiv for å redusere engangsprodukter og en lineær materialflyt.

I kontrakter og samarbeid med rådgivere, arkitekter og leverandører kan det gjøres tiltak for å bidra til avfallsminimering. De prosjekterende kan vurdere nødvendighet av produkter og optimalisering av produksjonsunderlaget. Korrekt og samordnet produksjonsunderlag kan bidra til mindre avfallsmengder, eksempelvis med riktig prosjekterte utsparinger slik at kjerneboring unngås. Betongavfall gir mye vekt og kan unngås ved god planlegging og samarbeid i prosjekteringsfasen.

Ved å beskrive produkter som er holdbare og har høy kvalitet kan det oppstå mindre skader på byggeplass, som igjen fører til avfall. En av informantene mener at innerdører og parkett er spesielt sårbare for fukt, transport og montasje.

Sluttkundene som kjøper en bolig har en berettiget forventning om feilfrie overflater, men resultatet kan ofte føre til at velfungerende komponenter byttes ut av estetiske årsaker. Ved å reparere mindre feil i stedet for å skifte ut, kan avfallsmengdene reduseres.

Arkitektur og estetisk uttrykk kan medføre økte avfallsmengder, for eksempel ved å ha bordforskaling på murer, som gir et annet uttrykk enn systemforskaling som kan brukes flere ganger. Bygg som har organiske former og varierende etasjehøyder fører i dag til økte avfallsmengder, på grunn av at svært mye må tilpasses på byggeplass og ikke kan prekuttes eller -fabrikkeres.

Teglfasader som har mønster eller forbandt for å gi et spesielt uttrykk fører til at standardiserte mursteiner må tilpasses til bygget i stedet for at bygget er et resultat av tilgjengelige materialer.

Flere av informantene hevder at avfallsmengdene ikke vurderes i tidligfase ved valg av produksjonsmetodikk og materialer. Dette er lite hensyntatt hos både bestiller og prosjekterende.

En mulighet som finnes er å benytte teknologiske hjelpemidler, som BIM-modeller for å ta ut og beregne mengder. Ved bruk av eksisterende data kan det bidra til presise bestillinger, og mengden svinn og kapp trenger ikke overdrives. Samtidig tas ikke alle fordelene med BIM i bruk, hvor vi lager modeller med mye informasjon som ikke utnyttes videre i tilstrekkelig grad. Det kan skyldes mangel på kompetanse og forståelse.

Planlegging for avfallsreduksjon kan utvides til flere områder enn kun det som leveres til avfallsmottak. En informant viser til et prosjekt hvor en underjordisk garasje ble hevet i prosjekteringsfasen med en meter fra allerede godkjent rammetillatelse. Ved den beslutningen ble massene som måtte kjøres bort redusert med mer enn 100 lastebillass. Bortkjøring av masser medtas ikke i avfallsregnskapet, og klimaavtrykket av den beslutningen kan ha større betydning enn mange andre tiltak.

Flexibilitet, generalitet og elastisitet er begreper som ikke er så mye brukt innen boligbygg, men flere prinsipper kan gi reduserte avfallsmengder, spesielt i bruksfasen. En bolig kan også bli solgt mens den bygges, og mulighet for å gjøre kundetilpasninger som ikke fører til at monterte produkter skal kastes, vil kunne bidra til reduserte avfallsmengder.

5.5 Prosjektledelse

Før selve produksjonsfasen starter inngås kontrakter med entreprenører og leverandører. I denne fasen planlegges utførelsen i samarbeid mellom aktørene.

Informantene opplyser at kontraktsformularer kan inneholde noe tekst som omhandler avfall og ytre miljø. I byggeprosjekter følges sorteringskrav opp i stor grad, mens avfallsmengde i liten grad blitt aktualisert og kontrollert. En tydeliggjøring i kontraktsformularer med krav til avfallsminimering, som deretter følges opp av prosjekt- og anleggsledelse er en mulighet for avfallsreduksjon. I dag mangler kontraktene klare krav og insentiver. Et annet forslag er å etablere en bonusordning for lav avfallsvekt for underentreprenører, etter modell som allerede er gjennomført for høy sorteringsgrad.

Videre vil innkjøpsavtaler og leverandørbestillinger stille krav til avfallsretur, emballasje og frakt. Leverandører som må ta med seg emballasje tilbake fra byggeplass får et insentiv for å redusere og muligens ombruke emballasje, noe som vil kunne redusere avfallsmengden i hele verdikjeden.

For entreprenører kan det kreves planlegging av eget arbeid, ved for eksempel kitting der alle produkter som skal inn i en leilighet pakkes og tilpasses på forhånd. Ved å låse mengdene kan det også bidra til at entreprenører ikke kjøper unødige materialer.

«Sorteringsgraden ble synliggjort, og i menneskets natur så ønsker vi ikke å være dårligst»

Lederskap i prosjektene trekkes frem av flere informanter som en suksessfaktor, hvor godt forankrede mål med tilhørende oppfølging er nødvendig. En utfordring er begrensede ressurser, hvor det pekes spesielt på tid og personell på byggeplasser. For at avfallsreduksjon skal prioriteres må det følges opp og forankres i prosjektledelsen. Erfaringer fra byggeplasser hvor enkeltpersoner hadde holdninger om å ha god avfallsledelse er at vi klarer å gjøre svært mange tiltak.

Dårlig eller feil planlegging fører til økte avfallsmengder. Et eksempel i et prosjekt var innkjøp av ferdiginndelte fasadeplater med forborrede hull for innfesting, hvor målene som ble oversendt var feil og store mengder plater ble kastet. Intensjonen var god, men utførelsen medførte helt motsatt resultat, altså vesentlig økte avfallsmengder i stedet for reduserte.

En del av avfallsmengdene i dag kommer fra manglende planlegging av arbeidsoperasjoner og manglende prosjektering. I dag beskrives materialer med noe svinn, deretter bestilles det med ytterligere toleranser som ofte kan medføre dobbel mengde kapp.

Uklare grensesnitt mellom ulike fagområder kan føre til at enkelte deler av bygget ikke blir planlagt tilstrekkelig. Det kan føre til at løsninger må på plass på kort tid, uten en tverrfaglig og helhetlig vurdering. Slike uklare grensesnitt kan ofte føre til endringer på allerede bygde deler, og dermed mulig økning av avfallsmengdene.

Med dagens byggemetodikk vil det alltid være toleranser og avvik i bygg, som betyr at planlegging ikke kan være helt nøyaktig. Det må dermed enten planlegges med

tilpasningsmuligheter eller tas i bruk tekniske hjelpemidler, som for eksempel skanning, for å få tilstrekkelige mål i byggetiden.

For øyeblikket er markedssituasjonen og leveransesikkerheten i bransjen svært usikker, som fører til at det blir kjøpt inn større mengder enn nødvendig og tidligere enn nødvendig. Det medfører mer lagring og flytting av materialer, som igjen fører til mer svinn. Ved å legge inn presise bestillinger, hvor det ikke planlegges for stor buffer, vil det kunne føre til mindre avfall.

Midlertidige konstruksjoner og riggprodukter kan også planlegges i større grad, eksempelvis ved å bruke festivalgulv for å lage trygge adkomster i stedet for engangsprodukter som kryssfinerplater.

Innbæring og logistikk er et fagområde som sees på som en løsning for mye av materialsvinnet. Ved å planlegge bedre for logistikk, transporter og oppbevaring på byggeplass, kan store avfallsmengder grunnet ødelagt emballasje, u hensiktsmessig oppbevaring og lagring unngås.

5.6 Avfallsmål

Fire av respondentene hadde deltatt i prosjekter med avfallsmål på antall kg per areal. Ingen av dem hadde opplevd særlig grad av oppfølging av måltallet etter produksjonsstart.

«Avfallsminimering var ikke et høyt fokus i prosjektet»

Det bør settes mål tidlig i prosjektene, slik at det kan inkluderes i planleggingen av bygget, tas med i kontrakter, og sette inn tiltak som følges opp fra starten av. De siste årene er det eksempler fra prosjekter som er sertifisert med BREEAM, og dermed har fulgt opp målene. Et suksesskriterium er å forankre målet blant alle som har påvirkning.

Virksomheter som setter egne mål bidrar til utvikling og kulturendring, men et godt mål alene bidrar ikke til reduksjon. Det er nødvendig med god oppfølging, aktive tiltak og endring av kultur.

Flere informanter peker på at det ikke finnes gode verktøy for å anslå avfallsmengde basert på fremdrift i prosjektet, noe som gjør oppfølging vanskelig. Til sammenligning blir sorteringsgrad av avfallet målt kontinuerlig i månedlige rapporter, og blir deretter avstemt i prosjektene. Slik følges sorteringsgrad opp på en strukturert måte.

Tre respondenter peker på individuell bevegelig lønn, også kalt bonus, som et mulig bidrag for å sette søkelys på å redusere avfallsmengdene. Det pekes også på muligheten for at slike mål kan ødelegge motivasjon og gi uheldige virkninger grunnet personlige økonomiske konsekvenser.

Ved spørsmål om hva avfallsmål i vekt bør være, hevdes det at det er mulig med 15 kg/BTA med best mulig håndtering og gode forutsetninger. Derimot krever dette endret byggesystem, økt grad av prefabrikking og at vi ser på byggeplass isolert. Miljømerking som BREEAM og Svanemerke gir nå poeng på avfallsmengde. Et firma hadde et mål i sin region på under 19 kg/BTA.

Systemgrensen for avfall på byggeplassen kan gi risiko for å flytte avfallet til et annet sted i verdikjeden. Å isolert se på avfallsmengde uten å vurdere klimaeffekten av de ulike tiltakene kan også gi feil prioriteringer. En annen utfordring som pekes på er at vi måler vekt i stedet for eksempelvis volum, som fører til at reduksjon i avfall som plast- og pappemballasje blir nedprioritert i prosjektene.

5.7 Hovedfunn

Felles for de fleste informantene var tydelighet rundt manglende kultur, og behovet for å endre tankesett. I denne kategorien anbefales blant annet målrettet lederskap, både internt og eksternt, som tiltak som kan bidra til endring.

Det finnes ingen krav til maksimal avfallsmengde innen lovverk eller forskrifter, og det er ingen felles lov som omtaler systemgrensen for hva som skal medtas av avfall, noe som kan føre til variasjoner i innrapportert avfallsmengde. Videre blir fullt fungerende produkter kastet av estetiske årsaker, for å tilfredsstille brukerens forventninger uavhengig av standardene.

Det stilles ikke krav til å dokumentere avfallsmengde for produkter i dag. Videre er det en utfordring å finne avfallsmengden for hele verdikjeden for en vare, for det kan oppstå i ledd som ikke inkluderes fra produsent eller mottaker. Det er i dag ingen konsekvenser ved høyere mengde avfall enn planlagt, og det er lite styring på vekt.

Intervjuobjektene nevner blant annet prefabrikkering, modulisering og prekutt som metoder for å redusere avfallsmengden. Standardisering av produkter og byggemetoder kan også bidra til reduserte avfallsmengder, men det kan også føre til økte avfallsmengder i enkelte tilfeller.

Det kan være fordelaktig å ha rammeavtaler med leverandører for å redusere engangsemballasje, og krav til retur av paller kan også bidra til avfallsreduksjon. Samarbeid mellom de ulike prosjekterende aktørene for å oppnå korrekt og samordnet produksjonsunderlag, vil kunne bidra til mindre avfallsmengder. Videre nevnes det at beskrivelse av produkter som er holdbare og av høy kvalitet kan føre til mindre skader på byggeplassen, som igjen fører til mindre avfall. Det påpekes også at arkitektoniske valg og estetisk uttrykk kan føre til økte avfallsmengder.

Andre forbedringspotensialer som anbefales er høyere kvalitet på materialene, økt bruk av tekniske hjelpemidler som eksempelvis BIM og samarbeid med leverandører og entreprenører. Det påpekes også at reduksjon av engangsemballasje er et område med stort potensiale.

Flere av informantene hadde jobbet i prosjekter med avfallsmål på kg/BTA, men ingen hadde opplevd oppfølging av målene på noe vis. I motsetning blir sorteringsgrad på avfallsmengdene fulgt opp gjennom hele prosjektet. Flere informanter nevnte manglende verktøy som tar hensyn til avfallsmengde i forhold til prosjektets fremdrift som et hinder, samt manglende ressurser. Miljøsertifisering anses som et godt verktøy for å sette mål som blir fulgt opp.

6 Diskusjon

Som utgangspunkt for diskusjonskapittelet er litteraturstudiet og intervjuer med ulike informanter i bransjen lagt til grunn. Det finnes flere mulige gevinster ved avfallsreduksjon, både sosialt, miljømessig og økonomisk.

Sosialt kan avfallsreduksjon bidra til flere arbeidsplasser i nye forretningsmodeller, som eksempelvis ombruk.

Miljømessig kan reduserte materialforbruk, og dernest avfallsreduksjon, kreve mindre ressurser til utvinning, transporter og arealer. Forurensning av både jord, luft og vann kan reduseres ved at deponering minimeres, samt at råvareuttaket begrenses.

Økonomisk kan også mindre materialforbruk, færre transporter og deponiavgifter kunne bidra til reduserte kostnader.

6.1 Hinder

Kapittelet har til hensikt å svare på forskningsspørsmål 1, som handler om hvilke hinder som finnes for å redusere avfallsmengden i nyboligprosjekter.

I litteraturstudiene kommer det frem at det er flere hindre, som i stor grad bekreftes i flere av intervjuene.

Flere studier har konkludert med at standardisering av materialer er avgjørende for å redusere avfallsmengdene i byggeprosjekter. Imidlertid påpeker flere av informantene at standardisering også kan føre til økt avfall i enkelte tilfeller, for eksempel når det gjelder innvendig og utvendig platekledning. Standardstørrelser på gips kan føre til økt kapping og svinn, noe som øker avfallsmengden. Informantene påpeker at vissheten om at gips er materialgjenvinnbart kan føre til at ressurseffektivitet ikke er like viktig.

Upresise mål og toleranser medfører at tegningsmaterialet i den prosjekterte løsningen ikke nødvendigvis stemmer overens med realiteten. Å vekte forskjellen mellom standardisering og tilpasning er en utfordring med tanke på avfallsmengde.

Digitale hjelpemidler, som gir tilstrekkelig beregninger av materialmengder er ikke tilstrekkelig utviklet og tatt i bruk. Et eksempel som kom frem i intervjuene er platekledning som kjøpes i standardformat, og kappes på byggeplassen. Det er fullt mulig å kjøpe ferdig tilpassede fasadeplater, men dette gjøres sjeldent i dag. Noe av årsaken er at det koster mer å prefabrikkere riktige størrelser enn å tilpasse på byggeplassen, og det er en risiko for at toleransene i dagens nybygg gjør at den prosjekterte størrelsen ikke nødvendigvis passer.

Et økonomisk hinder for avfallsreduksjon er at arbeidstiden er i dag mer verdifull enn en del materialer. Å risikere at byggeplassen hindres av manglende materialer medfører i dag at det ofte kjøpes inn mer enn nødvendig mengde materialer, for å unngå stillstand på byggeplass. Økte kostnader på materialer vil kunne føre til økt oppmerksomhet på ressursgjerrighet. På en annen side er ikke nødvendigvis alle ressursene knyttet til håndtering av avfall i alle ulike faser ikke nødvendigvis er medregnet, som kan gi et farget bilde.

Et eksempel på at økonomiske gevinster fører til endringer er innen sortering av avfall, hvor det er innført differensierte gebyrer avhengig av fraksjon og sortering. Det er et av tiltakene som har ført til stor forbedring på sortering av ulike fraksjoner.

Skader i byggeprosessen på ferdige materialer, som dører, kjøkken og parkett er i liten grad akseptabelt for kunder. I første omgang bør det settes søkelys på reduksjon av skader. I tillegg kan det arbeides videre med reparasjoner, håndtering av feil og materialkvalitet som medfører at vi unngår at fullt brukbare materialer kastes. Mangelfull infrastruktur for å håndtere funksjonelle materialer med mindre kosmetiske skader medfører økte avfallsmengder.

Et funn fra både intervjuer og litteratur er at vi ikke har en etablert kultur for avfallsreduksjon (Bang og Andersen, 2022).

Oppsummert viser kildene at de viktigste hindrene for avfallsreduksjon er utilstrekkelig kunnskap, manglende kultur samt for få økonomiske insentiver.

6.2 Tidligfase

Det andre forskningsspørsmålet undersøkte om valg i tidligfase kan bidra til å redusere den totale avfallsmengden i produksjonsfasen ved nyboligprosjekter.

Valg av materialer i tidligfase, som både hensyntar vekt, metodikk og kvalitet har vesentlig betydning for avfallsmengdene.

Teknikker som prefabrikkering har kommet med resultater som viser vesentlige avfallsreduksjoner. Et konkret eksempel som er trukket frem av flere av informantene er differansen i avfallsmengde på gips og trevirke i et prosjekt som har plassbygget yttervegg i stedet for å få levert prefabrikkert ytterveggselementer. Også prekuttede materialer som er tilpasset bygget vil bidra til reduserte mengder avfall. I begge tilfeller kreves det presise og gjennomtenkte løsninger, for å unngå feil som i verste fall fører til økte avfallsmengder. På en annen side påpekte to av informantene at prefabrikkering hadde mindre reduksjon av avfallsmengde enn forventet.

BIM i prosjekteringsfasen kan også bidra til å synliggjøre grensesnitt, samt gjøre mer korrekte materialberegninger enn det som tradisjonelt blir gjort uten digitale hjelpemidler (Bang og Andersen, 2022). Også ved bruk av modeller kreves det nøyaktige data i modellene for å unngå feil. Mangel på standardiserte bygningskomponenter som modelleres, fører til at modenheten på dagens BIM-modeller ikke nødvendigvis er tilstrekkelig.

I et livsløpsperspektiv er det viktig å ta hensyn til faktorer som kan påvirke produksjonsmetodikken og mulig redusere avfallsmengdene på byggeplassen. To slike faktorer er prosjektering for demontering (DfD) og overdimensjonering. Prosjektering for demontering og reversibilitet kan føre til endringer i byggemetoden og større bruk av standardiserte produkter, som igjen gir mulighet for økt bruk av industrialiserte produksjonssystemer. Dette kan føre til at det skapes mindre avfall på byggeplassen enn ved mer konvensjonelle plassbygde løsninger som krever stedlig tilpasning. Dermed kan en planlagt demontering og gjenbruk av byggematerialer ha en positiv innvirkning på avfallsreduksjonen og effektiviseringen av byggeprosessen.

Overdimensjonering av bygningsdeler kan bidra til økt materialforbruk, transporter og ressursforbruk, og kan også forårsake merarbeid.

Tidligfase er en helt kritisk del for å kunne redusere avfallsmengdene på byggeplass, i valg av materialer, bruk av digitale hjelpemidler og byggemetodikk.

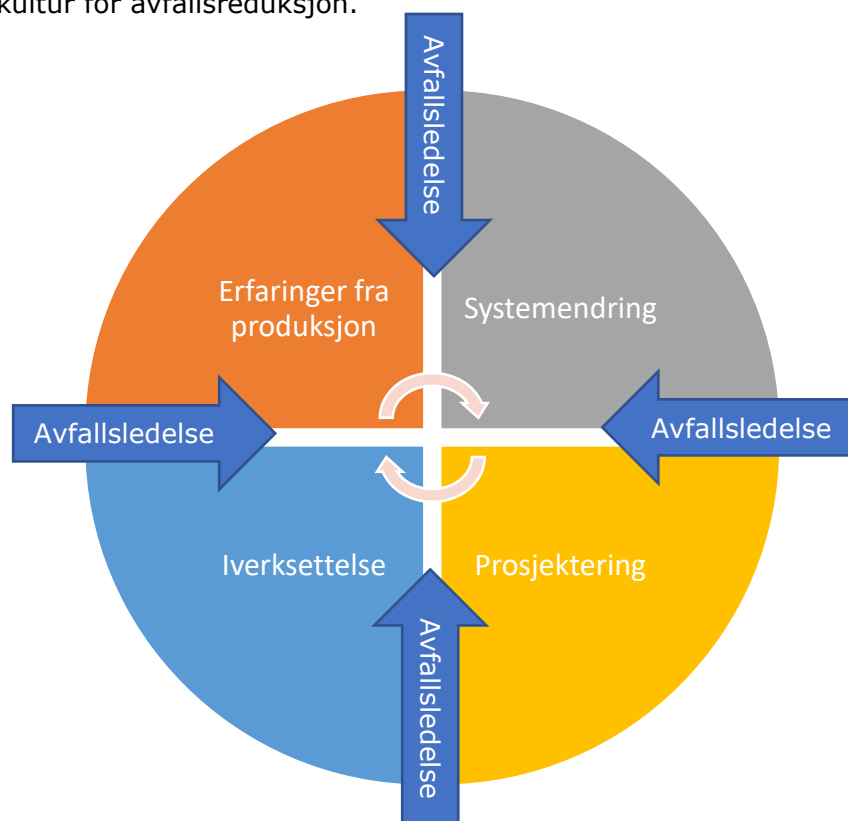
6.3 Prosjektledelse

Forskningsspørsmål 3 hadde til hensikt å undersøke hvordan prosjektledelse kan bidra til reduserte avfallsmengder i produksjonsfasen.

Kultur, endringsvilje og samarbeid er en nøkkel for reduserte avfallsmengder (Bang, 2020).

God planlegging av produksjonsprosessen, hvor logistikk, lagring og beskyttelse av materialer er ivaretatt vil kunne bidra til mindre ødelagte produkter. I tillegg kan materialinnkjøp forbedres ved å kjøpe korrekt mengde materialer, for eksempel med bruk av digitale hjelpemidler som gode BIM-modeller.

Ved å hente erfaringer fra produksjon, gjøre systemendringer, prosjektere nye løsninger og deretter iverksette, kan avfallsmengdene reduseres. Figur 15 er en modell som viser systemprosess for forbedringer og erfaringsoverføring. Mellom alle de ulike prosessstegene er det behov for prosessledelse, i dette tilfellet kalt avfallsledelse. Ved forbedringer bør avfallsmengden være en del av beslutningsgrunnlaget for valg, noe som skaper en kultur for avfallsreduksjon.



Figur 15 – Ny modell for avfallsledelse i prosess.

Samarbeid i verdikjeden, med både leverandører og entreprenører, kan bidra til reduserte avfallsmengder fra alle involverte parter. Dette kan gjøres ved tidligere involvering i prosjekter for optimalisering av løsninger, innkjøp hvor avfallsreduksjon er en del av arbeidet og oppfølging av målene som er satt.

Ved å lede prosjekter hvor byggeprosessen blir planlagt godt, både med hensyn på logistikk, lagring og samarbeid i prosjektgruppen, kan prosjektledelse bidra til å redusere avfallsmengdene.

6.4 Mål

Det avsluttende forskningsspørsmålet skulle undersøke hva avfallsmålet bør være i fremtidige nyboligprosjekter.

I Norge har vi stilt krav til sortering av avfall siden Byggteknisk forskrift i 2010 (TEK10). I 2022 ble kravet til sorteringsgrad økt fra 60 % til 70 %. Etter innføring av taksonomien er virksomheter nødt til å rapportere på ytterligere et krav, om at minst 70 % av avfallet skal materialgjenvinnes eller gå til ombruk.

Dagens regelverk har krav til sortering, men ikke avfallsmengde. Derimot kan det diskuteres om vekt mål på avfall er en god målemetode. Et prosjekt kan ha avfallsmengder som har lav vekt og høyt volum, mens et annet prosjekt kan ha høy vekt, men avfall som er i øvre del av avfallspyramiden.

Forskningsprosjektet ConZerW anbefaler et differensiert avfallsmål hvor også håndteringen tas med (Fufa *et al.*, 2022). Det har kommet frem i undersøkelsene at i noen tilfeller kan sorteringskrav i prosent gå på bekostning av avfallsmengde. Insentiver for å få best mulig sorteringsgrad, uten å ta hensyn til avfallsmengde, kan gi uønskede konsekvenser ved at brukbare materialer kastes for å oppnå tilstrekkelig prosentkrav.

Bang (2020) påpeker viktighet av målsettinger for å skape engasjement og endringsvilje. Å sette målet tidlig samt å ha verktøy og måling for oppfølging trekkes frem som særlig nyttig.

Økonomiske incentiver for å holde avfallsmengdene lave vil kunne få bransjen til å tilpasse seg, ved eksempelvis å innføre høyere gebyr ved for høye avfallsmengder (Wang *et al.*, 2021; Wang, Li og Yang, 2022).

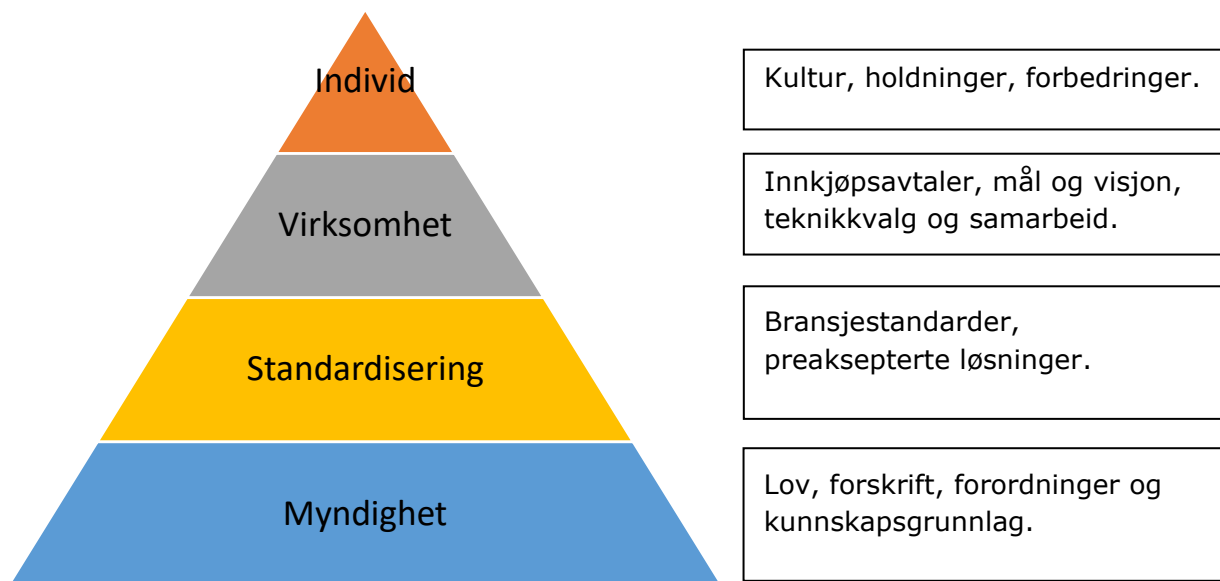
Wærner (2019) antar at avfallsmengdene i byggeprosjekter i Norge var på 50-60 kg/m² og anbefalte forskriftskrav hvor avfallsmålet ble redusert til 15-20 kg/m². I både Svanemerket og BREEAM er 15-19 kg/m² i området som gir maksimalt med poeng. Samtidig gir både BREEAM og Svanemerket poeng for henholdsvis 40 og 30 kg/m², som kan tyde på at dette nivået også er lavt i bransjen.

Merkeordningen som er publisert i ConZerW viser til mer enn 60 kg/m² som rødt, og dermed dårligst nivå (Fufa *et al.*, 2022).

Et måltall bør være realistisk og avfallsmålet i nyboligprosjekter bør derfor være i området 15-25 kg/m². Derimot skal et forskriftskrav favne hele bransjen, og da kan en anbefaling til forskriftskrav være under 60 kg/m².

6.5 Sammendrag av diskusjon

Fra både litteraturstudiet og informantene kommer det frem at kultur og holdninger på individnivå er avgjørende for å redusere avfallsmengdene. Samtidig er bransjen avhengig av flere faktorer for å tilrettelegge en overgang mot en mer sirkulær materialflyt. Her spiller virksomheter, standardisering og myndigheter en viktig rolle, og for å illustrere nødvendigheten av et samspill er det utarbeidet en arbeidspyramide for avfallsreduksjon på ulike nivåer.



Figur 16 – Ny arbeidspyramide for avfallsreduksjon, illustrert på myndighetsnivå, standardisering, virksomhets- og individnivå.

Myndigheter kan bidra med kunnskapsgrunnlag, sette krav i forskrift eller lov, eller ved å stille krav til økte gebyrer for avfall.

Standardisering av produkter og prosesser gir muligheter for å ta valg i tidligfase som reduserer avfallsmengdene på byggeplassen. Standardisering kan også forenkle bruk av byggeteknikker som prefabrikkering og prekutt.

Avfallsminimering er komplisert, og undersøkelsene viser virksomhetene må samarbeide med aktørene for å kunne nå målene. Økonomiske insentiver og prosjektmålsettinger som setter søkelys på avfallsmengde er to virkemidler som trekkes frem.

6.6 Videre arbeid

Planlegging og ressurseffektivisering av materialbruk og bærekraftige løsninger er i sterk utvikling, og det pågår flere initiativ som kan bidra til forbedringer av dagens situasjon. Kostnader og knapphet på materialer kan bidra til rask omstilling og lønnsomhet i industrier som i dag ikke er innbringende.

Ved dimensjonering og produksjon av nye bygg i dag er det en forventning om levetider på minimum 60 år og lenger. Tiltak som viser avfall i et bygg sitt livsløp, er et arbeid som sannsynligvis kan ha større klimamessig betydning enn produksjonsfasen alene. Ved å gjennomføre LCA-beregninger på de ulike valgene, så kan det gjøres arbeid for å bidra til å ta mer klimasmarte valg.

Det er også behov for å gå gjennom dagens regelverk, med hensikt å tilrettelegge for økt grad av ombruk og avfallsreduksjon. Der kan det se på et mer fleksibelt søknadsregelverk, hvor prioritering i tråd med avfallspyramiden får enda større vektning.

Videre kan det å se på avfall i hele verdikjeden, fra uttak av råstoff til bruk være nyttig for å velge tekniske løsninger og produksjonsmetoder som er ressurseffektive og klimariktig.

7 Konklusjon

Formålet med denne masteroppgaven har vært å undersøke hvordan byggenæringen kan planlegge nyboligprosjekter for å redusere avfallsmengdene. For å oppnå dette har det blitt satt opp fire forskningsspørsmål som er besvart i løpet av oppgaven.

Funnene viser at det er flere hindringer som kan gjøre det vanskelig å redusere avfallsmengden i nyboligprosjekter. Mange byggherrer, entreprenører og rådgivere har ikke tilstrekkelig kunnskap om hvordan man kan redusere og optimalisere bruken av byggematerialer, noe som kan gjøre det vanskelig å få endret praksis på byggeplassene. Videre er det i dag økonomiske hindringer, som at spesialtilpasning av byggematerialer for avfallsreduksjon kan være dyrere enn tradisjonelle metoder.

Et annet økonomisk hinder er materialkostnad, siden det er rimeligere å bestille ekstra materialer enn kostnaden av håndverkere som ikke er produktive.

Manglende eller inadekvate regelverk er også et hinder for avfallsreduksjon. Mens det finnes regler i TEK17 om minimum sorteringsgrad i prosjekter, er det ikke et regelverk for maksimal vekt når det gjelder avfall. I tillegg må byggematerialene oppfylle bestemte standarder for å kunne brukes, som i noen tilfeller også er et hinder.

Både informantene og mye av litteraturen fremhever manglende kultur for avfallsreduksjon som det viktigste hinderet.

Ved å velge miljømerking av bygg med kriterier om lav avfallsmengde, får prosjektene et tydelig mål om å prioritere løsninger som gir lav avfallsvekt. Det kan også bidra til å velge materialer som er bærekraftige og som kan resirkuleres når bygget skal rives eller rehabiliteres.

BIM og digitale verktøy kan tas i bruk for å visualisere og planlegge bygget, og dermed redusere avfallsmengdene ved økt kontroll av mengder samt færre feil og kollisjoner.

Prefabrikkering, materialer som er prekuttet og moduler bidrar til å redusere avfallsmengdene på byggeplassen. Det kan gi økte mengder emballasje for trygg frakt, men mengden kapp reduseres vesentlig. En kilde til usikkerhet er at avfallsmengden i hele verdikjeden ikke måles og tas med i avfallsregnskapet.

Overdimensjonering av materialer og konstruksjoner kan føre til at materialer må kastes og erstattes med nye, noe som øker avfallsmengdene. Feilprosjekterte løsninger kan også føre til økt avfallsmengde, da det kan være behov for å rive og bygge om deler av konstruksjonen. Dette kan skyldes manglende koordinering mellom ulike aktører i byggeprosjektet, eller manglende kunnskap om alternative materialer og konstruksjonsmetoder som kan redusere avfallsmengdene.

For å redusere avfallsmengdene i hele livsfasen kan reversible bygg, også kjent som Design for Disassembly (DfD), tas i bruk. Reversible bygg innebærer å planlegge og prosjektere bygg slik at de lett kan demonteres, materialer skilles fra hverandre og gjenbrukes eller resirkuleres i fremtiden. Metodikken kan også bidra til mindre avfall i byggeperioden, ved at enkeltkomponenter kan byttes ut eller repareres i byggetiden i stedet for å kastes.

God prosjekt- og avfallsledelse kan skape en kultur for samarbeid og endringsvilje. Involvering av alle aktører i prosjektet tidlig i prosjektplanleggingen kan bidra til å sikre god kommunikasjon og samarbeid gjennom hele prosjektet. Det er også viktig å sørge for at det er tilstrekkelig kompetanse og forståelse hos alle prosjektdeltakere.

Prosjektledelse kan bidra ved å sørge for riktig mengde og effektiv flyt av materialer i prosjektet, samt at materialene håndteres og oppbevares på en god måte.

Ved å ta i bruk digitale verktøy kan prosjektledelsen sørge for at avfallshåndteringen blir planlagt og fulgt opp i prosjektet, på lik linje som avfallssortering. Digitale verktøy som gir prognoser på avfallsmengder ut fra fremdrift i prosjektet vil kunne bidra til å anslå mengden, sette inn tiltak og følge opp i byggeperioden.

Videre kan det stilles krav i avtaler og innkjøp. Ved å samarbeide med leverandører, underentreprenører og avfallsbedrifter kan alle bidra til å velge løsninger for å redusere avfallsmengdene. På den måten kan prosjektledelsen også følge opp at aktørene på byggeplass har søkelys på avfallsreduksjon.

Å sette gode og forankrede mål, informere og inspirere og sikre god oppfølging av målene i prosjektene kan skape en kultur for avfallsreduksjon. Som insentiver kan det eksempelvis settes bonusmål for både ansatte og underentreprenører.

Det er i dag stor variasjon i mengden avfall i nybyggprosjekter, både avhengig av metodikk og formål. I nyboligprosjekter bør det settes kvantifiserbare mål på kvadratmeter nybygg, som ivaretar både avfallsvekt og sorteringsgrad.

Miljømerking viser seg som et viktig verktøy for å sette prosjektmål, og samtidig følge opp at målene blir ivaretatt. De to mest vanlige miljømerkingene i Norge, Svanemerket og BREEAM, har kvantifiserbare mål med ulik poenggivning i sine kriterier.

Hvis det skal innføres et forskriftskrav i Byggteknisk forskrift (TEK), anbefales det å sette realistiske mål som hele bransjen kan oppnå, foreslått til 60 kg/m². For nyboligprosjekter som skal sette ambisiøse mål anbefales det avfallsmål i området fra 15-25 kg/m².

Referanser

Ajayi, S. O. *et al.* (2017) Critical management practices influencing on-site waste minimization in construction projects, *Waste Manag*, 59, s. 330-339. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.040>

Androsevic, R., Durmisevic, E. og Brocato, M. (2019) Measuring reuse potential and waste creation of wooden façades, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*, 225(1), s. 12017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012017>

Arge, K. (2008) *Strategisk porteføljeforvaltning av kommunal eiendom*. (11). Direktoratet for byggkvalitet (DIBK): SINTEF Byggforsk. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/publikasjoner/portefoljekommunalarge.pdf> (Hentet: 09.11.2022).

Asplan Viak (2019) *Bygg- og anleggssektorens klimagassutslipp*. Tilgjengelig fra: bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/klimautslipp_bae_2019.pdf (Hentet: 05.11.2022).

Bang, S. (2020) *Avfallsfrie byggeplasser*. Masteroppgave, NTNU. Tilgjengelig fra: <https://bibsys-almaprimo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/13q4kuj/BRAGE11250/2781750>.

Bang, S. og Andersen, B. (2022) Utilising Artificial Intelligence in Construction Site Waste Reduction, *Journal of Engineering, Project, and Production Management*. <https://doi.org/10.32738/jepm-2022-0022>

Bergander, K. P. O. og Johnsen, B. (2006) *Natur- og samfunnsvitenskapelige metoder som anses etisk forsvarlig og mest hensiktsmessig i den videre utforming av kriminalomsorgsfaget*. Kriminalomsorgens utdanningscenter KRUS.

Bjørberg, S., Sæterøy, R. og Salaj, A. T. (2023) *Innlegg: Total levetid på bygg har stor betydning for sirkulær økonomi og for måloppnåelse*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg.no/innlegg-total-levetid-pa-bygg-har-stor-betydning-for-sirkulaer-okonomi-og-for-maloppnaelse/1525446/> (Hentet: 09.05.2023).

Boge, K. *et al.* (2018) Failing to plan – planning to fail, *Facilities (Bradford, West Yorkshire, England)*, 36(1/2), s. 49-75. <https://doi.org/10.1108/F-03-2017-0039>

Bygg21 (2018a) *En god start – beste praksis for plan- og byggeprosesser*. Tilgjengelig fra: https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/02/33017_interaktiv_arb.gr_.1_hovedrapport.pdf (Hentet: 25.11.2022).

Bygg21 (2018b) *Bygg- og eiendomssektorens betydning for klimagassutslipp*. Tilgjengelig fra: <https://bygg21.no/rapporter-og-veiledere/bygg-og-eiendomssektorens-betydning-for-klimagassutslipp/> (Hentet: 06.11 2022).

Bygg21 (2023) *Historien om Bygg21*. Tilgjengelig fra: <https://bygg21.no/historien-om-bygg21/> (Hentet: 12.02. 2023).

Chi, B. *et al.* (2020) Construction waste minimization in green building: A comparative analysis of LEED-NC 2009 certified projects in the US and China, *Journal of cleaner production*, 256, s. 120749.

Corvellec, H. *et al.* (2018) *Avfallsförebyggande handlar om effektiv produktion och genomtänkt konsumtion - inte om avfall*. Lunds Universitet.

Det europeiske miljøbyrået (2008) EEA Briefing; Bedre håndtering av kommunalt avfall vil redusere utslippene av klimagasser.

Direktoratet for byggkvalitet (2022) *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/> (Hentet: 25.11 2022).

Durmisevic, E. (2019) *DESIGN STRATEGIES FOR REVERSIBLE BUILDINGS*. Tilgjengelig fra: <https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/05/Reversible-Building-Design-Strategies.pdf>.

Ejlertsson, A. *et al.* (2018) *Ciruklär ekonomi i byggbranschen*. Tilgjengelig fra: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1549635/FULLTEXT01.pdf> (Hentet: 01.05. 2022).

European commission (2022) *Proposal for a Regulation laying down harmonised conditions for the marketing of construction products, amending Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Regulation (EU) 305/2011*. Tilgjengelig fra: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/49315> (Hentet: 08.05. 2022).

Finansdepartementet (2023) *Taksonomien for bærekraftig økonomisk aktivitet*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/finansmarkedene/taksonomien-for-barekraftig-okonomisk-aktivitet/id2924859/> (Hentet: 25.03 2023).

FN (2020) *FNs bærekraftsmål*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal> (Hentet: 12.11. 2021).

Forurensningsloven (1981) *Lov om vern mot forurensninger og om avfall*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6> (Hentet: 01.11 2022).

Fufa, S. M. *et al.* (2022) *Merkeordning for avfall i byggeprosjekter - DEFINISJON OG NØKKELINDIKATORER*. (SINTEF akademisk forlag). SINTEF NOTAT 46.

Gjersvik, R. (2022) *Forelesning: Kvalitative metoder*. AAR6043 Vitenskapelig metode. Tilgjengelig fra: <https://ntnu.blackboard.com> (Hentet: 01.05.2022).

Grønn Byggallianse og Norsk Eiendom (2016) *Eiendomssektorens veikart mot 2050*. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/11/Eiendomssektorens-veikart-mot-2050.pdf> (Hentet: 05.11 2022).

Grønn byggallianse (2022) *BREEAM-NOR v.6.0 for nybygg*. Tilgjengelig fra: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2022/03/BREEAM-NOR-v6.0_NOR.pdf (Hentet: 29.01. 2023).

Grønt Punkt Norge (2022) *Avfallsguiden - målsetting*. Tilgjengelig fra: <https://www.grontpunkt.no/kampanje/avfallsguiden/maalsetting/> (Hentet: 14.05. 2022).

Haddadi, A., Johansen, A. og Bjørberg, S. (2017) Best Value Approach (BVA): Enhancing Value Creation in Construction Projects, *Business Systems Research*, 8(2), s. 84-100. <https://doi.org/10.1515/bsrj-2017-0018>

Haeusler, M. H. *et al.* (2021) (Computationally) designing out waste: Developing a computational design workflow for minimising construction and demolition waste in early-stage architectural design, *International journal of architectural computing*, 19(4), s. 594-611. <https://doi.org/10.1177/14780771211040169>

Harboe, T. og Eriksen, L. (2008) *Indføring i samfunnsvidenskabelig metode*. KLO.

Hart, J. *et al.* (2019) Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment, 80, s. 619-624. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.015>

Hjelseth, A. (1998) *Samfunnsvitenskapelig metode*. no#: Høgskolen i Molde.

IPCC (2018) *Summary for Policymakers*. (Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

Jentoft, H. S. *et al.* (2022) *Construction and demolition waste*. Tilgjengelig fra: <https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2022/11/New-requirements-for-CD-waste-management.pdf> (Hentet: 15.01 2023).

Johannesen, A., Tufte, P. A. og Christoffersen, L. (2021) *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: abstrakt forlag.

Johnsen, Å. (2015) For mye detaljstyring og for lite målstyring?, *Stat & Styring*, 25(2), s. 36-37. <https://doi.org/10.18261/ISSN0809-750X-2015-02-15>

Knoth, K., Fufa, S. M. og Seilskjær, E. (2022) Barriers, success factors, and perspectives for the reuse of construction products in Norway, *Journal of cleaner production*, (130494), s. 10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130494>

Langdon, D. (2008) *Designing out Waste: A design team guide for buildings*. Tilgjengelig fra: <https://growthzonesitesprod.azureedge.net/wp-content/uploads/sites/2452/2021/06/DesigningoutWaste.pdf> (Hentet: 18.10 2022).

Lange, T. et al. (2020) *Bygnings- og materialpas*. (Green Paper 01 | 06). Tilgjengelig fra: bloxhub.org/circlehouselab.

Leising, E., Quist, J. og Bocken, N. (2018) Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool, *Journal of cleaner production*, 176, s. 976-989. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.010>

Leland, B. N. (2004) Gjenbruk og ombruk i byggebransjen, *Plan*, 36(1), s. 12-15. <https://doi.org/10.18261/ISSN1504-3045-2004-01-04>

Leland, B. N. (2008) *PROSJEKTERING FOR OMBRUK OG GJENVINNING*. Tilgjengelig fra: https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26_Prosjektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf (Hentet: 06.11 2022).

Malabi Eberhardt, L. C. et al. (2021) Environmental Design Guidelines for Circular Building Components: The Case of the Circular Building Structure, *Sustainability*, 13(10), s. 5621. Tilgjengelig fra: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/10/5621>.

Medeiros, M. T. (2021) Sirkulær økonomi i den norske byggebransjen, i Michelsen, O. og Hamdan, H. (red.): NTNU.

Meld. St. 45 (2017) *Avfall som ressurs – avfallspolitikk og sirkulær økonomi*. Oslo: Klima- og miljødepartementet.

Miljømerking Norge (2022) *Sirkulær økonomi*. Tilgjengelig fra: <https://svanemerket.no/sirkulaer-okonomi/> (Hentet: 08.05. 2022).

Miljømerking Norge (2023) *Svanemerke - Nordens offisielle miljømerke*. Tilgjengelig fra: <https://svanemerket.no/om-miljomerking-norge/> (Hentet: 25.03 2023).

Moen, J. R. (2023) *Avfallsfrie byggeplasser*. Tilgjengelig fra: <https://avfallsfriebyggeplasser.no/> (Hentet: 18.02 2023).

Muhwezi, L., Chamuriho, L. og Lema, N. (2012) An investigation into materials wastes on building construction projects in Kampala-Uganda, *Scholarly Journal of Engineering Research*, 1(1), s. 11-18.

NHP-nettverket (2022) *Om NHP-nettverket*. Tilgjengelig fra: <https://www.byggemiljo.no/om-nhp-nettverket-original/> (Hentet: 10.11 2022).

Njærheim, H. og Lima-Eriksen, R. (2021) *Hvordan ivaretas ytre miljø i offentlige bygge- og anleggsprosjekter, og hvilke faktorer er kritiske for oppfyllelse av miljøkrav?*, Universitet i Stavanger.

Nordby, A. S. og Wærner, E. R. (2017) *Hvordan planlegge for mindre avfall*. Tilgjengelig fra: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/07/NGBC_veileder_Hvordan-planlegge-for-mindre-avfall.pdf (Hentet: 01.10. 2022).

Nordic Ecolabelling (2023) *Nordic Ecolabelling for New buildings*. Tilgjengelig fra: <https://api.svanemerket.no/api/docs/CriteriaDocuments/ProductGroup/089?fileType=2&language=e> (Hentet: 25.03 2023).

NOU 1990: 28 (1990) *Avfallsminimering og gjenvinning*. Oslo: Miljøverndepartementet.

NOU 2002: 19 (2002) *Avfallsforebygging: En visjon om livskvalitet, forbrukerbevissthet og kretsløptenkning*. Oslo: Miljøverndepartementet.

Næss, P., Thorén, A.-K. H. og Sandberg, S. L. (1996) *Bærekraftig byutvikling : mål og prinsipper*. Oslo: Norsk institutt for by- og regionforskning.

O'Donnell, C. og Pranger, D. (2020) *The Architecture of Waste: Design for a Circular Economy*. Milton: Milton: Taylor and Francis.

Olsson, N. (2019) *Praktisk rapportskrivning*. Bergen: Fagbokforlaget.

Rasmussen, F. N., Birkved, M. og Birgisdóttir, H. (2019) Upcycling and Design for Disassembly - LCA of buildings employing circular design strategies, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 225(1), s. 12040. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012040>

Rolstadås, A. et al. (2020) *Praktisk prosjektledelse*. 2.utg. Trondheim: Fagbokforlaget.

Statistisk sentralbyrå (2021) *Avfall fra byggeaktivitet*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfall-fra-byggeaktivitet> (Hentet: 07.05. 2022).

Stugholm, S. (2022) Cirkulær materialhantering inom väg-och anläggningsprojekt: En fallstudie av Skanska.

Størseth, S. O. (2022) "Det sier seg selv. Vi har ikke noe valg. Alternativene er ikke bærekraftig" En studie av veilederen «Ombrukskartlegging og bestilling – slik gjør du det» sin effekt på ombruksmarkedet, i Temeljotov-Salaj, A. (red.): NTNU.

Sørnes, K. et al. (2014) *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer*.

Talens Peiró, L., Ardente, F. og Mathieux, F. (2017) Design for Disassembly Criteria in EU Product Policies for a More Circular Economy: A Method for Analyzing Battery Packs in PC-Tablets and Subnotebooks, *Journal of industrial ecology*, 21(3), s. 731-741. <https://doi.org/10.1111/jiec.12608>

Teknologisk institut (2019) *Miljøvurderinger i byggebranchen*. Tilgjengelig fra: <https://www.teknologisk.dk/ydelser/baeredygtigt-byggeri/miljoevurderinger-i-byggebranchen/3094,8> (Hentet: 02.12 2022).

Viksund, K. (2022) *PROSJEKTOPPGAVE: AAR6043 Vitenskapelige metoder*. NTNU.

Wang, H. et al. (2021) Simulation analysis of implementation effects of construction and demolition waste disposal policies, *Waste Manag*, 126, s. 684-693.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.056>

Wang, L. K., Wang, M.-H. S. og Hung, Y. T. (2022) *Solid Waste Engineering and Management : Volume 2*. Springer International Publishing AG.

Wang, Q., Li, S. og Yang, Y. (2022) Simulation Analysis of Implementation Effects of Construction Waste Reduction Policies, *Processes*, 10(11), s. 2279.
<https://doi.org/10.3390/pr10112279>

Wærner, E. R. og Tabacaru, D. C. (2020) *Avfallsreduksjon i prosjekteringsfasen*. Tilgjengelig fra: <http://byggemiljo.no/avfallsreduksjon-i-prosjekteringsfasen/> (Hentet: 01.10 2020).

Zero Waste Scotland (2018) *Designing Out Construction Waste*. Tilgjengelig fra: https://www.zerowastescotland.org.uk/sites/default/files/Designing%20Out%20Construction%20Waste%20Guide_0.pdf (Hentet: 18.10 2022).

Vedlegg

Vedlegg 1 - Intervjuguide

Bakgrunn

I anledning masteroppgave på studieforløpet «Eiendomsutvikling og -forvaltning» ved NTNU skal jeg undersøke hvordan ressurseffektiviteten av materialer i nyboligprosjekter kan forbedres. Det omhandler hvordan vi kan redusere avfallsmengdene ved å se på hinder for avfallsreduksjon, valg tatt i prosjekteringsfasen og av prosjektledelse i nyboligprosjekter. Intervjuene som gjennomføres er med ulike roller, både på strategisk og operativt nivå.

For å gi fleksibilitet i roller og samtaletemaer, har jeg valgt semistrukturerte intervjuer som gir en fast gang i samtalen med rom for refleksjoner utover planlagte spørsmål.

Intervjuobjektene skal være anonyme og personopplysninger vil ikke bli brukt i oppgaven, med mindre det er særskilt avtalt. Alle opptak og notater fra intervjuer vil bli lagret på kryptert lagringssky, med to-faktor-autorisering. Ytterligere informasjon om personopplysninger informeres om i utdelt skriv «*Informasjonsskriv databehandling*».

Intervjuguide

1. Generelt
 - a. Hvem er du, hvor jobber du, og hvilken rolle har du i dag?
 - b. Hva er din erfaring med avfallshåndtering?
2. Hinder og barrierer
 - a. Hvilke hinder og barrierer oppleves i prosjekter for å redusere avfall?
 - b. Ser du utfordringer i dagens regelverk som vanskeliggjør ressurseffektivitet?
3. Prosjektering og utvikling
 - a. Hvordan kan prosjekter planlegge for redusert avfall?
 - b. Hvilke valg i tidligfase gjør at avfallsmengden øker? Materialer, tidsplan etc.
 - c. Kan ny teknikk bidra til bedre ressurseffektivitet? Eks. BIM, prefab etc.
4. Avfall på byggeplass
 - a. Hvilke produkter gir mest avfall?
 - b. Hva tror du er årsaken til at avfallsmengden ikke reduseres?
 - c. Hvilke endringer mener du kan føre til størst avfallsreduksjon?
5. Prosjektledelse
 - a. Hvilke tiltak i prosjekter kan bidra til redusert avfallsmengde?
 - b. Hvordan kan valg av byggemetode medføre endringer i avfall?
 - c. Har prosjektet målsetninger satt til avfallsmengde?
6. Øvrig
 - a. Har du noen tilføyelser eller supplerende informasjon om ressurseffektivitet som ikke har kommet frem i intervjuet?
 - b. Kjenner du til noen andre personer som du opplever kan gi utdypende informasjon innen temaet?

Vedlegg 2 - databehandleravtale

Vil du delta i forskningsprosjektet **«Hvordan kan byggenæringen planlegge og prosjektere nyboligprosjekter for å redusere avfallsmengdene?»**

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan det arbeides med avfallsreduksjon i nyboligprosjekter. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

I anledning masteroppgave på studieforløpet «Eiendomsutvikling og -forvaltning» ved NTNU skal jeg undersøke hvordan ressurseffektiviteten av materialer i nyboligprosjekter kan forbedres. Det omhandler hvordan vi kan redusere avfallsmengdene ved å se på hinder for avfallsreduksjon, valg tatt i prosjekteringsfasen og av prosjektledelse i nyboligprosjekter. Intervjuene som gjennomføres er med ulike roller, både på strategisk og operativt nivå.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Kjartan Viksund er ansvarlig for prosjektet, som student på NTNU.

Veileder fra NTNU er Svein Bjørberg.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalget i undersøkelsen har som mål å representere ulike deler av boligprosjekter, fra utvikling og planlegging til ledelse og utførelse.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det et semistrukturert intervju, fortrinnsvis fysisk eller på Teams eller tilsvarende. Det vil ta deg ca. 45 minutter. Intervjuet omhandler avfallsreduksjon, fra hinder og barrierer til prosjektering og utførelse. Dine svar blir notert og det planlegges lydopptak om det gis tillatelse til det.

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.

- Det er kun student og ev. veileder som vil ha tilgang til personopplysningene.
- Navn, stilling og kontaktopplysningene dine vil jeg erstatte med en nøkkel som lagres på egen navneliste adskilt fra øvrige data.
- Alle data vil være lagret på kryptert lagringsky med flertrinnsautorisering.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes i juni 2023. Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger anonymiseres eller slettes.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har Personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

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

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

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

- Kjartan Viksund, student ved NTNU.
- Svein Bjørberg, veileder ved NTNU.

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

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

Med vennlig hilsen

Svein Bjørberg
Veileder

Kjartan Viksund
Student

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- at Kjartan Viksund kan gi opplysninger om meg til prosjektet – hvis aktuelt
- at opplysninger om meg publiseres slik at jeg kan gjenkjennes – hvis aktuelt

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

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 3 – strukturert litteraturstudie

Litteraturstudie for masteroppgave							Kjartan Viksund	Rev d 03.06.2023	Forskningsspørsmål			
Nr	Forfatter / Organisasjon	Tittel	År	Publisert/ Institusjon	Sider	Funnet via database	Språk	Søkeord	1	2	3	4
1	Størseth, Svein Ola	Det sier seg selv. Vi har ikke noe valg. Alternativene er ikke bærekraftig	2022	NTNU	101	Oria	Norsk	Ombruk, bærekraft, bygg- og eiendomsbransjen	+	+++		
2	Mørk, Hanna	"Barre rakkell, riv sjiten!" Muligheter og barrierer for ombruk i byggindustrien.	2022	NTNU	53	Oria	Norsk	Ombruk, bærekraft, bygg- og eiendomsbransjen	+++	+		
3	Rønningen, Olav	Bygg- og anleggsavfall, Avfall fra nybygging, rehabilitering og rivning. Resultater og metoder	2000	Statistisk sentralbyrå	36	SSB	Norsk Engelsk	Avfall, bygg- og anlegg, statistikk			+	+++
4	Källström, Matilda Lennartsson, Sofia	Avfallsminimering	2019	Diva portal	40	Google Scholar / Diva portal	Svensk	Avfallsminimering, bygg- og anlegg, waste management in construction, waste minimization	+	+		
5	Ekvall, Tomas	Hållbar Avfallshandtering	2012	Diva portal	60	Diva portal	Svensk	Avfallsminimering, hållbarhet	+	+		
6	Nguyen, Minh Péter, Lea	Återbruk av byggmateriale	2019	KTH / Diva portal	50	Diva portal	Svensk	Ombruk, bygg, waste minimization, reuse of building materials, sustainability	+	+		
7	Widenoja, Eva Myhre, Kjetil	DP118 Ombruk av stål og tilknyttede byggematerialer	2018	Norsk stålforbund	72	Oria	Norsk	Ombruk, bygg- og anlegg	+	+	+	
8	Grønn byggallianse Statsbygg	Ombrukskartlegging og bestilling - slik gjør du det	2021	byggallians	56		Norsk	Ombruk, bærekraft, bygg- og eiendomsbransjen		+	+	
9	Bygg21	Bygg- og eiendomssektorens betydning for klimagassutslipp	2018	bygg21	38		Norsk	Bygg- og eiendomssektoren, klimagassutslipp, bærekraft		+	+	+
10	Hagaintiativet Caroline O'Donnel, Dillon	MINSKADE UTSLÄPP I VÄRDEKEDJAN	2022	?	31	?	Svensk	Klima i bygg og anlegg	+	++		
11	Pranger	The Architecture of Waste : Design for a Circular Economy	2021	Ebsco		Oria -> Ebsco	Engelsk	Design waste management	+	++		
12	NOU 1990: 28	Avfallsminimering og gjenvinning	1990	Miljøverndepartementet	83	Søk	Norsk	Avfallsminimering	++	+	+	
13	NOU 2002: 18	Avfallsforebygging En visjon om livskvalitet, forbrukerbervisshet og kretsøkonomi	2002	Miljøverndepartementet	183	Søk	Norsk	Avfallsforebygging, sirkulærøkonomi	+	+		
14	Grønn byggallianse	BREEAM-NOR v.6.0 for nybygg	2022	Grønn byggallians		Søk	Norsk	Avfallsminimering		+		+++
15	Zero Waste Scotland Limited	Designing Out Construction Waste	2018	Zero Waste Scotland		Søk	Engelsk	Designing out construction waste	++	+++	+	
16	Davis Langdon	Designing out Waste: A design team guide for buildings	2008	WRAP	80	Søk	Engelsk	Designing out construction waste	++	+++	+	
17	Anne Sigrid Nordby, Eirik R. Wärner	Hvordan planlegge for mindre avfall	2017	NGBC	36	Søk	Norsk	Avfallsreduksjon prosjektering, design, mål	+	+++	+	++
18	Katrin Knoth, Selamawit Mamo Fufa, Erlend Seliskjær	Barriers, success factors, and perspectives for the reuse of construction products in Norway	2022	Journal of Cleaner Production	10	Oversendt	Engelsk	Barriers, reuse in construction, success factors	+++	++	++	
19	Selamawit Mamo Fufa, Kristin Fjellheim, Pablo Gonzalez, Kristoffer	Merkeordning for avfall i byggeprosjekt	2022	SINTEF akademisk forlag	15	Oversendt	Norsk	Avfallsmål, klimagassutslipp fra avfall, produksjon m.m.	+++	++	++	+++
20	Magerøy Zhikang Bao, Weisheng Lu, Bin Chi and Jianli Hao	CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT PERFORMANCE IN GREEN BUILDING: CONTEXTUALISING LEED IN CHINA	2020	Cisa Publisher.	10	Søk	Engelsk	Construction waste management, LEED,		++	++	+
21	Håkon Sandven Jentoft, Sabina Syed, Eivind Bøe, Henning Jørgensen, Solvejg Qvist, Mikael Hallström Eriksen	Construction and demolition waste	2022	NHP- Network	59	Søk	Engelsk	Construction waste, regulation, prevention	+++	++	+	
22	Saheed O. Ajayi, Lukumon O. Oyedele Ife, Muhammad Bilal, Olugbenga O. Akinade, Hafiz A. Alaka,	Critical management practices influencing on-site waste minimization in construction projects	2016	Elsevier	10	Oria	Engelsk	Construction waste reduction, on-site waste minimization, logistics, site management	+	++	+++	
23	Hakeem A. Owolabi	Sirkulær økonomi i den norske byggebransjen	2021	NTNU	135	Oria	Norsk	Sirkulærøkonomi i byggeprosjekter, avfallsreduksjon, planleggings påvirkning	+	++		
24	Tatiana Maria Medeiros	Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi – Delutredning 2	2020	Deloitte	48	Søk	Norsk	Sirkulærøkonomi, BAE, hinder	+++	++		
25	Deloitte European Environment Agency Mieke De Schoenmakers and Jeroen Gillabel	Circular by design	2017	EU	56	Søk	Engelsk	Circular, design, construction	+			
26	Tine Lange, Trine Beckett, Casper Østergaard Christensen,	Circle house lab: Bygnings- og materialepas	2020	bloxhub	35	Søk	Dansk	Sirkulær materialflyt, standarisering	+	++	+	
27	L. Muhwezi, L. M. Chamurino, N. M. Lema	An investigation into Materials Wastes on Building Construction Projects in Kampala-Uganda	2012	Scholarly Journals	8	Google Scholar	Engelsk	Waste reduction, construction, waste minimization, building projects	+	++	+++	
28	Amin Haddadi, Agnar Johansen, Svein Bjørberg	Best Value Approach (BVA): Enhancing Value Creation in Construction Projects	2017	Business Systems Research	17	Oria	Engelsk	Project success, projects goals, Value Proposition/Design Development		+	++	
29	Hart, Jim ; Adams, Katherine ; Giesekam, Jannik ; Tingley, Danielle Densley ; Pomponi, Francesco	Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment	2019	ScienceDirect	6	Oria	Engelsk	circular economy; built environment, building materials, sustainable construction; materials reuse.	+++	+		
30	Eline Leising, Jaco Quist, Nancy Bocken	Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool	2017	Journal of Cleaner Production	14	Oria	Engelsk	Circular Economy, Industrial Ecology, Built environment, Closed loop supply chain, Sustainable innovation, Supply chain collaboration	+	++	++	
31	Sofie Bang	Avfallsfrie byggeplasser - Fra ambisjon til praksis	2020	NTNU	186	Oria	Norsk	Avfallsreduksjon, byggebransjen	+++	++	++	
32	Klima- og miljødepartementet Leonora Charlotte Malabi Eberhardt, Anne van Stijn, Liv Kristensen Stranddorf, Morten Birkved, Harpa	Meld. St. 45 - Avfall som ressurs – avfallspolitikk og sirkulær økonomi	2017	Stortinget	67	Stortinget	Norsk	Avfall, avfallspolitikk, sirkulærøkonomi	+	+	++	+
33	Birgisdóttir	Environmental Design Guidelines for Circular Building Components: The Case of the Circular Building Structure	2021	MDPI	27	Oria	Engelsk	Circular economy, sustainability, waste production, design guidelines, LCA, MFA	+	+++	+	
34	Tine Lange, Trine Beckett, Casper Østergaard Christensen,	Circle house lab: Cirkulære utbud	2021	bloxhub	31	Søk	Dansk	Sirkulærøkonomi, innkjøp, avfall	+	++		
35	Nordisk Miljømerking	Svanenmerking av Nya byggnader version 4.0	2023	Miljømerking Norge	101	Søk	Svensk	Avfall, miljømerking				+++
36	European Commission	EU Construction & Demolition Waste Management Protocol	2016	EU	52	Søk	Engelsk	Waste management	+		+	
37	Teknologisk Institut	MILJØURDERINGER I BYGGEBRANCHEN	2019	Teknologisk institutt	40	Søk	Dansk	Miljømerking, avfall				+
38	Zhikang Bao, Weisheng Lu, Bin Chi, Jianli Hao	CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT PERFORMANCE IN GREEN BUILDING: CONTEXTUALISING LEED IN CHINA	2020	Deterius	10	Google Scholar	Engelsk	Construction waste management Green building LEED		+	+	

