

**Institutt for Bygg- og energiteknikk - Bygg**  
Postadresse: Postboks 4 St. Olavs plass, 0130 Oslo  
Besøksadresse: Pilestredet 35, Oslo

# BACHELOROPPGAVE

BACHELOROPPGAVENS TITTEL  Veien til bedre avfallsreduksjon	DATO: 26.mai 2023
	ANTALL SIDER / ANTALL VEDLEGG 63/6
FORFATTERE: Georg Ulfsten Vedvik Sivert Bakken Brukstuen Martin Huka Johannessen	VEILEDER Daniel Amin Haddadi

UTFØRT I SAMARBEID MED BundeBygg AS	KONTAKTPERSON Ola Jørgensen
--	--------------------------------

<b>SAMMENDRAG</b> Byggebransjen er en av de viktigste årsakene til klimautslipp og energiforbruk i verden. Reduksjon av klimautslipp og energi har de siste årene vært i høyt fokus, men nå flyttes oppmerksomheten til reduksjon av avfallsmengdene. Her er potensialet stort. Kunnskapen og forståelsen av avfallsmengden må økes, tiltak må utprøves og teknologien bør utnyttes for å implementere disse. Dette danner grunnlaget for valg av problemstilling: «Hvordan kan man optimalisere avfallsreduksjonen på byggeprosjekter?»  Gjennom forskningen er det kommet frem at trevirke, gips og betong er de fraksjonene med størst potensiale for avfallsreduksjon. Tiltakene for reduksjon er mange, og det er tydelig at det er i tidlig fase av prosjektet med planlegging og prosjektering hvor det største potensialet ligger. Videre må det bli tettere oppfølging av avfallsmengdene underveis i prosjektet, og en økt kjennskap og forståelse for avfallet.  For å løse dette kan tiltakene implementeres ved hjelp av teknologi. Det er gjennom oppgaven utarbeidet en ny metode for analysering av avfallstallene ved hjelp av S-kurver. S-kurvene åpner opp for bedre oppfølging av pågående prosjekter, sammenligning av prosjekter, og øker forståelsen samt tilrettelegger for mer synlighet av avfallsmengdene som oppstår i prosjektene. Videre vil bruk av bygningsinformasjonsmodellering (BIM) gi økt nøyaktighet og effektivitet i planleggingen og produksjonen. Dette er fordi BIM gir mer korrekte beregninger av mengde materialer, økt samarbeid mellom faggruppene og avvik/feil kan håndteres i et tidlig stadium.
---

3 STIKKORD
Avfallsreduksjon
Industrialisering
Planlegging

## Forord

Denne bacheloroppgaven markerer avslutningen på bygg-ingeniørutdanningen ved Oslo Metropolitan University, studieretningen konstruksjonsteknikk. Oppgaven ble utført gjennom våren 2023, og hører til emnet BYTS3900-1 23V.

På bakgrunn av sommerjobb og fast deltidsjobb hos en av studentene i BundeBygg AS ble det valgt et samarbeid i forbindelse med bacheloroppgaven. Bakgrunnen for valg av tema var et ønske fra BundeBygg selv for å få en økt kunnskap om avfallsreduksjon, samt en bedre oversikt over avfallsdataen internt i bedriften. Vi tror at det vil bli økt fokus i fremtiden på temaet, og motivasjonen vår var dermed stor for å øke kunnskapen vår på området. Vi har opplevd en økende bevissthet om viktigheten av at bransjen tilpasser seg til et grønt skifte i løpet av prosessen.

Målgruppen for oppgaven er primært bedrifter innenfor bygg og anlegg og ingeniørstudenter innenfor bygg.

Vi ønsker å takke alle som gjorde det mulig å gjennomføre oppgaven. Vi vil takke BundeBygg for tilrettelegging gjennom hele perioden, og alle som har svart på spørreundersøkelse samt gjennomført intervjuer. Våre veiledere fra BundeBygg, Ola Jørgensen og Erlend Brørs vil vi takke for gode innspill og oppfølging underveis. Excel konsulent Magnar Høgh i BundeBygg vil vi også takke for god hjelp med analysering av data og ekspertise innen Excel. Videre vil vi takke vår veileder fra Oslomet, Daniel Amin Haddadi for tilgjengeligheten, innspill og oppfølging.

Til slutt ønsker vi å takke samtlige som har korrekturlest over oppgaven og kommet med innspill, og støttet oss gjennom hele prosessen.

Oslo, 26.mai 2023

  
Sivert Bakken Brukstuén

  
Martin Huka Johannessen

  
Georg Ulfsten Vedvik

## Sammendrag

Byggebransjen er en av de viktigste årsakene til klimautslipp og energiforbruk i verden. Reduksjon av klimautslipp og energi har de siste årene vært i høyt fokus, men nå rettes oppmerksomheten også mot reduksjon av avfall. For å få kontroll på klimautfordringene må også avfallsmengder reduseres. Her er potensialet stort. Kunnskapen og forståelsen av avfallsmengden må økes, tiltak må utprøves og teknologien bør utnyttes for å implementere disse. Dette danner grunnlaget for problemstillingen: «Hvordan kan man optimalisere avfallsreduksjonen på byggeprosjekter?»

Formålet med oppgaven er å finne løsninger for å optimalisere avfallsreduksjonen på byggeplasser, og dette gjøres ved å besvare følgende forskningsspørsmål:

- Hvilke avfallsfraksjoner har størst potensial for reduksjon?
- Hvilke tiltak er mest effektive for avfallsreduksjon?
- Hvordan kan vi ved bruk av teknologi og lovverk implementere aktuelle tiltak?

Oppgaven er naturlig vinklet fra BundeBygg sitt perspektiv og fokuserer på fraksjonene som har høyest potensial for avfallsreduksjon. Det er brukt fire nybyggprosjekter til en case-studie.

Oppgaven har ikke til hensikt å bekrefte allerede kjente teorier, men å samle inn kunnskap for så å utvikle teorier basert på funnene fra forskningen. Dette gir en induktiv tilnærming av oppgaven. Metodetriangulering er brukt ved at forskningsspørsmålene er studert med flere metoder, og fra ulike synsvinkler og synspunkter. Disse metodene er en blanding av kvalitativ og kvantitativ metode, henholdsvis litteratursøk, datainnsamling av rapporterte avfallsmengder med fokus på de fire valgte case-prosjektene, spørreundersøkelse, elleve dybdeintervjuer, deltakelse på byggavfallskonferanse og seminar, prosjektbesøk og besøk hos Ragn Sells.

Trevirke, gips og betong er identifisert som de fraksjonene med størst potensiale for avfallsreduksjon. Tiltakene for reduksjon er mange, og det er tydelig at det er i tidlig fase av prosjektet med planlegging og prosjektering hvor det største potensialet ligger. Her står industrien, leverandører og prosjekteringen sentralt. Endring av holdningen for «bruk og kast» på byggeplass vil også være effektivt. Videre må det bli tettere oppfølging av avfallsmengdene underveis i prosjektet, og en økt kjennskap og forståelse for avfallet.

For å løse dette kan tiltakene implementeres ved hjelp av teknologi. Det er gjennom oppgaven utarbeidet en ny metode for analysering av avfallstallene ved hjelp av S-kurver. S-kurvene åpner opp for bedre oppfølging av pågående prosjekter, sammenligning av prosjekter, og øker forståelsen samt tilrettelegger for mer synlighet av avfallsmengdene som oppstår i prosjektene. Videre vil bruk av

byggningsinformasjonsmodellering (BIM) gi økt nøyaktighet og effektivitet i planleggingen og produksjonen. Dette er fordi BIM gir mer korrekte beregninger av mengde materialer, økt samarbeid mellom faggruppene og avvik/feil kan håndteres i et tidlig stadium.

Implementering av nye lovverk som gir maks grense for kg/BTA avfall anses som mindre nyttig da bransjen allerede virker motivert for å minske avfallsmengden. Et samarbeid for å finne bedre løsninger på avfallsreduksjon virker dermed mer effektivt, og sertifiseringsordninger som *BREEAM-NOR* med positive konsekvenser ved gode resultater oppleves som mer bærekraftig.

## Abstract

The construction industry is one of the major contributors to global greenhouse gas emissions and energy consumption. In recent years, there has been an increasing focus on reducing emissions and energy usage, but attention is now shifting towards waste reduction. In order to address the climate challenge, waste generation must also be reduced, and there is a significant potential for doing so. Knowledge and understanding of waste generation must be increased, measures must be tested, and technology is assumed to be a useful tool for implementing these measures. The purpose of this study is to find effective solutions for reducing waste generation in construction projects, and this is done by addressing the following research questions:

- Which waste fractions have the greatest potential for reduction?
- Which measures are most effective for waste reduction?
- How can we implement these measures using technology and legislation?

The study is naturally oriented from the perspective of BundeBygg and focuses on the fractions with the highest potential for waste reduction, using four new construction projects as case studies.

The aim of the study is not to confirm already established theories, but to gather knowledge and develop theories based on the research findings. This gives an inductive approach to the study. Method triangulation is used, as the research questions are studied using several methods and from different perspectives and viewpoints. These methods are a combination of qualitative and quantitative methods, including literature search, data collection of reported waste amounts focusing on the four selected case projects, surveys, eleven in-depth interviews, participation in construction waste conferences and seminars, project visits, and visit to Ragn Sells.

Wood, plasterboard, and concrete have been identified as the fractions with the greatest potential for waste reduction. There are many measures for reducing waste, and the greatest potential lies in the early phase of the project, during planning and design. Here, the industry, suppliers, and designers are central. Changing the attitude towards "use and discard" on construction sites will also be effective. Furthermore, closer follow-up of waste amounts during the project and increased knowledge and understanding of waste are necessary.

To address these challenges, measures can be implemented using technology. A new method for analyzing waste data using S-curves has been developed through the study. S-curves provide better follow-up of ongoing projects, comparison of projects, and increase understanding and visibility of waste generation in the projects. Furthermore, Building Information Modeling (BIM) can provide

increased accuracy and efficiency in planning and production. BIM can also provide more accurate material quantity calculations, increased collaboration between disciplines, and handling of deviations/errors at an early stage.

Implementation of new legislation that imposes a maximum limit for kg/BTA waste is considered as wasted as the industry is already motivated to reduce waste. Collaboration to find better solutions for waste reduction is therefore considered more effective, and certification schemes such as *BREEAM-NOR* with positive consequences for good results are perceived as more sustainable.

# Innholdsfortegnelse

Forord.....	ii
Sammendrag .....	iii
Abstract .....	v
Innholdsfortegnelse .....	vii
Definisjoner .....	x
Forkortelser .....	x
Figurliste .....	xi
Tabelliste .....	xii
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Formål.....	3
1.3 Problemstilling / Oppgaveformulering / Delspørsmål .....	3
1.4 Avgrensninger.....	3
1.5 Oppgavens oppbygning.....	4
2 Teoretisk ramme .....	5
2.1 Avfallshierarkiet.....	5
2.2 Årsaker til byggavfall .....	5
2.3 Avfallsfraksjoner .....	6
2.3.1 Konstruksjonsvirke .....	6
2.3.2 Gips.....	6
2.3.3 Emballasje.....	7
2.3.4 Betong .....	7
2.4 Lovverk, krav og Sertifiseringsordninger .....	8
2.4.1 Byggteknisk forskrift (TEK).....	8
2.4.2 BREEAM-NOR .....	9
2.5 Industrialisering av byggebransjen.....	9
2.5.1 Precut .....	10
2.5.2 Moduler.....	11
2.6 Teknologi i byggebransjen.....	11
2.6.1 BIM .....	11
2.6.2 S-kurve.....	12

3	Metode .....	13
3.1	Metodeteori .....	13
3.2	Forskningsdesign .....	15
3.3	Datainnsamling.....	17
3.3.1	Litteratursøk .....	17
3.3.2	Data for avfallsmengder .....	18
3.3.3	Spørreundersøkelse.....	19
3.3.4	Dybdeintervjuer.....	19
3.3.5	Øvrig datainnsamling.....	20
3.4	Metodekritikk.....	22
3.4.1	Validitet .....	23
3.4.2	Reliabilitet.....	24
3.4.3	Generaliserbarhet.....	24
3.5	Casestudie .....	24
3.5.1	Prosjekt A.....	25
3.5.2	Prosjekt B.....	25
3.5.3	Prosjekt C.....	25
3.5.4	Prosjekt D .....	26
4	Resultat.....	26
4.1	Funn fra analyse av avfallsmengder .....	26
4.2	Funn fra spørreundersøkelse .....	36
4.3	Funn fra dybdeintervju .....	40
4.4	Øvrige funn .....	44
4.4.1	Webseminar fra Arendalsuka .....	44
4.4.2	Byggavfallskonferansen.....	46
4.4.3	Befaring på byggeplass .....	48
4.4.4	Omvisning hos Ragn-Sells sitt anlegg på Jessheim.....	49
5	Diskusjon .....	50
5.1	Fraksjoner med størst potensial for avfallsreduksjon .....	50
5.1.1	Trevirke.....	50
5.1.2	Gips.....	50
5.1.3	Betong .....	51
5.2	Tiltak for avfallsreduksjon .....	51
5.2.1	Generelle tiltak for å redusere avfallsmengden .....	51



5.2.2	Tiltak for å redusere fraksjonene .....	55
5.3	Implementering av tiltak ved lovverk og teknologi.....	57
5.3.2	Lovverk .....	57
5.3.1	Teknologi .....	59
6	Konklusjon .....	60
6.1	Fraksjoner med størst potensial for avfallsreduksjon .....	60
6.2	Tiltak for avfallsreduksjon .....	61
6.3	Implementering av tiltak ved lovverk og teknologi.....	62
6.4	Videre arbeid.....	63
	Referanseliste.....	64
	Vedlegg.....	69
	Vedlegg A: Utarbeidet excelfil .....	A
	Vedlegg B: Spørreundersøkelse .....	B
	Vedlegg C: Resultat fra spørreundersøkelse .....	D
	Vedlegg D: Intervjuguide .....	K
	Vedlegg E: Webseminaret «Avfallsreduksjon – vi må ta mindre på tallerkenen» .....	L
	Vedlegg F: Byggavfallskonferansen .....	M

## Definisjoner

- Ytong - består av kalk, sement, sand – og luft. Små luftfylte porer dannes under produksjonen. Disse porene utgjør mer enn halvparten av byggematerialet. Derfor er porebetong solid og lett på samme tid.
- Precut – forhåndskutt eller forhåndstilskåret materiale.
- Materialstrømninger - bevegelsen av materiale gjennom en forsyningskjede eller produksjonsprosess.
- Pseudonymisering – form for anonymisering av data hvor det settes andre navn (pseudonymer) på deltakerne.
- Råbygg – Uferdig som er lukket, men mangler innvendige overflater og installasjoner.
- Sirkulær økonomi – Økonomisk system som omfatter sirkulære kretsløp i naturen for å unngå avfall.

## Forkortelser

- BTA - betegnelse for det totale arealet av bygget.
- BRA – byggets totale innvendige areal, yttervegg er dermed ikke med i regnestykket.

## Figurliste

Figur 1 : Avfallshierarkiet med definisjoner .....	1
Figur 2: Sertifiseringsnivåer i BREEAM-NOR v6.0.....	9
Figur 3: Eksempel på en s-kurve.....	12
Figur 4: Prosessen i metodikken.....	13
Figur 5: Forskningsdesign knyttet til forskningsspørsmål nr. 1.....	16
Figur 6: Forskningsdesign knyttet til forskningsspørsmål nr. 2.....	16
Figur 7: Forskningsdesign knyttet til forskningsspørsmål nr. 3.....	17
Figur 8: Befaring på prosjekt D.....	21
Figur 9: Omvisning hos Ragn Sells ved plastikkstasjonen .....	22
Figur 10: Total avfallsmengde per måned med hovedfraksjoner for Prosjekt A .....	27
Figur 11: Sektor diagram som viser prosenter av total avfallsmengde til de ulike fraksjonene i prosjekt A.....	28
Figur 12: Total avfallsmengde per måned med hovedfraksjoner for Prosjekt B.....	29
Figur 13: Sektor diagram som viser prosenter av total avfallsmengde til de ulike fraksjonene i prosjekt B.....	30
Figur 14: Total avfallsmengde per måned med hovedfraksjoner for Prosjekt C.....	31
Figur 15: Sektor diagram som viser prosenter av total avfallsmengde til de ulike fraksjonene i prosjekt C.....	32
Figur 16: Total avfallsmengde per måned med hovedfraksjoner for Prosjekt D .....	33
Figur 17: Sektor diagram som viser prosenter av total avfallsmengde til de ulike fraksjonene i prosjekt D .....	34
Figur 18: Akkumulert kg/BTA for de tre ferdige prosjektene fra casestudiet.....	35
Figur 19: Sammenligning mellom median for alle ferdige prosjekter i Bunde og prosjekt D med 69,23% ferdiggrad .....	36
Figur 20: Resultat fra spørsmål 1: I hvilken grad tenker du på forbruk av materialer? .....	37
Figur 21: Resultat fra spørsmål 2: I hvilken grad tar du hensyn til materialforbruk på byggeplass? ..	37
Figur 22: Resultat fra spørsmål 3: I hvilken grad har du kjennskap til BundeBygg sitt avfallsforbruk på prosjekter? .....	38
Figur 23: Resultat fra spørsmål 4: I hvilken grad samarbeider du med andre for å få ned materialforbruk? .....	38
Figur 24: Resultat fra spørsmål 5: I hvilken fase tror du det er størst mulighet for å påvirke den totale avfallsmengden? .....	39
Figur 25: Forslag fra Sintef, Merkeordning for avfallsreduksjon fra byggeplass.....	47
Figur 26: Verdikjeden delt inn i 3 nivåer for trinnvisframgangsmåte for avfallsreduksjon. ....	47
Figur 27: Fra befaring på prosjekt D hvor det har blitt skjært ut .....	48
Figur 28: Treverksstasjonen hos Ragn Sells Jessheim .....	49

## Tabelliste

Tabell 1: Kombinasjonen av forskningsprosessene som er brukt i oppgaven .....	15
Tabell 2: Oversikt over de ulike informantene fra Bunde .....	20
Tabell 3: Oversikt over antall tonn avfall registrert hos de ulike fraksjonene i prosjekt A .....	28
Tabell 4: Oversikt over antall tonn avfall registrert hos de ulike fraksjonene i prosjekt B .....	30
Tabell 5: Oversikt over antall tonn avfall registrert hos de ulike fraksjonene i prosjekt C .....	32
Tabell 6: Oversikt over antall tonn avfall registrert hos de ulike fraksjonene i prosjekt D .....	34

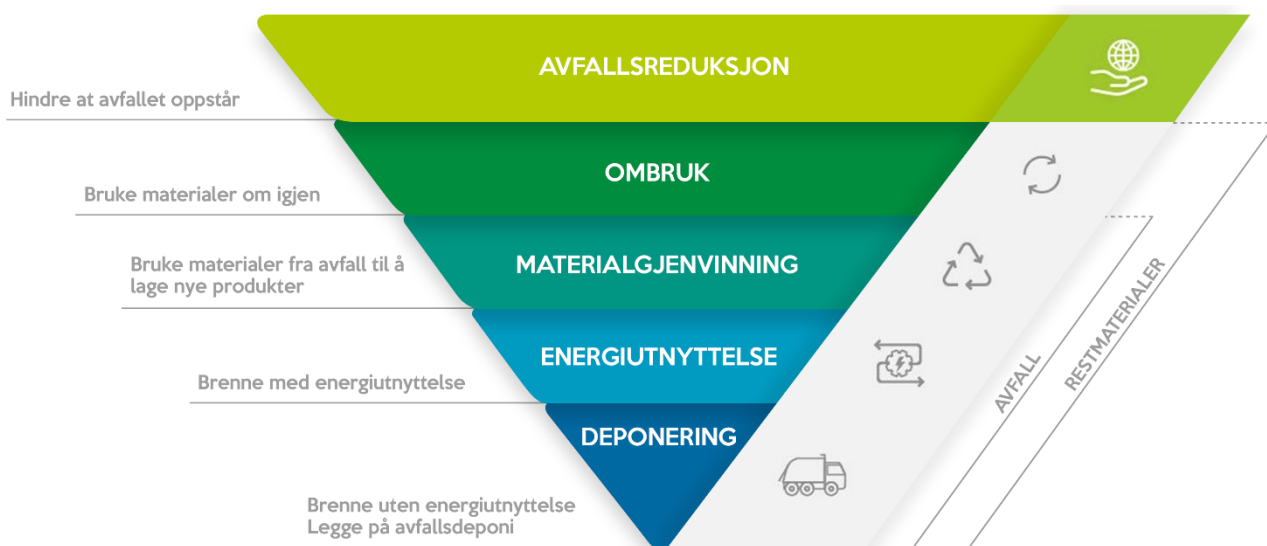
# 1 Innledning

Dette kapittelet tar for seg bakgrunnen for temaet avfallsreduksjon, samt hvilke lover, regler og sertifiseringsordninger som oppmuntrer til bærekraftige tiltak. Årsakene til hvorfor dette har blitt et viktig tema presenteres, og danner grunnlaget for valg av problemstilling med tilhørende forskningsspørsmål.

## 1.1 Bakgrunn

Byggebransjen er en av de viktigste årsakene til klimautslipp og energiforbruk i verden. Bygging og drift av bygninger står for omtrent 34% av energiforbruket og 37% av karbonutslippene globalt (UN-Environment, 2022). Derfor har det de siste årene vært et økende fokus på å redusere klimautslippene og energiforbruket i bransjen.

Nå flytter oppmerksomheten seg fra klima- og energispørsmål til å ta i bruk en sirkulærøkonomisk tankegang hvor fokuset rettes høyere opp i avfallshierarkiet, se *figur 1*. Den viktigste faktoren for en bedre sirkulærøkonomi er toppen av avfallshierarkiet, avfallsreduksjon. For å oppnå en bedre sirkulærøkonomi vil derfor prioriteringene i økende grad flyttes over på avfallsreduksjon som en viktig spillebrikke i veien mot en ressurs- og miljøvennlig fremtid (Fufa et al., 2022).



Figur 1 : Avfallshierarkiet med definisjoner inspirert av (Comission, 2022; Fufa et al., 2022; Regjeringen.no, 2016)

Som *figur 1* viser vil en økt avfallsreduksjon bidra til å redusere den totale mengden materialer som må brukes på nytt, gjenvinnes, energi-utnyttes og deponeres.

Det er flere årsaker til at avfallsreduksjon i byggebransjen har blitt et viktig tema. En av årsakene er at bransjen står for en stor del av avfallet som genereres i verden. Dette kommer av at bransjen bruker en enorm mengde naturlige ressurser (Titnes, 2018). Mer spesifikt produserer bygge- og anleggsvirksomheter 24,6% av det totale avfallet i Norge i dag, altså nesten en fjerdedel av alt avfall som produseres nasjonalt. (Statistisk Sentralbyrå, 2022b) Dersom alle land skulle hatt like høyt forbruk som nordmenn hadde vi hatt behov for 3,6 jordkloder med fornybare ressurser (Nordbø, 2022).

Regler og krav om bærekraftig bygging samt grønn vekst blir stadig strengere, og det forskes på tiltak for å redusere forbruket av naturlige ressurser for å oppnå en bedre sirkulærøkonomi. Myndighetene stiller krav gjennom direktoratet for byggekvalitet (DiBK).

I dag er det obligatorisk med klimagassregnskap i nye prosjekter ifølge TEK-17, samt avfallsplan på større prosjekter (Direktoratet for Byggekvalitet, 2017b).

*BREEAM-NOR* og andre frivillige tredjeparts sertifiseringsordninger som Futurebuilt Zero og *Powerhouse Paris Proof* blir brukt som verktøy for å oppfylle bærekrafts kriterier stilt av myndighetene og byggherrer. Disse ordningene gir også insentiver for entreprenører til å bygge mer ressurseffektivt og miljøvennlig. Sertifiseringsordningene har medført at materialbruk i bygningen får økt oppmerksomhet, og at det må stilles krav til miljøegenskapene til materialene som benyttes for å oppnå ønsket sertifisering/målsetning (Fuglseth et al., 2018). Dersom vi ser på siste versjon av *BREEAM-NOR v6.0* er det blitt gjort strengere krav for blant annet klimagassreduksjon, men vi ser også at avfallsreduksjon og ombruk har fått et økt fokus. Det kan dermed se ut til at avfallsreduksjon kan påvirke de neste utgavene av byggteknisk forskrift (Grønn Byggallianse, 2022).

Bundebygg AS (heretter forkortet til Bunde) har satt dette temaet som et av sine topp-punkter på årets agenda. De har et sterkt ønske om å samarbeide med oss for å redusere avfallet som oppstår i deres prosjekter. Flere byggherrer har nå miljøambisjoner utover *TEK*, hvor det stilles krav om eksempelvis 95% sorteringsgrad og maks 25 kg/BTA. Kg/BTA vil si kilogram avfall kastet for hvert bruttoareal som er bygd. Bunde hadde 25kg/BTA som minstekrav i sjekklister for Grønn Byggeplass frem til 2022. Prosjektene klarte sorteringskravet (95%), men havnet på et betydelig høyere kg/BTA. Dette er grunnen til at Bunde må finne tiltak som gjør at prosjektene opprettholder høy sorteringsgrad, samtidig som avfallsmengden reduseres.

## 1.2 Formål

Formålet med denne oppgaven er å forstå utfordringene, samt se mulighetene som ligger i avfallsreduksjon i byggebransjen. For å finne svar på dette må mulighetene for bruk av nye eller alternative metoder og/eller fremgangsmåter for å redusere avfall undersøkes. Dette kan gi en dypere forståelse av både utfordringene, men også mulighetene knyttet til temaet.

Bunde ønsker en økt forståelse av avfallstallene sine slik at det blir lettere å sammenligne prosjektene opp mot hverandre, og enklere å sette mål og prognoser for fremtidige prosjekt.

## 1.3 Problemstilling / Oppgaveformulering / Delspørsmål

Oppgavens problemstilling: «*Hvordan kan man optimalisere avfallsreduksjonen på byggeprosjekter?*»

Tilhørende forskningsspørsmål:

- Hvilke avfallsfraksjoner har størst potensial for reduksjon?
- Hvilke tiltak er mest effektive for avfallsreduksjon?
- Hvordan kan vi ved bruk av teknologi og lovverk implementere aktuelle tiltak?

## 1.4 Avgrensninger

Den geografiske avgrensningen er gjort basert på utvalgte prosjekt fra Bunde. En naturlig konsekvens av dette er at Bunde hovedsakelig driver sin virksomhet i Oslo området, og derav er avgrensningen Oslo og omegn.

Avfallsreduksjon er et stort og omfattende tema med mange ulike aspekter, og selv om alle aspekter bør undersøkes har vi valgt å avgrense oppgavens tematikk til følgende:

- Oppgaven avgrenses til å besvares med spesifikke data innhentet fra Bunde.
- Det blir ikke gått spesifikt inn på økonomiske forhold.
- Case-studie baseres på nybygg.
- Oppgaven baseres på Bunde sin egen metode for materialberegning.
- Det fokuseres ikke på klimagassutslipp, men kg/BTA.
- Oppgaven avgrenses til øverste punkt (avfallsreduksjon) i avfallshierarkiet, men ombruksdelen overlappes til dels.

- Oppgaven går ikke inn på sirkulærøkonomien annet enn at avfallsreduksjon bidrar til positiv effekt, og at en sirkulærøkonomisk tankegang er viktig.
- Kun en utvalgt gruppe fraksjoner blir vurdert. Kriteriet er fraksjoner som utgjør størst forskjell på kg/BTA i Bunde.

## **1.5 Oppgavens oppbygning**

Oppgaven er basert på den tradisjonelle IMRAD oppbygningen, og tar for seg en teoridel som danner grunnlaget for kunnskapen rundt tematikken til oppgaven. Videre vil metodikken bli presentert sammen med forskningsdesignet som viser fremgangsmåten for resultatene. I slutten av metodekapittelet vil case-studiene kort bli presentert. Etter metodekapittelet vil resultat fra case-studieanalyse, spørreundersøkelse, dybdeintervju og øvrige funn bli presentert. Til slutt diskuteres og konkluderes oppgaven ut fra kunnskapsgrunnlaget, forskningsmetode og funn.



## 2 Teoretisk ramme

Teorien som kommer frem i dette kapittelet er hentet fra litteratursøk, og danner grunnlaget for bakgrunnen av innsamlet data. Hovedpunktene som inngår i kapittelet er avfallshierarkiet, årsaker til byggavfall, avfallsfraksjoner, lovverk, krav og sertifiseringsordninger. Kapittelet presenterer også til slutt teori om industrialisering og teknologi i byggebransjen.

### 2.1 Avfallshierarkiet

Avfallshierarkiet, også kjent som avfallspyramiden, anses som et viktig skritt for avfallshåndtering i EU, og det ble introdusert som et betydelig bidrag fra Avfallsrammedirektivet 2008/98/EF (WFD) (Zhang et al., 2022). Pyramiden viser prioriteringene i norsk avfallspolitikk og EUs rammedirektiv for avfall (Lindberg, 2023). Avfallshierarkiet gir bare en generell retningslinje for håndtering av avfall i byggebransjen, og må bli brukt til videre implementering av tiltak for en bedre sirkulær økonomi og økt bærekraft (Byrne & Humble, 2007; Zhang et al., 2022). Avfallsreduksjon er foretrukket metode i hierarkiet for å oppnå bærekraft. Dette fordi det er lettere å måle materialstrømninger enn de tilhørende påvirkningene materialene har på miljøet (Nordby & Wærner, 2017).

### 2.2 Årsaker til byggavfall

Årsakene til at byggavfall oppstår er mange, men det er noen faktorer som går igjen på prosjektene som skaper unødvendige mengder. Det ble funnet ut i en studie at den faktoren med mest innvirkning på avfallsgenerering er regelmessige designendringer, som kommer av at byggherren gjør endringer underveis i byggeaktivitetene. Problemene oppstår fordi kommunikasjonen og samarbeidet mellom entreprenør, designer og byggherren i utviklingen av prosjektet ikke har vært god nok. Konsekvensen av dette er at entreprenør må ombygge, noe som ikke bare gir mer avfall, men det vil også påvirke fremdriften av prosjektet. Etterfulgt av dette, ble det funnet ut at feil lagring av materialer, håndverksmessige feil, mangelfull planlegging, materialrester på byggeplass, feil ved bestilling og værforhold også gir økt byggavfall på prosjekter (Nagapan et al., 2011).

## 2.3 Avfallsfraksjoner

Ifølge tabell fra *Statistisk Sentralbyrå* (heretter *SSB*) var det en reduksjon av den totale mengden generert avfall fra nybygging og rehabilitering i perioden 2020 til 2021. Den totale genererte avfallsmengden i 2020 var 1 157 548 tonn, og i 2021 var det 1 059 036 tonn. Altså en reduksjon av avfallsmengden på 8,51% fra 2020 til 2021 (Statistisk Statistisk-sentralbyrå, 2022a).

### 2.3.1 Konstruksjonsvirke

Det ble generert en betydelig avfallsmengde med trevirke i Norge i 2021. Ifølge tall fra *SSB*, ble det i 2021 kastet 183 911 tonn treverk, noe som er nesten 20% av alt avfall fra nybygg- og rehabiliteringsprosjekter i 2021 (Statistisk Statistisk-sentralbyrå, 2022a).

Konstruksjonsvirke har høy styrke i forhold til vekt, og norske standarder sikrer at materialene som brukes i bærende konstruksjoner møter nasjonale og internasjonale krav til både styrke og stivhet. Denne egenskapen gir muligheter for å bygge store spenn og omfattende konstruksjoner som kan tåle høye belastninger (Trefokus, 2020). Konstruksjonsvirke er et bærekraftig materiale som er fornybart, og som har lavere klimetrykk sammenlignet med andre materialer som stål og betong. Disse fraksjonene kan likevel ha samme funksjoner i bygg. Det er flere grunner til at treverk er blitt et attraktivt valg for bygg- og anleggsbransjen: som byggemateriale bidrar konstruksjonsvirken til å redusere klimaavtrykket da treet har en evne til å binde og lagre karbon. Dette vil si at karbonet fra CO<sub>2</sub> som ble tatt opp da treet var i vekst, vil fortsette å holde karbonet bundet i treverket om det brukes permanent som en del av trekonstruksjonen i bygninger. Treet gir også bygninger en unik karakter og appellerer til estetiske preferanser som bidrar til et bedre innemiljø (Norsk Treteknisk-Institutt, 2021). Konstruksjonsvirke har svært forutsigbar oppførsel ved brann, god ytelse i seismiske soner, er svært anvendbar i prefabrikkerte løsninger og kan svært lett tilpasses på byggeplass hvis nødvendig (Wimmers, 2017).

### 2.3.2 Gips

*SSB* sine tall på gipsavfall viser at det i 2021 ble det generert 63 605 tonn gipsavfall, som utgjør ca. 6% av den totale avfallsmengden fra nybygg- og rehabiliteringsprosjekter i Norge (Statistisk Statistisk-sentralbyrå, 2022a). Avfall fra gips på nybygg- og rehabiliteringsprosjekter oppstår i form av kapp når det må gjøres tilpasninger på de standardiserte gipsplatene. Det oppstår også avfall der gips har fått fuktskader eller andre fysiske skader (JM, 2021).

Ifølge *Avfall Norge* er gips en sentral fraksjon for kommende EU-krav til materialgjenvinning. De uttaler følgende: «Gips er en av de sentrale fraksjonene for at bransjen skal møte de kommende EU-

*kravene til materialgjenvinning»* (Avfall-Norge, 2019). Materialgjenvinning blir derfor av denne type avfall betraktet som viktig for både byggebransjen og for den sirkulære økonomien. For å skape et marked for gjenvinning av gips er det et økt antall entreprenører og byggherrer som *Statsbygg, AF-gruppen, Obos* og *Entra* som stiller større krav til materialgjenvinning. Videre skal en større andel av materialene som kjøpes fra produsentene være basert på resirkulerte råvarer og gjenbruk (Avfall-Norge, 2019).

Det forskes på mange nye løsninger og produkter for gips, og en av dem er *Norgips* sitt produkt «light board» gips som veier ca. 25% mindre enn en standard gipsplate. Produktet skal ha samme produktfordelene som en vanlig gipsplate, og har en lett monteringssevne grunnet den lave vekten (Norgips, 2017).

### **2.3.3 Emballasje**

Emballasje i byggebransjen består for det meste av papp, papir, plast og trevirke. Emballasje i form av trevirke kommer fra engangspaller, strø og avstivning hvor mengden varierer utifra størrelsen på produktet. Emballasjen har en rekke funksjoner og fordeler for forbrukerne da den opprettholder produktkvaliteten, forhindrer produkttap, gir lettere transport og gjør det mulig å lagre produktet uten å gi skader. Dette medfører ofte et overforbruk av papp, papir og spesielt plast og trevirke, noe som resulterer i enorme mengder volum og økt avfallsmengde (Steenis et al., 2017).

### **2.3.4 Betong**

Betong er et tungt komposittmateriale laget med sement, tilslag, tilsetningsstoffer og vann. Kvalitet, styrke og egenskaper til betongen er bestemt av sementpastaen, som er en blanding av sement og vann, og er den aktive bestanddelen i materialet (Ramachandran & Feldman, 1996). Dette materialet har en levetid på minst 100 år, og i løpet av konstruksjonens levetid kreves det lite vedlikehold av betongen da det er et sterkt materiale som kan tåle stor belastning og miljøpåvirkning. Betong er et materiale som kan bygges uten overforbruk, har høy styrke, er formbar og fleksibel. (Betong-Norge, 2023).

Betong, tegl og andre tyngre bygningsmaterialer utgjør størst andel av avfallet produsert i Norge i 2021. Ifølge tall fra *SSB*, ble det i 2021 generert 695 455 tonn tegl, betong og andre tyngre bygningsmaterialer, noe som er omtrent 24% av alt avfall fra nybygg- og rehabiliteringsprosjekter generert i 2021. (Statistisk sentralbyrå, 2022a). Sementproduksjon er en av de mest energikrevende prosessene av alle de industrielle produksjonsprosessene hvor industrien er avhengig av kull som fører til store CO<sub>2</sub>-utslipp (Brocklesby & Davison, 2000).

## 2.4 Lovverk, krav og Sertifiseringsordninger

I dette delkapittelet presenteres relevant regelverk som omhandler byggt teknisk forskrift og sertifiseringsordninger.

### 2.4.1 Byggt teknisk forskrift (TEK)

Byggt teknisk forskrift er et regelverk innenfor bygg- og anleggsbransjen i Norge. Hovedformålet med forskriften er å sikre at byggverk som bygges i henhold til plan- og bygningsloven, forskrifter og arealplaner med bestemmelser, oppfyller minimumskravene som er fastsatt. Dette skal sikre en standard for alle typer byggverk i Norge, og bidra til at bygningene oppfyller krav til funksjonalitet og kvalitet, både visuelt og teknisk. Dette inkluderer krav til konstruksjonssikkerhet, brannsikkerhet, materialvalg, miljø og helse, energi, tilpasning til omgivelsene og sikkerhet mot naturpåkjenninger (Direktoratet for Byggkvalitet, 2017c; Eriksen-Vik, 2023). Forskriften har en juridisk bindende virkning for alle som bygger eller rehabiliterer et byggverk i Norge, og er dermed obligatorisk å forholde seg til.

Byggt teknisk forskrift krever i dag at en avfallsplan utarbeides på prosjekter som overskrider 300 BRA ved oppføring, tilbygging, påbygging og underbygging av bygningen. Det kreves også en avfallsplan ved riving av bygning eller vedlikehold av bygning over 100 BRA. Planen skal gi en beskrivelse av den planlagte håndteringen av byggavfall, inkludert en oversikt over de ulike avfallstypene og mengdene (Direktoratet for Byggkvalitet, 2017a).

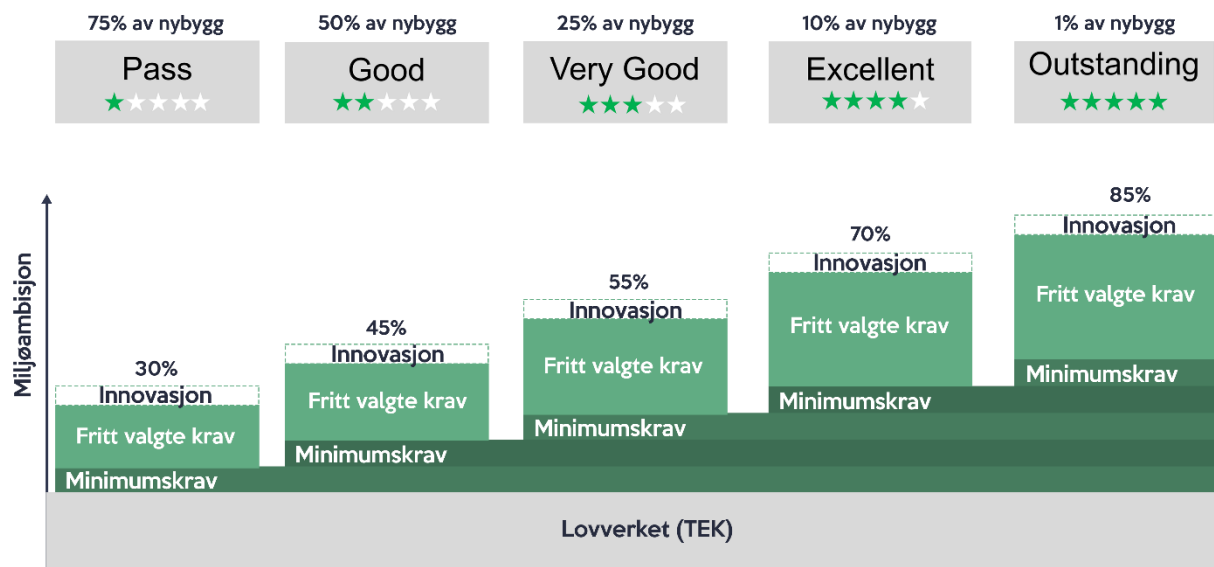
I byggebransjen i dag håndteres avfall etter minimumskravene i byggt teknisk forskrift TEK-17:

- § 17-1. Klimagassregnskap fra materialer: Avfallet fra byggeplassen skal også inngå i klimagassregnskapet.
- § 9-5. Byggavfall og ombruk: Her stilles det krav til at avfallsmengden over byggverkets livsløp skal begrenses til et minimum slik at det sikres en forsvarlig og tilsiktet levetid på bygget. Dette delkapittelet omtaler også at produkter som er egnet for ombruk og materialgjenvinning skal velges, og byggeprosjekter skal dersom det er innenfor en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme prosjekteres slik at det kan det kan demonteres på et senere tidspunkt.
- § 9-6. Avfallsplan: Det skal utarbeides en avfallsplan som gjør rede for planlagt håndtering av byggavfallet fordelt på ulike avfallstyper og -mengder som gjelder alle tiltak som omfattes i byggt teknisk forskrift.
- § 9-8. Avfallssortering: For å sikre en effektiv gjenvinning er det satt et krav til minimum 70% sorteringsgrad på avfallet som oppstår i tiltak etter «§ 9-6. Avfallsplan». Rene

avfallsfraksjoner må sorteres i første ledd og sendes videre til godkjente avfallsmottak, ombruk eller til direkte gjenvinning.

## 2.4.2 BREEAM-NOR

Sertifiseringsordninger som *BREEAM-NOR* og *Powerhouse Paris Proof* brukes for å dokumentere at det er gjort ekstra bærekraftige tiltak over minstekravene i byggeteknisk forskrift (se figur 2) på prosjekter i bygg- og anleggsbransjen. *BREEAM-NOR* er et verktøy som gir prosentpoeng ut ifra hvilke kriterier i EUs taksonomi som blir oppfylt. For å kunne sertifisere nybygg og eksisterende bygg må prosjektene oppfylle en rekke minstekrav. I tillegg til dette vil prosjektene få poeng i flere kategorier som til slutt legges sammen for å kunne oppnå et sertifiseringsnivå. Disse nivåene strekker seg fra «Pass» til «Outstanding». Til tross for at *BREEAM-NOR* baserer seg på EUs taksonomi, betyr ikke dette at alle bygg sertifisert med *BREEAM-NOR* tilfredsstill alle kriteriene da det er individuelt hvilke kriterier prosjektene velger å oppfylle (Grønn Byggallianse, 2023).



Figur 2: Sertifiseringsnivåer i BREEAM-NOR v6.0 inspirert av (Sørensen, 2020).

## 2.5 Industrialisering av byggebransjen

Industriell byggeproduksjon er ifølge bygge-kostnadsprogrammet «der hovedsaken av verdiskapningen skjer i fabrikker (moduler og/eller prefabrikkerte elementer i store serier)» (Kommunal- og Kommunal-og-regionaldepartementet, 2010). Industrialiseringen i bygg og anleggsbransjen kan ifølge Sintef føre til:

- Kortere byggetid
- Mer effektive og smidige prosesser
- Reduserte kostnader
- Økt konkurransekraft
- Bedre kontroll
- Færre arbeidsulykker
- Renere bygg
- Bedre kvalitet og færre byggskader
- Økt levetid

-(Moum et al., 2017)

### 2.5.1 Precut

*Precut* har blitt en stadig mer populær løsning i byggebransjen. Dette skyldes i stor grad fordelene som følger med bruken av ferdigkappet, merket og pakket materiale. Ved å velge denne typen løsning kan byggeprosjekter oppnå betydelige fordeler, som økt effektivitet og lavere kostnader (Flores, 2022). *Precut* har blitt brukt på flere prosjekter, inkludert på det suksessfulle pilotprosjektet til Betonmast på Landås. Her ble ytterveggen detaljprosjektert for mindre kapp, og gips rundt vinduer ble bestilt ferdigkappet (Sydow, 2021).

En av de viktigste fordelene med *precut*-materiale er at det økonomisk er mer forutsigbart da arbeidstimene er færre, og behovet for arbeidskraft er mindre i monteringsprosessen. Ved å ha alt materialet ferdigkappet og merket, kan arbeiderne bruke mindre tid på å måle og kappe materialene, og heller fokusere på selve monteringen. Dette fører til økt produktivitet og en mer effektiv byggeprosess (Kjelstad, 2021).

I tillegg kan bruken av *precut*-materiale også bidra til økt bærekraftighet i byggeprosjekter. Når materialet er ferdigkappet på forhånd, kan det redusere unødvendig avfall under monteringsprosessen. Dette bidrar til å redusere materialbruken i byggeprosjekter, som igjen kan bidra til en mer miljøvennlig og bærekraftig byggeprosess (Flores, 2022).

Bruken av *precut*-materiale fører til et resultat av høy kvalitet i byggeprosjekter. Når materialet er ferdigkappet og merket, øker det nøyaktigheten og presisjonen i monteringsprosessen, noe som igjen kan føre til et mer estetisk og funksjonelt resultat (Kjelstad, 2021).

## 2.5.2 Moduler

Moduler er prefabrikkerte volumelementer som består av gulv, vegg og tak med bæresystem satt sammen til en modul. Disse modulene kan settes sammen i bredden og høyden som til slutt vil danne det vi kaller for modulbygninger. Plassbygde tilbygg og sammen-bygningsdeler som for eksempel heis- og trappesjakt er noe som kan kombineres med moduler for å danne et modulbygg (Byggforskserien, 2020).

Fordelene med bruk av moduler:

- Bidrar til mindre rigg og arbeid som må gjøres på stedet prosjektet foregår, noe som vil bidra til en kortere byggetid.
- Kostnadsbesparende automatisering av produksjonen som vil gi mindre avfallsmengder da det er lagt opp til mer effektivt ressurs- og tidsforbruk. Moduler kan bidra til at bruken av treforskaling reduseres med ca. 74%-87%, noe som fører til en betydelig reduksjon i treavfall (Tam & Hao, 2014).
- Innendørs produksjon av elementer gir en redusert risiko for kostnads- og tidsoverskridelser da produksjonen foregår innvendig og ikke er utsatt for klimaforhold (Arantes et al., 2015).

- (Byggforskserien, 2020)

## 2.6 Teknologi i byggebransjen

I dette kapitlet er det skrevet om bygningsinformasjonsmodellering (BIM) som gir en økt tverrfaglig forståelse og verktøyet s-kurve som gjør det enklere for prosjektledere få en oversikt over den generelle fremdriften på prosjekter. Nordby og Wærner (2017) skriver følgende: «*Ressursutnyttelse og optimalisering av materialstrømmer kan bare oppnås gjennom økt tverrfaglig forståelse for avfall som ressurs, og gjennom atferdsendring ved å prosjektere for å redusere materialavfall*» (Nordby & Wærner, 2017, p. forord).

### 2.6.1 BIM

BIM er en forkortelse for bygningsinformasjonsmodellering. Bruken av BIM vil føre til en økt forståelse og forbedre samarbeidet på tvers av flere fagfelt. Det er flere ulike programmer som brukes til BIM, deriblant er *ArchiCAD* fra *Graphisoft* og *Revit* fra *Autodesk* to viktige programmer for tverrfaglig prosjektering. Modellsjekkerprogrammet *Solibri* brukes til kollisjonstesting, mengdeuttak og visualisering av bygninger. Disse programmene vil heve kvaliteten gjennom bedre løsninger og økt

fremdrift pga. færre uforutsette hendelser som vil sikre en bedre flyt i produksjonsprosessen (Pettersen, 2018).

BIM er et nyttig verktøy som bidrar til flere fordeler ved innhenting av informasjon til *precut*:

- Ved å bruke BIM kan kommunikasjonsevnen på tvers av flere fagområder økes, noe som gjør det mulig å kontrollere feil og avvik i bestilling før selve byggeprosessen starter.
- Ved å bruke ferdigkuttete lengder og dimensjoner som er kvalitetssikret av et BIM-program, kan man spare tid og oppnå større nøyaktighet.
- BIM-programmet gir økt trygghet for presisjon og korrekte mengder og leveranser, noe som reduserer risikoen for feil og mangler ved bruk av løsninger som *precut*, elementer og moduler.
- BIM kan øke effektiviteten i byggeprosessen. Dette kommer av at bygget kan settes opp raskere og tettere på et tidligere tidspunkt.
- Ved å bruke ferdigkuttete lengder og dimensjoner som er kvalitetssikret av BIM, kan det bli mindre avfall og transport, noe som gir vesentlige miljøgevinster.
- BIM kan bidra til å redusere antall feil og mangler i prosjektet, samtidig som det kan redusere behovet for transport og øke den totale kvaliteten.

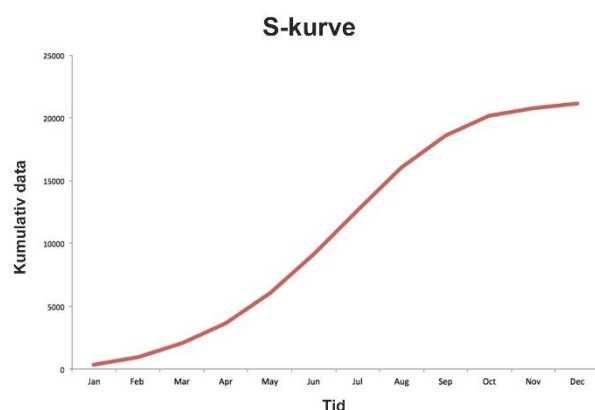
- (Flores, 2022)

## 2.6.2 S-kurve

En S-kurve representerer ulike størrelser i et prosjekt, for eksempel kumulative kostnader, arbeidstimer og prosentandelen av arbeid, som er plottet mot tiden for å gi en grafisk fremstilling av prosjektets fremdrift (Project Management-Institute, 2021).

S-kurven sin karakteristiske form indikerer at fremdriften er tregere i begynnelsen og slutten av prosjektet på grunn av mindre bruk av ressurser ved oppstart og ferdigstillelse. Når hovedarbeidet på prosjektet utføres, har prosjektet en større fremdrift og et større ressursforbruk, noe som gir den høye stigningen i s-kurven. S-kurven gir et enkelt verktøy for å evaluere den generelle

prosjekt fremdriften med enkle tall, og er en effektiv metode for å måle og vurdere hvor langt et prosjekt har kommet og hvor mye som gjenstår. Tidlig forskning anbefalte bruken av kumulative



Figur 3: Eksempel på en s-kurve hentet fra (Ghorbani, 2017)



diagrammer som viser kostnad versus tid og kumulativ verdi versus tid for prosjektkontroll. I forskningen kommer det frem at kumulative diagrammer gjør det enklere for prosjektledere å forstå den økonomiske situasjonen (Balkau, 1975; Bromilow & Henderson, 1977; Hardy, 1970).

Bruken av S-kurver har vært et vedvarende forskningstema innen prosjektplanlegging og kontroll, både som et verktøy for å sette en kontantstrømprgnose i prosjekteringsfasen, og som et mål for å vurdere forsinkelser i faktisk fremgang under byggefasen (Chao & Chien, 2009).

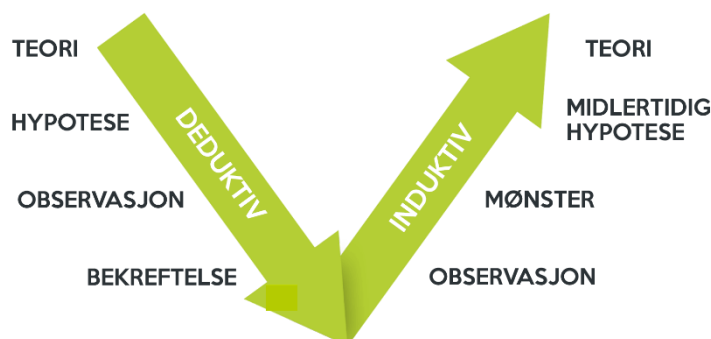
-(Lu et al., 2016)

### 3 Metode

Metode er å følge en bestemt vei mot målet (Krumsvik, 2013). Valg av metode bestemmes av problemstillingen, og tilhørende forskningsspørsmål (Johannessen, 2021). Metodekapittelet drøfter ulike metoder som kan føre frem til et resultat, og videre hvilke metoder som ble brukt i denne forskningen. Kapittelet går inn på metodeteori og prosessen i forskningen som fører til oppgavens forskningsdesign. Dette danner grunnlaget for å svare på problemstillingen, og tilhørende forskningsspørsmål. Kapittelet omhandler også metodekritikk, dvs. validitet, reliabilitet, og generaliserbarhet.

#### 3.1 Metodeteori

For å nå målet med forskningen så er det to ulike forskningslogikker som er kjent, deduktiv og induktiv. Disse to må velges basert på oppgavens tema, og den best egnede varierer ut ifra de ulike forskningene (Tjora, 2021).



Figur 4: Prosessen i metodikken inspirert av (Haddadi, 2019)

Figur 4 viser de to forskningslogikkene induktiv og deduktiv metode. Deduktiv metode går ut på å avkrefte eller bekrefte en hypotese av en alt kjent teori. Ved en induktiv metode samles det inn

kunnskap, for så utvikle teorier basert på funnene fra forskningen. En induktiv forskningslogikk er som oftest mer tidskrevende enn ved en deduktiv forskningslogikk da det i stor grad må samles inn informasjon fra mange ulike hold for å utvikle teoriene (Haddadi, 2023).

Ifølge Johannessen (2021) gjennomgår forskningsprosessen vanligvis fire faser:

1. Forberedelse
2. Datainnsamling
3. Dataanalyse
4. Rapportering

Det er vanlig å bruke en grov inndeling som skiller mellom kvalitativ og kvantitativ metode i forskningsprosessen. Kvalitativ forskning gir en dyp forståelse av hvorfor noe skjer ved hjelp av tekst, intervju, observasjon, nærhet til tema og informanter. De primære metodene for å samle inn informasjon ved hjelp av kvalitativ metode er observasjon, intervju og dokumentanalyse. En kvalitativ metode er gjerne effektiv hvis det forskes på fenomener som forskeren selv har lite kjennskap til, og som er lite forsket på. Ved kvantitativ forskning innhentes en større datamengde sammenlignet med kvalitativ forskning som bidrar til en bred forståelse av at noe skjer, ofte ved store utvalg av talldata. Kvantitativ metode er gjerne en mer tidseffektiv måte å komme frem til et svar enn ved kvalitativ metode da det analyseres og sorteres ut allerede tallfestet data (Krumsvik, 2013).

En miks av kvalitativ og kvantitativ metode kan gi en dyp forståelse med et relativt bredt spekter. Kombinasjonen kalles ofte «mixed research method». Alle metoder inneholder styrker og svakheter, og en kombinasjon kan nøytralisere ut noen av svakhetene, samtidig som at styrkene til de to metodene kan bli enda sterkere sammen (Byrne & Humble, 2007). Begrepet «mixed research method» stammer fra engelske og amerikanske forskere. Tanken er at forskeren bruker de metodene som virker å være nyttige for å finne svar på et spesielt forskningsspørsmål. Dette bygger på «pragmatisme», og står i motsetning til metodologiske «purister» som mener at det alltid skal arbeides med enten kvalitativ eller kvantitativ metode (Kaarbø, 2009).

Metodetriangulering er en forskningsstrategi som går ut på at bestemte fenomener studeres fra ulike synsvinkler og synspunkter, hvor problemstillingen blir undersøkt ved flere metoder. Prosessen kan sammenlignes med landmåling der enn benytter to punkter for å finne den ukjente avstanden til et tredje punkt. Triangulering kan også benyttes ved behandling av data i både kvalitativ og kvantitativ forskningsprosess. Hensikten er å få en mer helhetlig forståelse av fenomenene som forskes på, og er en effektiv måte å finne svar på problemstillingen (Røykenes, 2008).

## 3.2 Forskningsdesign

I denne oppgaven er det valgt en induktiv forskningslogikk. Grunnen for dette er at oppgaven ikke har som hensikt å avkrefte eller bekrefte en hypotese av en alt kjent teori, men i stedet samle inn kunnskap og utvikle teorier basert på funnene fra forskningen. Det er ikke slik at det foreligger teorier på fullstendig kutt av avfall som denne oppgaven hverken kan bekrefte eller avkrefte. Denne forskningen vil ved observasjoner utvikle flere teorier som kan ha direkte eller indirekte innvirkning på problemstillingen. Avfallsreduksjon i bygg- og anleggsbransjen er et kjent tema, men det har vært lite fokus på å utvikle teorier for å minimere avfallet da andre utfordringer har vært prioritert. Dermed er det få kjente teorier, og en god tilnærming til forskning vil være ved en induktiv metode.

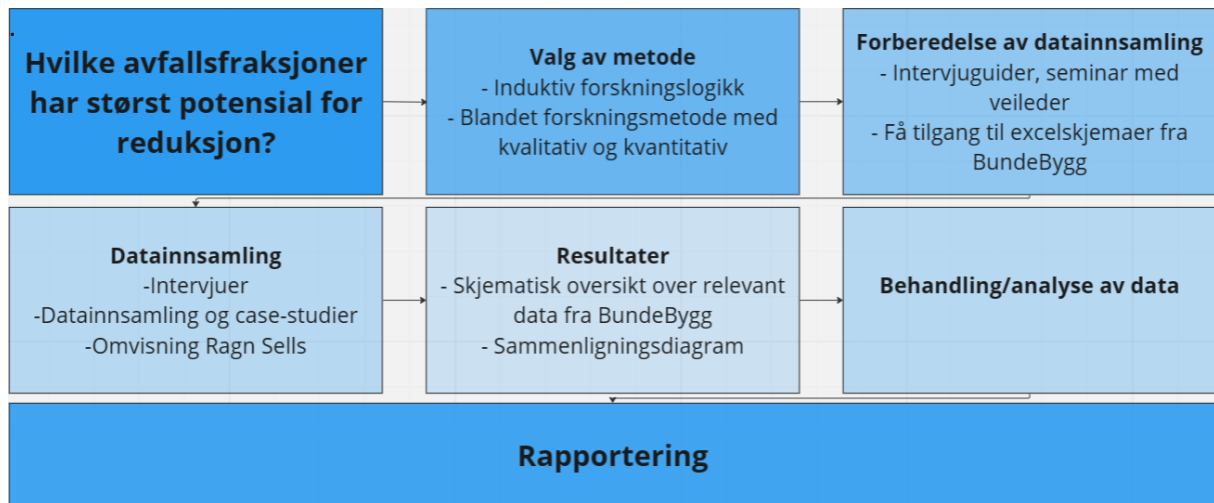
Videre er det valgt en blanding av kvalitativ- og kvantitativ forskningsprosess i oppgaven, og det skjer på bakgrunn av at oppgaven trengte støtte fra begge metodene for å komme i mål med forskningen. Dette fører til en naturlig bruk av metodetriangulering i oppgaven hvor forskningsspørsmålene undersøkes fra ulike synsvinkler og synspunkter underveis i forskningen.

Det ble brukt kvantitativ metode ved å sende ut spørreskjema til et tilfeldig utvalg på e-post, og i etterkant telle opp og kartlegge svarene. En utfordring med kvantitativ forskning er at spørsmål som stilles i for eksempel en spørreundersøkelse kan tolkes forskjellige og/eller misforstås fra de ulike respondentene. Ved intervju er det enklere for informanten å forstå spørsmålet, og metoden kan gi innsikt i menneskers tanker og deres beslutninger (Johannessen, 2021). De kvantitative avfallstallene fra Bunde kunne også tolkes feil gjennom forskningen, og ved hjelp av intervju ble det oppklart flere mulige feiltolkninger og misforståelser. En kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode ble dermed sett på som mest egnede metoden for å få en mest korrekt forskning, og dette førte til en naturlig bruk av metodetriangulering.

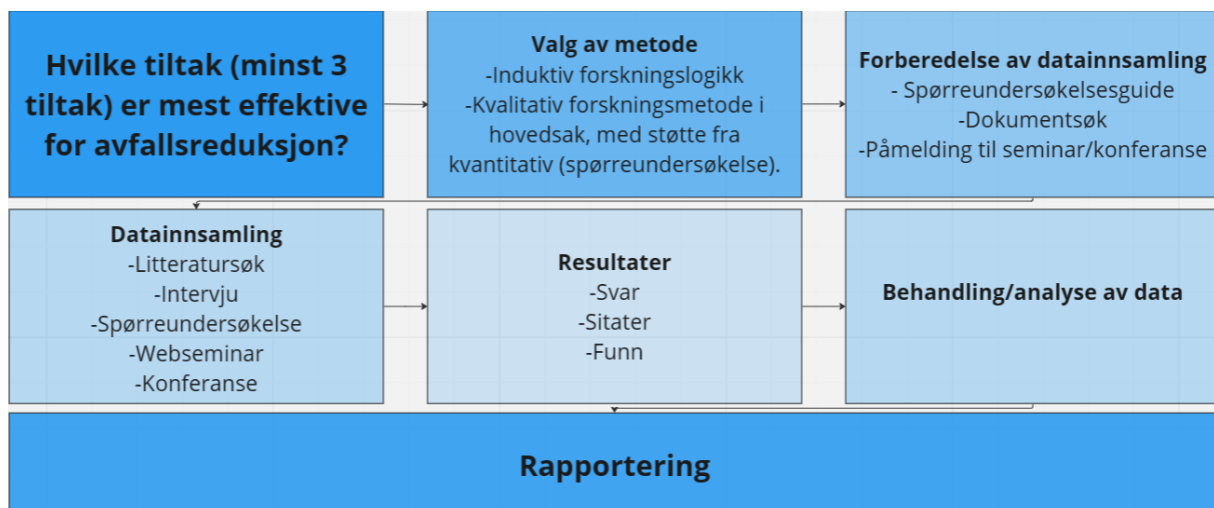
Tabell 1: Kombinasjonen av forskningsprosessene som er brukt i oppgaven

Kvalitativ metode	Kvantitativ metode
Litteratursøk	Datainnsamling og analyse fra prosjekter i Bunde
11 dybdeintervjuer	Spørreundersøkelse
Befaring på byggeplass	
Deltakelse på byggavfallskonferansen 2023	
Webseminar fra Arendalsuka 2021	
Omvisning på Ragn-Sells sitt anlegg på Jessheim	

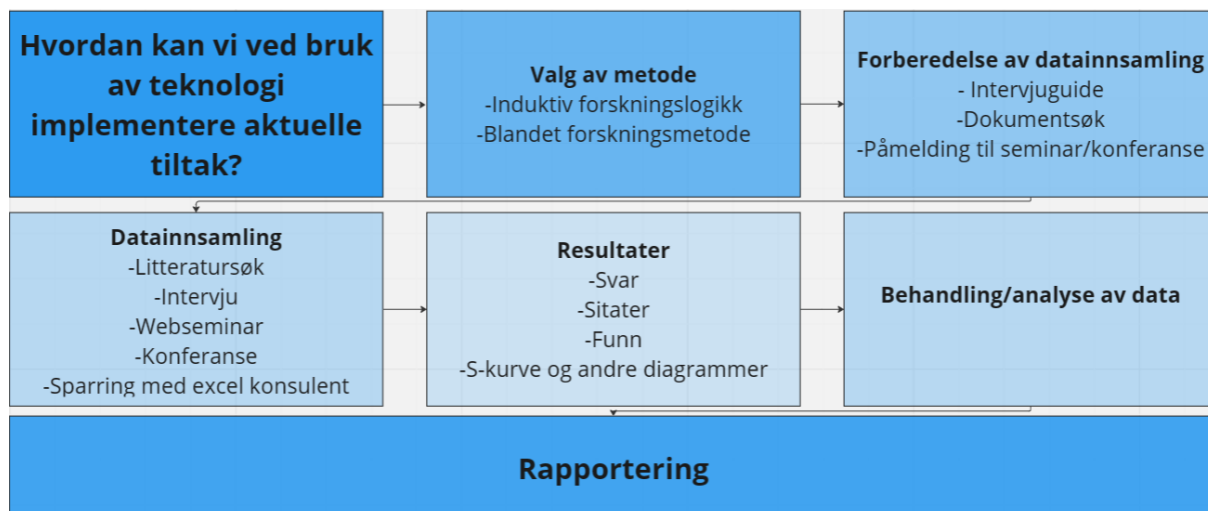
Oppgavens forskningsdesign baseres på valgt forskningslogikk og forskningsprosess. Strategien på innsamling og analyse av data samt rapportering av resultat brukes til å angripe problemstillingen med tilhørende forskningsspørsmål.



Figur 5: Forskningsdesign knyttet til forskningsspørsmål nr. 1



Figur 6: Forskningsdesign knyttet til forskningsspørsmål nr. 2



Figur 7: Forskningsdesign knyttet til forskningsspørsmål nr. 3

### 3.3 Datainnsamling

Kapittelet beskriver hvordan datainnsamlingen har foregått, gjennom metodetriangulering med den blandede bruken av kvalitative og kvantitative metoder.

#### 3.3.1 Litteratursøk

Et systematisk litteratursøk er et omfattende søk med en planmessig og begrunnet informasjonsheiting, og det kjennetegnes ved en tydelig struktur på bruk av databaser og søkeord samt begrensninger (Gregersen et al., 2016). Strukturerte litteratursøk vil være til hjelp for å utelukke at resultatet baseres på tidligere kjente resultater, og at det forskes på relevante tema (Everett & Furseth, 2012).

Litteratursøk ble brukt for å oppnå en grunnleggende teoretisk bakgrunn til temaet, samt for å få mer faglig dybde og forståelse av datainnsamlingen. Litteratursøk er en av metodene som gir grunnlag til resultatene av forskningsspørsmålene.

Følgende databaser ble brukt:

- Google Scholar
- Oria
- Google
- ScienceDirect
- ResearchGate

Google Scholar, Oria og ScienceDirect ble valgt da disse anses som gode og trygge databaser. Søkene ble først gjort her hvor relevante rapporter, artikler og digitale bøker ble gjennomgått. Google ble deretter brukt til å finne støttelitteratur fra andre pålitelige kilder som for eksempel Grønn Byggallianse og Sintef. Tematikken oppleves som relativt lite utforsket, og Google var derfor til hjelp for å finne mer inspirasjon. Litteraturen som dukket opp på Google bør brukes til å finne andre kvalitetssikre kilder, og litteraturen må behandles varsomt og kritisk.

Til tross for at ResearchGate er en database med en stor mengde vitenskapelige publikasjoner, inkludert artikler, bøker, konferanseprosedyrer og mer, er det viktig ved bruken av ResearchGate å vurdere kvaliteten, påliteligheten og relevansen av publikasjonene som er funnet. Dette må gjøres da resultatene i denne databasen kan variere. For å kvalitetssikre kildene som brukes, kan man først sjekke om aktuell publikasjon er publisert i anerkjente tidsskrifter, sammenligne informasjon med andre artikler og gjøre en bakgrunnsjekk av forfatter.

### **3.3.2 Data for avfallsmengder**

Avfallsmengden til alle prosjekter som Bunde har hatt de siste 44 månedene er blitt analysert, og ut fra dette ble prosjektene sammenlignet mot hverandre basert på kg/BTA avfall levert til Ragn Sells. Fire prosjekter ble nærmere undersøkt hvor fremdriftsplan og byggemetode ble satt opp mot avfallsmengden, se kapittel 3.5 for nærmere beskrivelse av prosjektene. Involverte i Bunde som hadde ansvaret for oppfølgingen av disse prosjektene ble også intervjuet for å få en bedre forståelse av prosjektenes gjennomføring, problemer, avvik og feilkilder. De ulike fasene i prosjektene ble satt opp mot avfallstallene som var registrert, men grunnet noe usikkerhet hos de enkelte prosjektene på faseplanene ble ikke dette tatt med i oppgaven.

I forbindelse med forskningen ble det utarbeidet en ny metode for å behandle dataene for avfallsmengder ved hjelp av S-kurver. Siden prosjektene har ulik byggetid så var det nødvendig å omregne månedene om til prosent slik at prosjektene kunne sammenlignes opp mot hverandre i tilsvarende diagrammer. For å omregne månedene ble 100% byggetid dividert med antall måneder byggetid. Videre ble det interpolert mellom månedene for å kunne finne median og gjennomsnitt fra ferdigstilte prosjektene. Ut fra dette ble prosjektene lagt inn i systemet, og funksjonen «inndata» i excel ble utarbeidet. Dette gjør at man kan legge inn ønskelige prosjekter i diagrammene, og bytte mellom prosjektene ved å kun skrive inn prosjektnummer samt antall måneder byggetid. Excel filen ligger vedlagt i oppgaven, se vedlegg A.

En excel konsulent i Bunde ble en viktig sparringspartner med forståelse av dataen, og utarbeiding av formler og diagrammer.

### 3.3.3 Spørreundersøkelse

Til forskjell fra kvalitative intervjuer så vet man på forhånd hva det skal spørres om ved spørreundersøkelser. Det kan brukes forhåndsoppgitte svaralternativer, men ulempen er at det ikke gir muligheter til å fange opp informasjon ut over gitte spørsmål. Videre er det aktuelt å bruke åpne spørsmål hvis det som undersøkes er lite kjent, eller vanskelig å lage gode svar alternativer (Johannessen, 2021). I følge Jacobsen (2016) kan man anslå totalt 10-20% respons fra en spørreundersøkelse over internett.

I forkant av spørreundersøkelsen ble det sendt ut en nyhetssak på intranettet til Bunde med en kort presentasjon av oppgaven. På denne måten fikk respondentene et forhold til oppgaven, og det styrket engasjementet rundt forskningen internt i Bunde. Utover dette ble det ikke forsøkt å øke svarprosenten. I midten av februar 2023 ble spørreundersøkelse sendt ut til samtlige 180 ansatte i Bunde over e-post.

Spørreundersøkelsen ble gjennomført elektronisk ved bruk av Google forms. Totalt besvarte 42 ansatte på spørreundersøkelsen, som utgjør en prosentandel på 23,3%. Undersøkelsen er gjengitt i vedlegg B, og svarene på undersøkelsen ligger i vedlegg C.

Det ble valgt en miks av disse hvorav de seks første spørsmålene ble stilt med forhåndsoppgitte svaralternativer og de to siste var åpne. Dette muliggjorde en enkel sammenligning av svar for de seks første spørsmålene, samtidig som respondenten fikk formulere med egne ord i de to siste.

### 3.3.4 Dybdeintervjuer

Dybdeintervju er i hovedsak at det skapes en situasjon for en relativt fri samtale som går gjennom ulike temaer som forskeren selv har bestemt (Tjora, 2021). Dette gjør det mulig å holde intervjuet nokså rettet mot problemstilling og forskningsspørsmål, men samtidig åpent for informanten til å komme med kunnskap utover temaet. Ifølge Tjora (2021) så er tidsbruken ved dybdeintervjuer den store utfordringen, men i situasjoner der man vil utforske nyansene i erfaring og opplevelser vil dybdeintervju være gunstig.

Det er en viss sannsynlighet for at enkelte informanter kan bli indirekte identifisert gjennom oppgaven (Datatilsynet, 2015). Dette fordi Bunde sin størrelse som bedrift ikke er større enn at enkelte personer med særegne stillinger kan bli gjenkjent. En pseudonymisering er dermed brukt i oppgaven.

Det ble gjennomført elleve dybdeintervjuer i forbindelse med oppgaven. Intervjuobjektene ble nøye utvalgt basert på deres stilling/rolle, erfaring og kunnskap rundt temaet. Veileder fra Bunde hjalp til i

prosessen med å finne riktige informanter da veileder sitter med større kjennskap til staben, og det gir et bedre utgangspunkt for å velge riktige informanter. Det var ønskelig å dekke et så bredt fagfelt som mulig. Det ble også plukket ut spesifikke personer som har vært/er involvert i de fire prosjektene som er valgt å se nærmere på.

Tabell 2: Oversikt over de ulike informantene fra Bunde

Informant	Stillingstittel
1	Prosjektsjef i BundeBygg – involvert i prosjekt nr. 1
2	Prosjektsjef i BundeBygg – involvert i prosjekt nr. 2
3	Prosjektleder i BundeBygg – involvert i prosjekt nr. 3
4	Tidligere arbeidsleder i BundeBygg – involvert i prosjekt nr. 3
5	Anleggsleder i BundeBygg – involvert i prosjekt nr. 4
6	Tømrer BAS i BundeBygg – involvert i prosjekt nr. 4
7	Administrerende direktør i BundeBygg
8	Miljøsjeff i BundeBygg
9	Prosjektutvikler i BundeBygg
10	HMS sjef i BundeBygg
11	Kalkulasjonsleder i BundeBygg

Det ble sendt ut to e-poster til informantene. Den første e-posten fungerte som en invitasjon til å delta i forskningen og inneholdt en kort introduksjon til temaet, samt begrunnelse på hvorfor informanten er blitt kontaktet. Den andre e-posten ble sendt når informanten hadde takket ja til intervju. Denne inneholdt oppgavens bakgrunnsinformasjon og praktisk informasjon. Tanken bak bakgrunnsinformasjonen var å sette i gang en tankeprosess hos informantene i forkant.

Intervjuguiden ble for enkelthetsskyld fulgt av samtlige informanter. De spørsmålene som ikke var relevante for den gitte informant ble fjernet på forhånd, se vedlegg D. Det ble tatt lydopptak av samtlige intervju. I etterkant ble intervjuene transkribert fra lydopptaket og systematisk analysert.

### 3.3.5 Øvrig datainnsamling

Webseminaret «Avfallsreduksjon - vi må ta mindre på tallerkenen» ble gjennomført i Arendalsuka 17. august 2021. Seminaret hadde en kombinasjon av presentasjon og diskusjon ved et utvalg panel. Seminaret ble brukt som et teoretisk supplement i forkant av byggavfallskonferansen. Fordelen med webinar er at en kan delta uten å være fysisk til stede, noe som gjør det lettere å oppnå



deltakelse. Det åpner og opp for å kunne se seminaret når det selv er ønskelig, samt følge med i eget tempo. En ulempe er at det ikke er mulig å stille spørsmål eller delta i diskusjon, og det vil være problematisk å få med seg alle nyansene underveis. Se vedlegg E for de medvirkende i webseminaret.

Byggavfallskonferansen ble arrangert for fjortende gang den 17. februar 2023 i Oslo. Konferansen tiltrekker seg erfarne og kunnskapsrike personer fra industrien, bygg og anleggssektoren.

Konferansen inneholdt flere foredrag med ulike vinklinger av et felles tema, avfall. Det ble oppfattet som både nyttig og lærerikt å delta på konferansen da det også ble stilt spørsmål i etterkant av presentasjonene, samt faglige diskusjoner. Deltakelsen synliggjorde utfordringene og synspunktene til et bredt utvalg av fagfolk med ulik kompetanse og roller i bransjen. Se vedlegg F for de ulike temaene og foredragsholderne på konferansen.

Befaring på de to byggeplassene ble gjennomført i forbindelse med intervju samt spørsmål knyttet rundt spesifikke prosjekt. Dette ga et godt innblikk i situasjonen på byggeplass, og mulighet for å stille spørsmål og få svar på observasjoner gjort ute på plassen. Byggemetoder, avfallshåndtering og ulike fraksjoner ble hovedfokusområdet under befaringsen. Befaringene fant sted på prosjekt D i case-studie, samt et kort besøk på et annet pågående prosjekt i Bunde sin portefølje.



*Figur 8: Befaring på prosjekt D*

Det ble og gjennomført besøk hos Ragn Sells sin avdeling på Jessheim. Avdelingen innehar både kontorer med funksjonærer samt avfallsstasjon. Her ble det synliggjort kapasiteten og begrensningene til mottaket, og deres tanker rundt temaet. Besøket ble gjennomført med to erfarne salgsrådgivere fra Ragn Sells i miljø og gjenvinning, og inneholdt en lengre åpen samtale før en omvisning rundt på avfallsstasjonen.



*Figur 9: Omvisning hos Ragn Sells ved plastikkstasjonen*

### **3.4 Metodekritikk**

Metodikken bak forskningen vil ha styrker og svakheter, og det er viktig med bevisstgjøring på dette. Det er flere faktorer som spiller inn og bør vurderes. Tjora (2021) mener kategoriene pålitelighet, gyldighet og generaliserbarhet dekker det nødvendige ved kvalitetskriteriene, noe som gjenspeiles i denne oppgaven.

### 3.4.1 Validitet

Validitet kan anses som gyldigheten i forskningen. Gyldigheten knyttes til om forskningen gir et faktisk svar på problemstillingen. Målbarheten kan ses på resultater og funn opp mot problemstilling og øvrige forskningsspørsmål (Tjora, 2021). Gyldighet kan videre fordeles i kommunikativ og pragmatisk. Kommunikativ testes i et forskersamfunn, og pragmatisk testes ved spørsmålet om forskningen kan føre til en endring eller forbedring (Kvale, 2015).

Tematikken i denne oppgaven er delvis lite forsket på tidligere, og på bakgrunn av dette ble metodetriangulering brukt som et hjelpemiddel til å øke validiteten i oppgaven da forskningen ble studert fra ulike vinkler gjennom mange ulike metoder. Kvalitativ metode ble benyttet som en støtte til den kvantitative dataen fra Bunde. For en videre analyse og forståelse av dataen ble det nødvendig å styrke validiteten med økt kunnskap fra kvalitative metoder. Den kvantitative spørreundersøkelsen ble sendt ut til samtlige ansatte i bedriften, og det er flere i bedriften som ikke har utdanning eller kunnskap på området. Kvalitativ tilnærming ble dermed brukt som en kvalitetssikring for å styrke validiteten. Dette kan sammenlignes med definisjonen på metodetriangulering hvor forskningen blir vurdert ut fra minst to ulike perspektiver.

Det ble valgt forholdsvis mange intervjuobjekter for å styrke validiteten i oppgaven. Gjentakende svar fra de ulike intervjuobjektene samt et varierende utvalg av roller hos intervjuobjektene styrker validiteten. Det vil til gjengjeld være ulik erfaring og kunnskap knyttet rundt tematikken til de ulike intervjuobjektene, og dette kan svekke validiteten i svarene. Intervjuobjektene ble avgrenset til kun ansatte i Bunde, og validiteten kunne muligens blitt styrket ved intervju av flere aktører.

En konsekvens av avgrensningen til kun innhenting av avfallsmengde fra interne prosjekter i Bunde er at det er relativt få prosjekter i databasen. Med data fra flere prosjekter ville det blitt lettere å se trender, flere muligheter til sammenligning og en økt validitet.

Ved direkte sitering fra intervju vil intervjuobjektet måtte godkjenne sitatet, da dette vil hindre eventuelle feil ved siteringen, og styrke validiteten. Samtlige intervju ble gjennomført med lydopptak, og transkribert umiddelbart etter endt intervju som et verktøy for å øke validiteten av intervjuene. Avfallstallene fra Bunde antas å være korrekte og valide da tallene hentes fra et profesjonelt renovasjonskonsern.

En pragmatisk tilnærming til validiteten vil gjelde i oppgaven da resultatet av oppgaven kan bli brukt direkte av Bunde i fremtiden, og på den måten vil det komme frem om forskningen fører til endring eller forbedring i selskapet. Kommunikativ tilnærming er også aktuell i oppgaven da analysering av avfallsmengdene med tilhørende modeller har mulighet for å bli testet i et forskersamfunn.

### 3.4.2 Reliabilitet

Reliabilitet betraktes som graden av pålitelighet i forskningen. En sammenheng gjennom hele forskningen anses som kjernen i pålitelighet (Tjora, 2021). Ifølge Johannessen (2021) avhenger reliabiliteten på hvilken data som brukes, hvordan den ble samlet inn og bearbeidelsen av dataen. Det er dermed viktig å skaffe seg gode nok forkunnskaper før data blir innsamlet, og være kritisk til det man finner. Kvantitativ forskning er avhengig av en høy reliabilitet, og en måte å styrke dette på er gjennom casebeskrivelse for å gi en mer inngående beskrivelse av konteksten (Johannessen, 2021). Den kvantitative datamengden med avfallsmengder i denne oppgaven kan inneholde personlige feil ved registrering hos Ragn Sells, eller hos Bunde som kan svekke reliabiliteten i forskningen. Andre faktorer som kan spille inn er avfall som er utsatt for et uvanlig høyt vanninnhold, for eksempel treverk eller gips.

Intervju av sentrale personer på casestudiene vil øke reliabiliteten til kvantitative dataen på lik linje som den øker validiteten. Intervjuobjektene ble som tidligere nevnt nøye valgt ut etter bekjentskap og hjelp fra veileder i Bunde. Dette anses som positivt for reliabiliteten da best egnede informanter ble valgt ut fra ønsket kunnskapsgrunnlag.

### 3.4.3 Generaliserbarhet

Her kommer spørsmålet om forskningsprosjektet kan overføres til liknende situasjoner eller ikke (Johannessen, 2021). Tjora (2021) velger å dele generalisering inn i 3 valg: naturalistisk, moderat og konseptuell. Fremstilling av funn i konsepter som for eksempel modeller går under konseptuell generalisering, og vil ha mulighet for test av generalisering i et forskersamfunn hvor det kan bli behov for revisjoner (Tjora, 2021). Resultatet av oppgaven kan overføres til liknende situasjoner, i form av fremtidige byggeprosjekter. Graden av denne generaliseringen bestemmes på hensyn av hvor god validiteten og reliabiliteten er i oppgaven.

I denne oppgaven har avfallsmengder i ulike prosjekter hos Bunde blitt analysert med hensikt å ikke bare få oversikt over mengden avfall i hvert prosjekt, men også å tilegne seg kunnskap til å tolke dataen og forstå hvorfor avfallet oppstår samt utfordringene knyttet til reduksjon av avfallet.

## 3.5 Casestudie

Dette kapitlet tar for seg de utvalgte prosjektene og deres byggemetoder, gjennomføring og komplikasjoner. Her vil det bli presentert fire utvalgte prosjekter fra Bunde, hvorav ett er pågående og tre er avsluttet. Prosjektene fremstilles anonymt med bemerkningen *prosjekt A-D*.

### 3.5.1 Prosjekt A

Prosjekt A ble gjennomført med en tradisjonell byggemetode der alt er plassbygd. Plasstøpt kjeller, dekker og bærende konstruksjon. Utfyllende trevirke for yttervegger og innervegger, og plassbygde bad. Det ble også brukt standard størrrelser på gips som ble tilpasset på stedet for vegg og tak.

I dette prosjektet kom Bunde inn etter at konseptet var ferdigstilt, og flere av enhetene var allerede solgt. Konsekvensen av grunnlaget og krav om estetikk fra byggherre gjorde at det ble prosjektert en tradisjonell byggemetode. Et tidspresst aspekt om oppstart etter kontraktinngåelse gjorde at prosjekteringen ble noe mangelfull. Dette førte til at det ble utført kjerneboring for gjennomføringer istedenfor utsparinger, og fallende lengder for materialer istedenfor *precut*.

I utgangspunktet skulle alt støpes med systemforskaling. Dette gikk ikke helt etter planen ettersom underleverandøren gikk tom for systemforskaling mot slutten av råbyggsfasen. Som alternativ ble tradisjonell treforskaling brukt og kastet etter prosjektet.

### 3.5.2 Prosjekt B

Prosjekt B skiller seg ut fra de andre prosjektene da dette er et modul-bygg. Gjennomføringen skjedde ved at grunnarbeider la til rette for plasstøpt plate på grunn, med hulldekker og en høy første etasje med næring over. Deretter kom trapp- og heis-sjakt før modulene ble heiset på plass. Dette ble utført over 3 byggetrinn. Til slutt kom komplementeringen av bygget for modulsjøter og tekniske fag.

På grunn av at tilstrekkelige mål for utsparinger i hulldekkene ikke kom tidlig nok i prosjekteringen så måtte man kjerneborre ut disse i etterkant, som medførte til større avfallspost for betong.

### 3.5.3 Prosjekt C

Prosjekt C var et plasstøpt bygg med søyler, vegger og dekker i betong. Råbygget kom opp med badekabiner som ble løftet inn underveis for hver etasje. Deretter kom taktekingen etterfulgt av utfyllende trevirke for yttervegg fra topp til bunnen.

Innvendig er alt plassbygd utenom badene og trappene som er prefabrikkert. Bunde hadde ingen egenproduksjon på tømmer eller betong. Dette gjorde at de ikke hadde kontroll på mengdene byggevarer som ble bestilt, brukt og kastet. Materialene som ble brukt var standard størrrelse og fallende lengder.

### 3.5.4 Prosjekt D

Prosjekt D er et pågående prosjekt. Dette er plaststøpt med søyler, vegger og dekker i betong. Prefabrikkerte badekabiner ble fortløpende løftet inn i bygget ettersom råbygget reiste seg. Videre kom takteking etterfulgt av utfyllende trevirke for yttervegger fra topp til bunn. Her blir det brukt *precut* på lengdene til ytterveggene.

Innvendig er foreløpig det meste plassbygd utenom bad og trapper. På prosjektet har Bunde en del egenproduksjon på tømmer. Dette har gjort at de har bedre kontroll på fremgang og avfallsmengden som oppstår.

I bygget skal det være næring i 1. etasje, parkeringskjeller og leiligheter. Etter råbyggfasen oppsto det et problem med godkjenningen av et varemottak. Dette resulterte i byggestopp og omprosjektering. Det har gitt ringvirkninger for planlagte og uplanlagte utsparinger som må gjøres om på.

## 4 Resultat

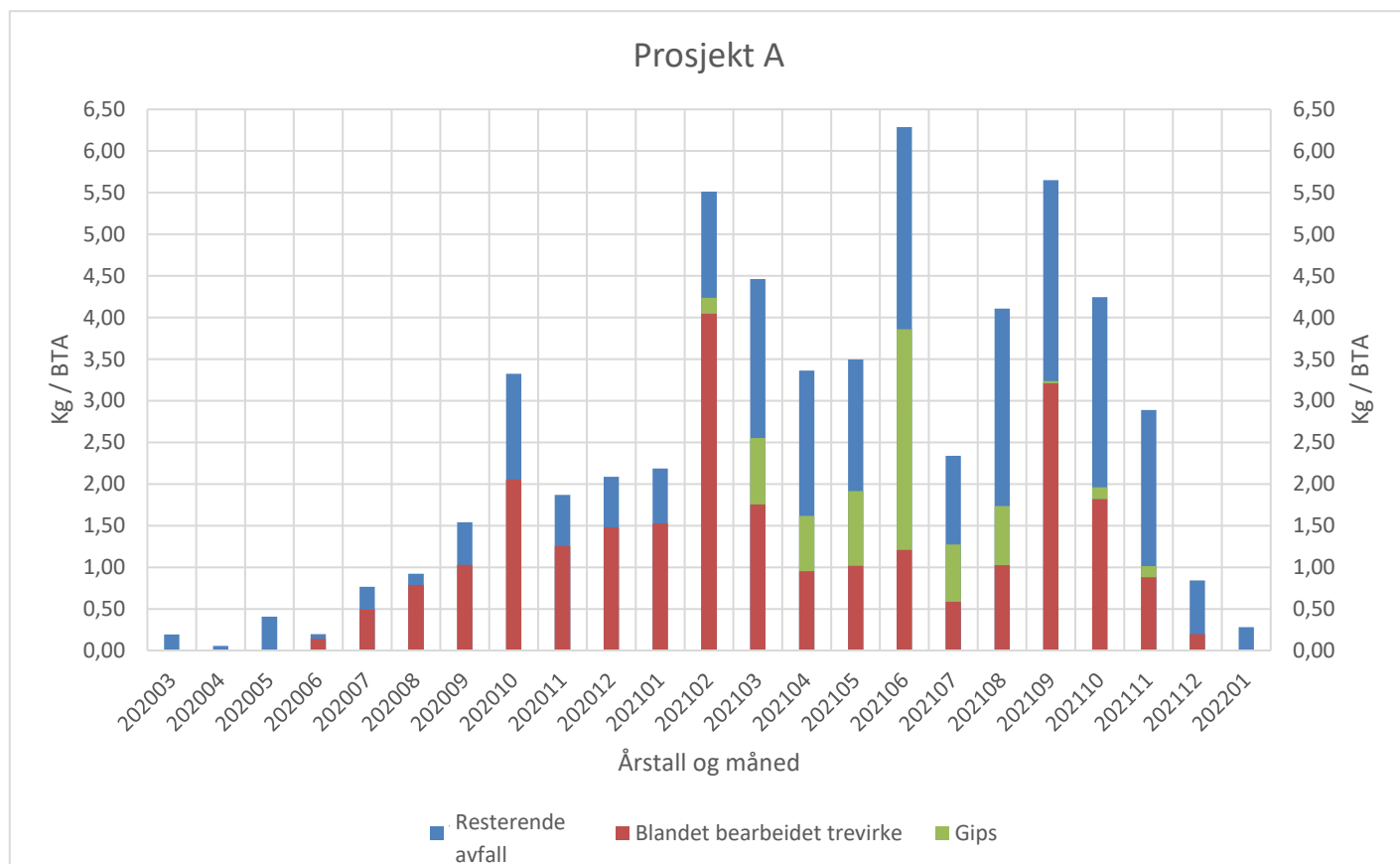
Dette kapitlet tar for seg funn fra analysering av avfallsmengdene til Bunde via datagrunnlaget deres, spørreundersøkelse og semistrukturerte intervju, samt øvrige funn fra datainnsamling og befaringer.

### 4.1 Funn fra analyse av avfallsmengder

Midtveis i 2019 begynte Bunde å loggføre avfallsrapporter i tilknytning til deres prosjekt. Da ble det opprettet et livedokument i Excel for at avfallsrapporteringen skulle bli enklere. Disse dataene blir den dag i dag oppdatert månedlig, og i våre funn har vi brukt dette som et grunnlag for analysen. Bunde bruker kg per BTA som en måleenhet for å skape en sammenheng mellom totalt akkumulert avfall og størrelse på prosjektene, og derfor har vi valgt å beholde og bruke denne enheten i analysen.

Som tidligere nevnt ble det valgt ut fire prosjekt fra Bunde sin portefølje, hvorav ett er pågående og tre stk. er avsluttet. Fra analysen av avfallsmengdene ble det valgt ut trevirke og gips som presenteres sammen med den resterende avfallsmengden som er rapportert månedlig. De valgte prosjektene vil fremstilles anonymt med bemerkning Prosjekt A-D.

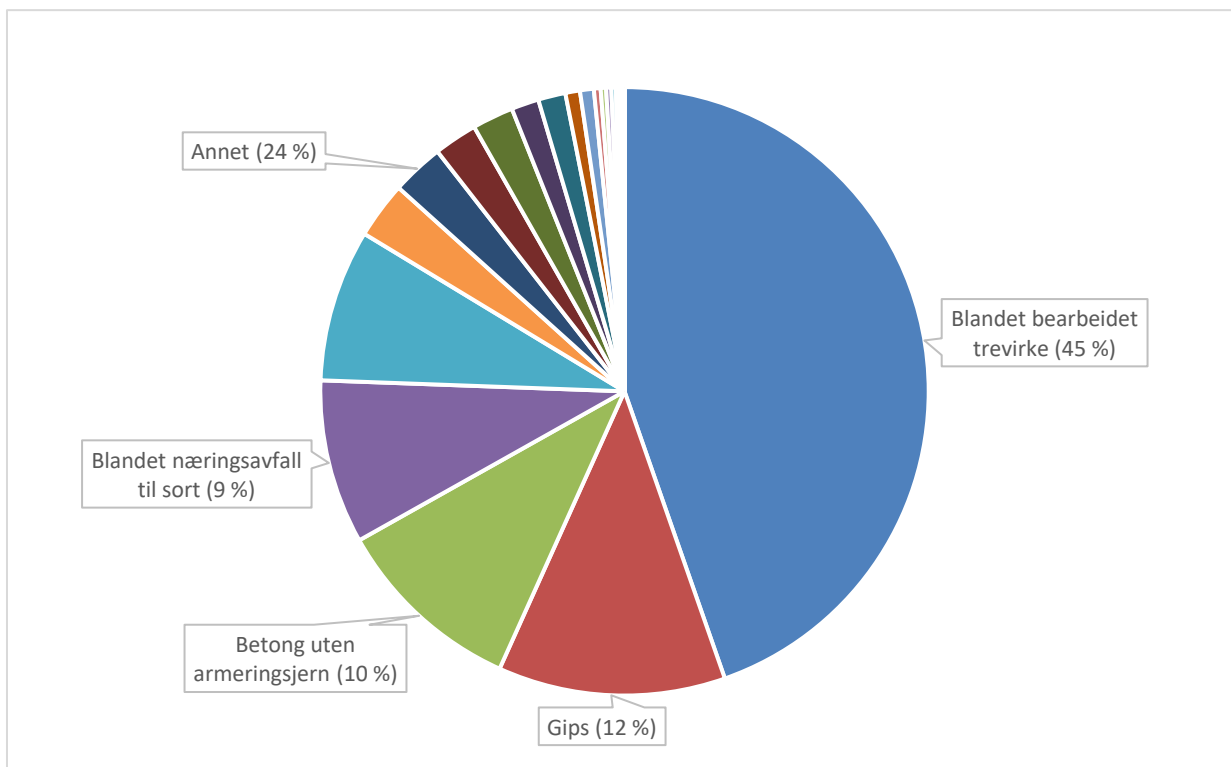
For prosjekt A kan man se at blandet bearbeidet trevirke rapporteres tidlig i prosjektet, og avtar ikke før siste månedsrapportering. Gips blir for første gang rapportert halvveis i prosjektet, og avtar litt før avsluttet månedsrapportering. Den blå delen av søylene i diagrammet representerer resterende antall kilogram avfall rapportert delt på BTA (Bruttoareal). Komplette avfallsrapport for prosjekt A er oppsummert i figur 10.



Figur 10: Total avfallsmengde per måned med hovedfraksjoner for Prosjekt A

Figur 11 viser henholdsvis fraksjoner og deres prosentandel av den totale avfallsmengden som ble produsert for prosjekt A. Det er valgt å vise de største fraksjonene som utgjør størst vekt. Under «Annet» posten ligger flere fraksjoner som er sortert og levert.

I tabell 3 er fraksjonene presentert med sin totale vekt som er rapportert. Her ser man også den totale avfallsmengden for hele prosjektet.



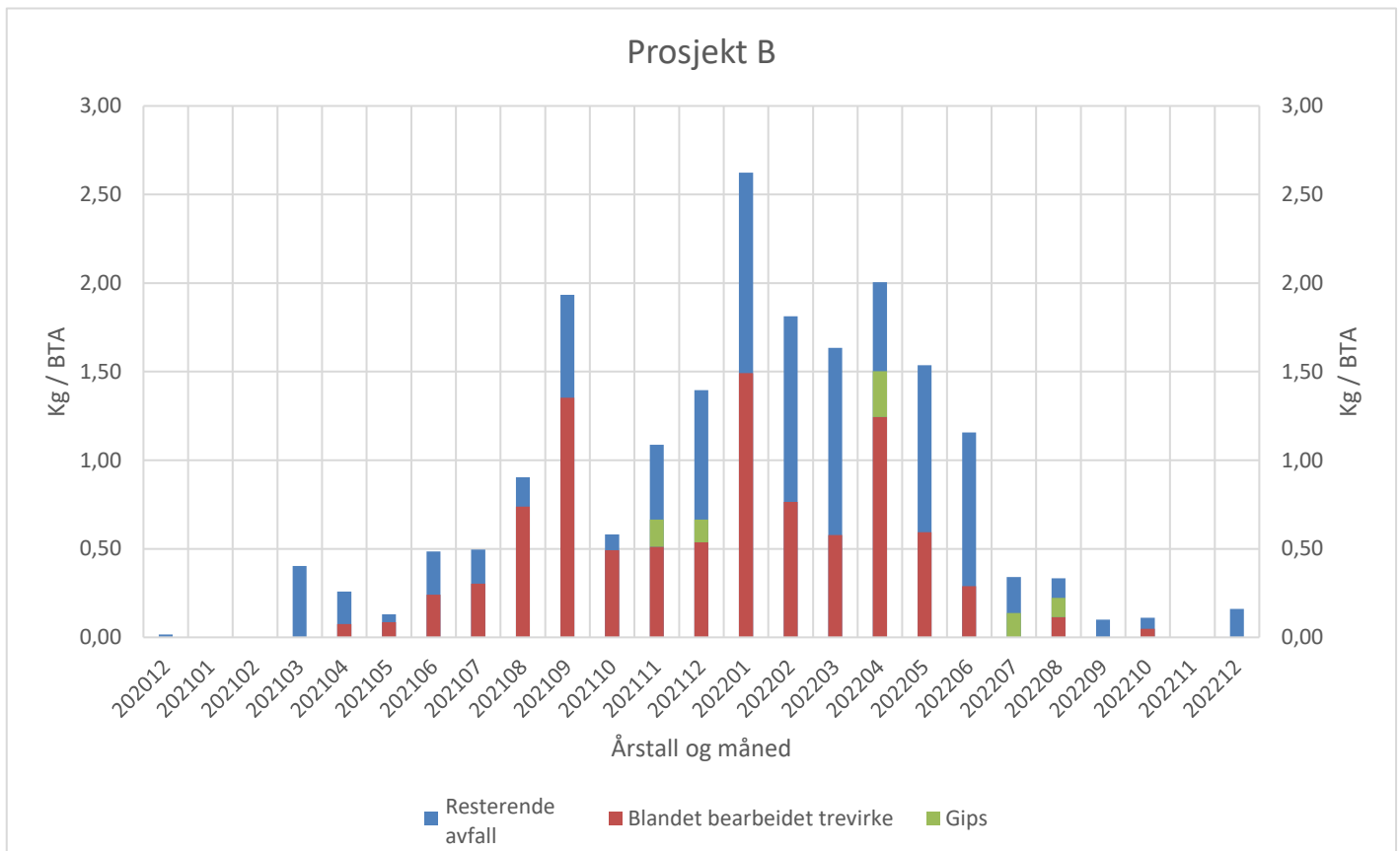
Figur 11: Sektor diagram som viser prosenter av total avfallsmengde til de ulike fraksjonene i prosjekt A

Tabell 3: Oversikt over antall tonn avfall registrert hos de ulike fraksjonene i prosjekt A

Fraksjonsnavn	Tonn	Andel av total
Blandet bearbeidet trevirke	234,870	44,65 %
Gips	63,580	12,09 %
Betong uten armeringsjern	53,240	10,12 %
Blandet næringsavfall til sort	45,880	8,72 %
Annet	128,461	24,42 %
<b>Totalt</b>	<b>526,031</b>	<b>100 %</b>



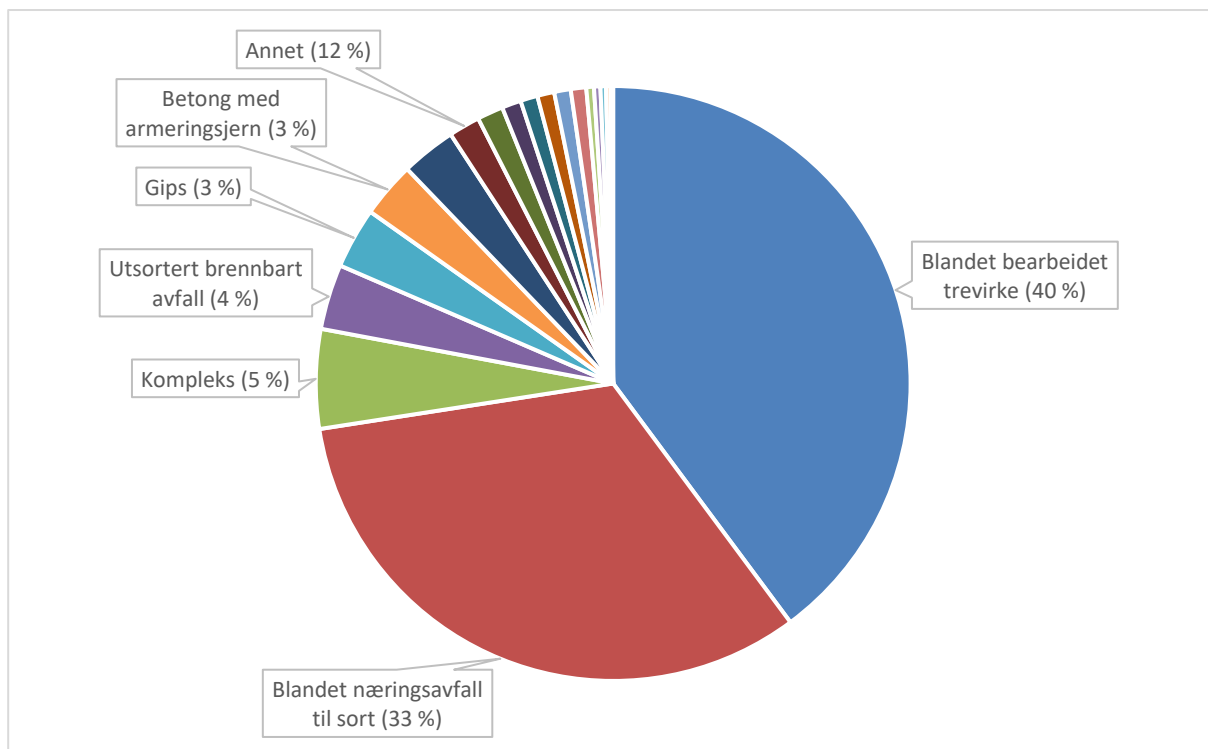
For prosjekt B ser man at opprigging for prosjektet startet veldig tidlig i byggetiden. Det ble generert lite avfall de tre første månedene. Her kommer blandet bearbeidet trevirke inn først fire måneder inn i prosjektet, og står i snitt for halvparten av avfallet mot slutten av byggeprosjektet. Gips rapporteres litt sporadisk i mindre mengder fra midten av produksjon, og helt mot slutten av prosjektet. Komplette avfallsrapport for prosjekt B er oppsummert i *figur 12*.



Figur 12: Total avfallsmengde per måned med hovedfraksjoner for Prosjekt B

Figur 13 viser til henholdsvis fraksjoner og deres prosentandel av den totale avfallsmengden som ble produsert for prosjekt B. Det er valgt å vise de største fraksjonene som utgjør størst vekt. Under «Annet» posten ligger flere fraksjoner som er sortert og levert.

I tabell 4 er fraksjonene presentert med sin totale vekt som er rapportert. Her ser man også den totale avfallsmengden for hele prosjektet.

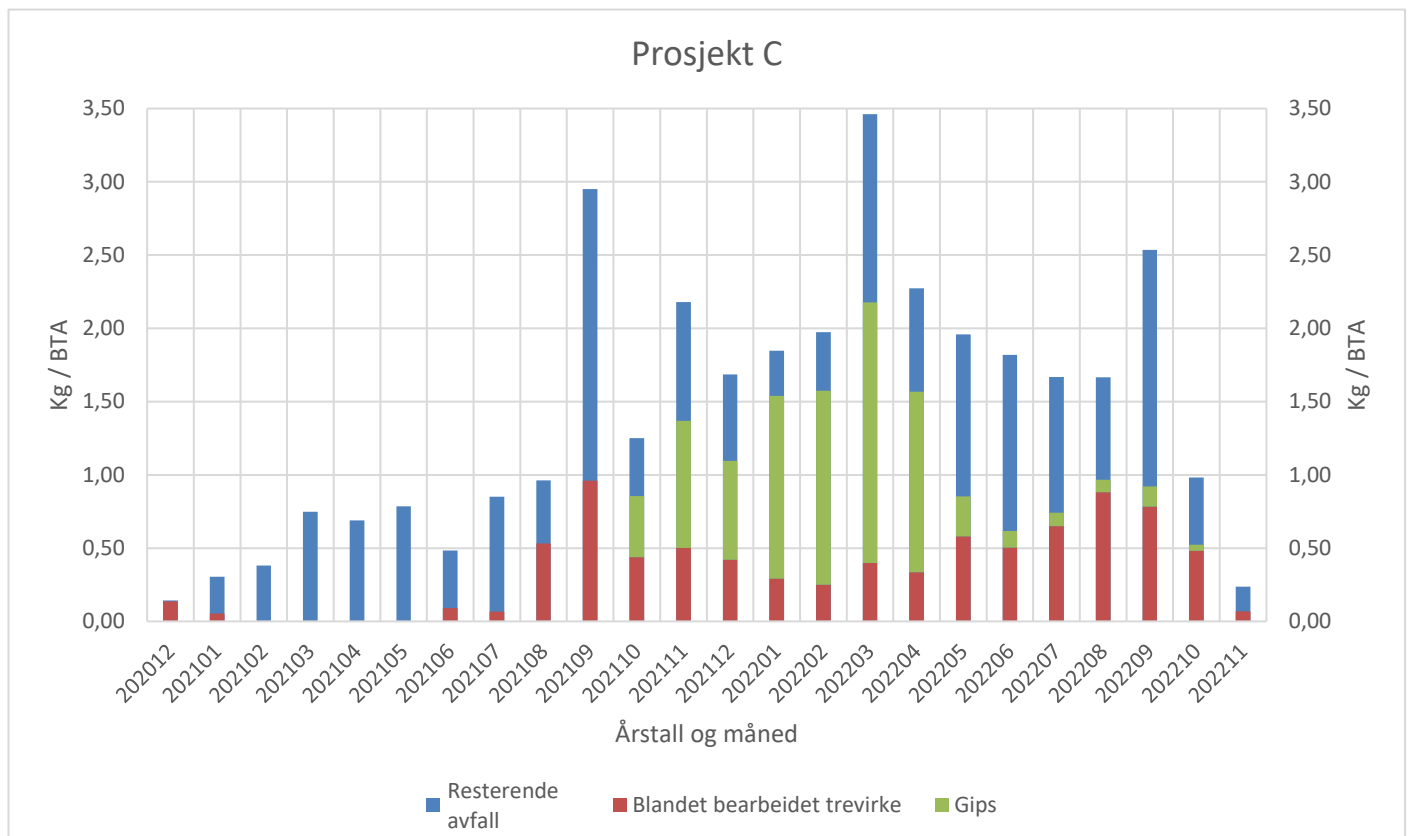


Figur 13: Sektor diagram som viser prosenter av total avfallsmengde til de ulike fraksjonene i prosjekt B

Tabell 4: Oversikt over antall tonn avfall registrert hos de ulike fraksjonene i prosjekt B

Fraksjonsnavn	Tonn	Andel av total
Blandet bearbejdet trevirke	134,940	39,84 %
Blandet næringsavfall til sort	110,820	32,72 %
Kompleks	18,280	5,40 %
Utsortert brennbart avfall	12,000	3,54 %
Gips	11,200	3,31 %
Betong med armeringsjern	10,240	3,02 %
Annet	41,260	12,18 %
<b>Totalt</b>	<b>338,740</b>	<b>100 %</b>

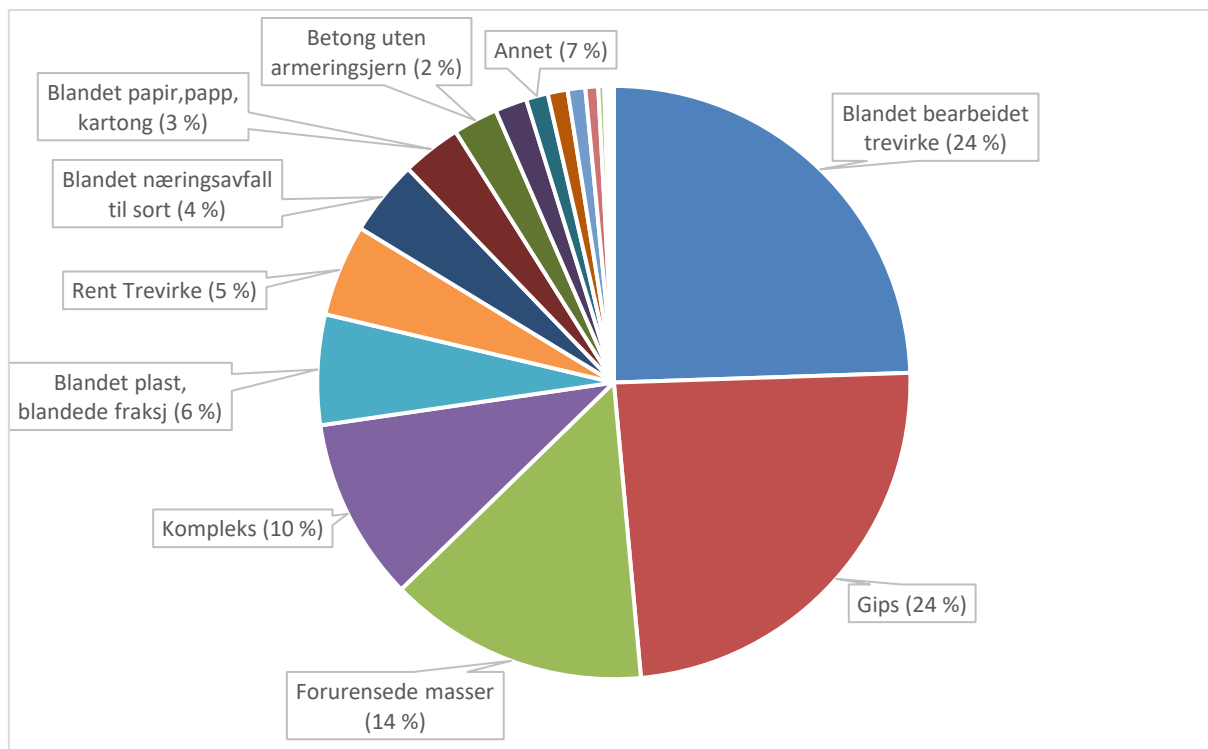
Prosjekt C rapporterer en mer jevn avfallsmengde. Blandet bearbeidet trevirke rapporteres i de to første månedene. Deretter oppstår den først et halvt år inn i produksjon, og rapporteres jevnlig helt til avsluttet prosjekt. Fraksjonen står i snitt for en fjerdedel av avfallet som blir generert. Gips rapporteres litt før produksjon har kommet halvveis. Mengdene øker gradvis før de avtar veldig mot siste fjerdedel av prosjektet. Komplette avfallsrapport for prosjekt C er oppsummert i figur 14.



Figur 14: Total avfallsmengde per måned med hovedfraksjoner for Prosjekt C

Figur 15 viser til henholdsvis fraksjoner og deres prosentandel av den totale avfallsmengden som ble produsert for prosjekt C. Det er valgt å vise de største fraksjonene som utgjør størst vekt. Under «Annet» posten ligger flere fraksjoner som er sortert og levert.

I tabell 5 er fraksjonene presentert med sin totale vekt som er rapportert. Her ser man også den totale avfallsmengden for hele prosjektet.

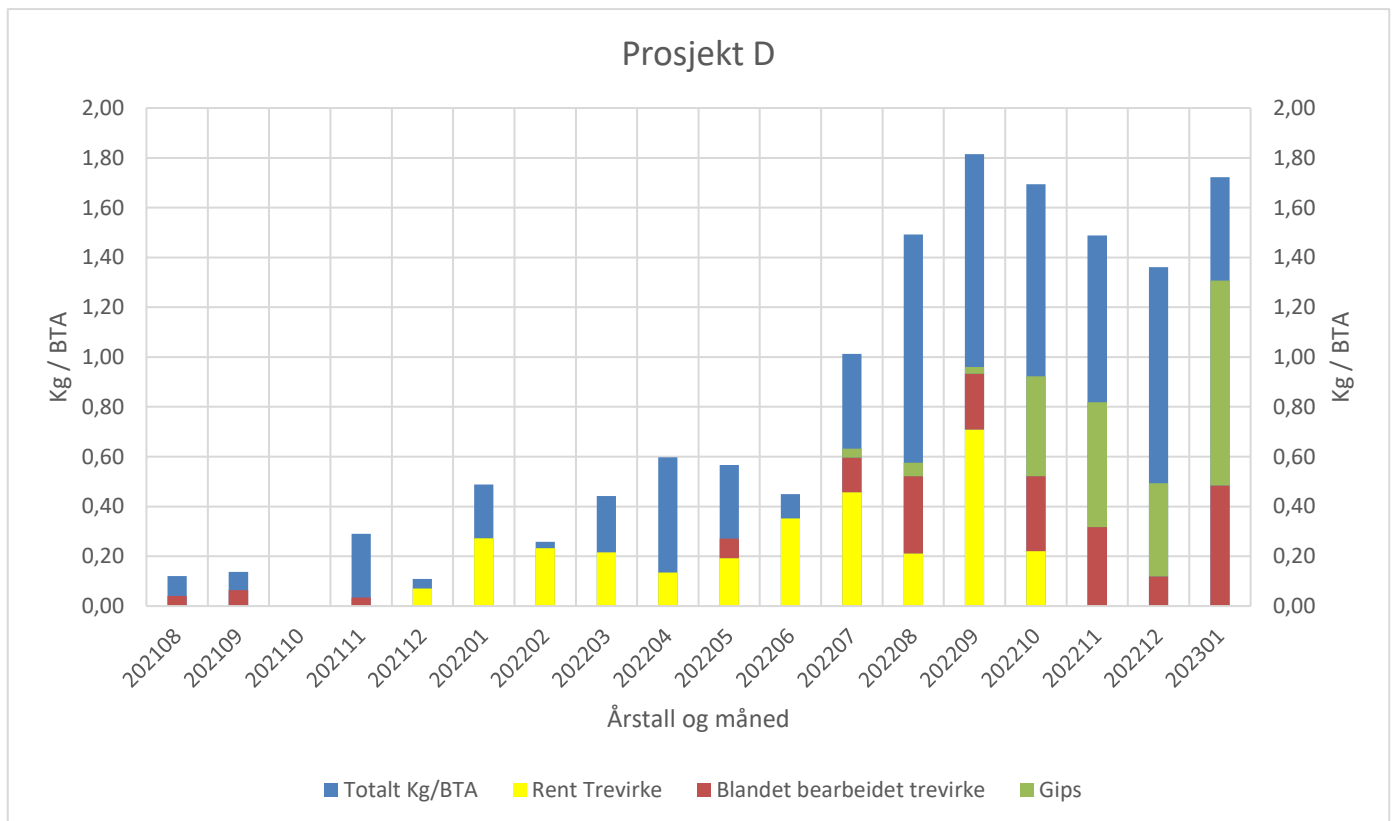


Figur 15: Sektor diagram som viser prosenter av total avfallsmengde til de ulike fraksjonene i prosjekt C

Tabell 5: Oversikt over antall tonn avfall registrert hos de ulike fraksjonene i prosjekt C

Fraksjonsnavn	Tonn	Andel av total
Blandet bearbejdet trevirke	103,730	24,48 %
Gips	101,970	24,06 %
Forurensede masser	60,100	14,18 %
Kompleks	42,270	9,97 %
Blandet plast, blandede fraksjoner	25,457	6,01 %
Rent Trevirke	21,200	5,00 %
Blandet næringsavfall til sort	17,375	4,10 %
Blandet papir, papp, kartong	13,717	3,24 %
Betong uten armeringsjern	10,330	2,44 %
Annet	27,634	6,52 %
<b>Totalt</b>	<b>423,783</b>	<b>100 %</b>

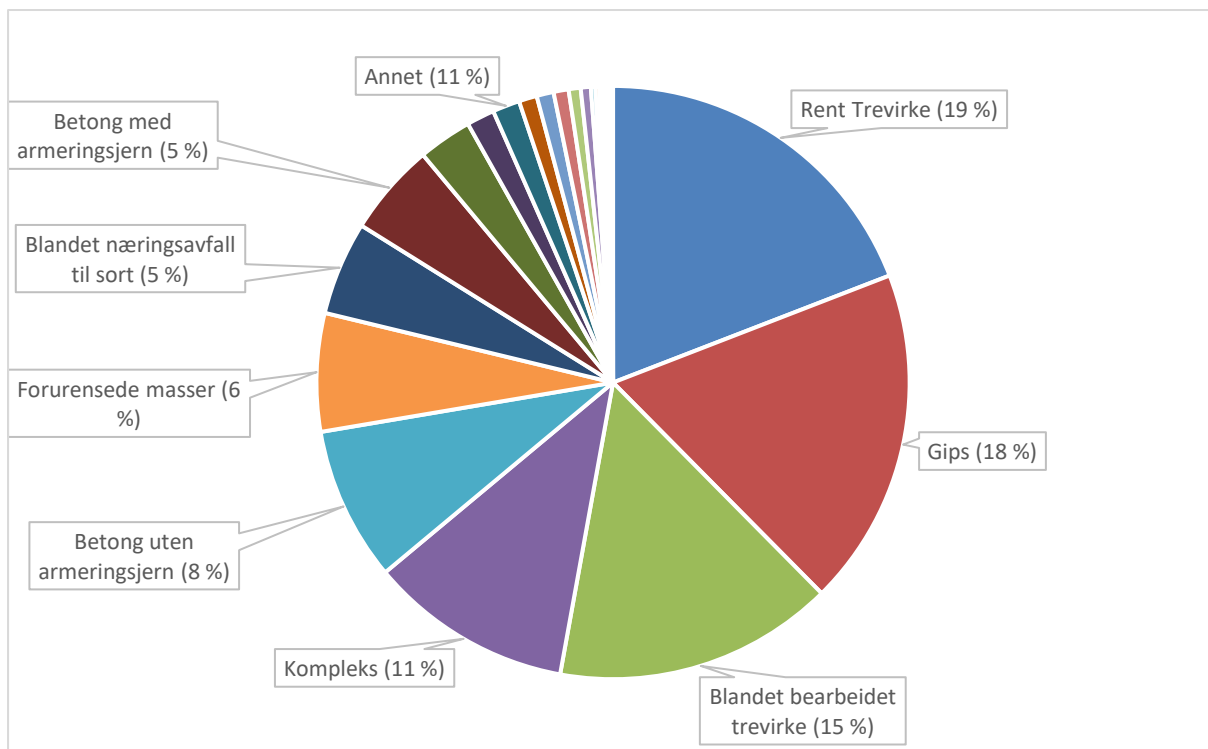
Prosjekt D er det eneste av de utvalgte prosjektene med fraksjonen «Rent Trevirke» i avfallsrapporteringen. Blandet bearbeidet trevirke rapporteres fra første måned. Etter ca. fire måneder er det rent trevirke som rapporteres jevnlig i ti måneder. Blandet bearbeidet trevirke rapporteres mer og mer inn i prosjektet. Gips oppstår først ett år inn i prosjektet. Deretter er det en akkumulerende avfallsmengde som har blitt rapportert. Komplette avfallsrapport for prosjekt D er oppsummert i *figur 16*.



Figur 16: Total avfallsmengde per måned med hovedfraksjoner for Prosjekt D

Figur 17 viser til henholdsvis fraksjoner og deres prosentandel av den totale avfallsmengden som ble produsert for prosjekt D. Det er valgt å vise de største fraksjonene som utgjør størst vekt. Under «Annet» posten ligger flere fraksjoner som er sortert og levert.

I tabell 6 er fraksjonene presentert med sin totale vekt som er rapportert. Her ser man også den totale avfallsmengden for hele prosjektet.

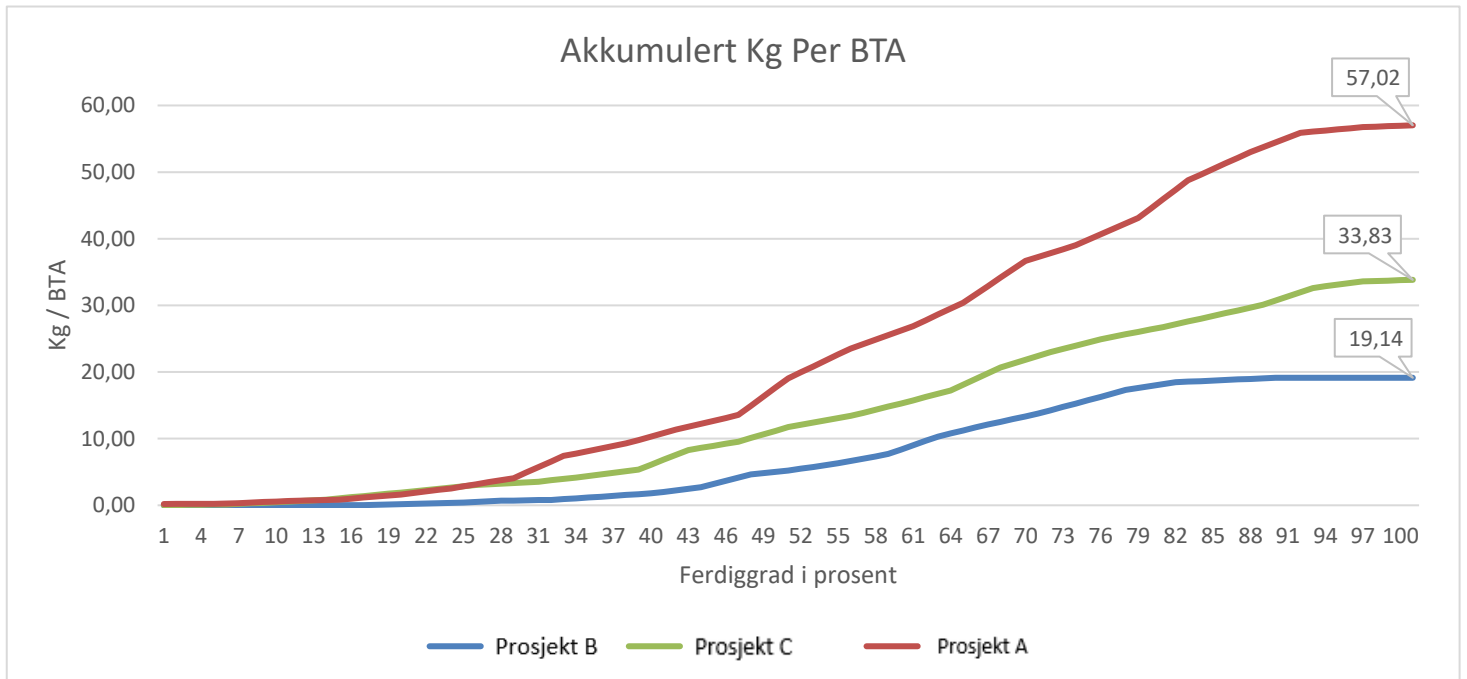


Figur 17: Sektor diagram som viser prosenter av total avfallsmengde til de ulike fraksjonene i prosjekt D

Tabell 6: Oversikt over antall tonn avfall registrert hos de ulike fraksjonene i prosjekt D

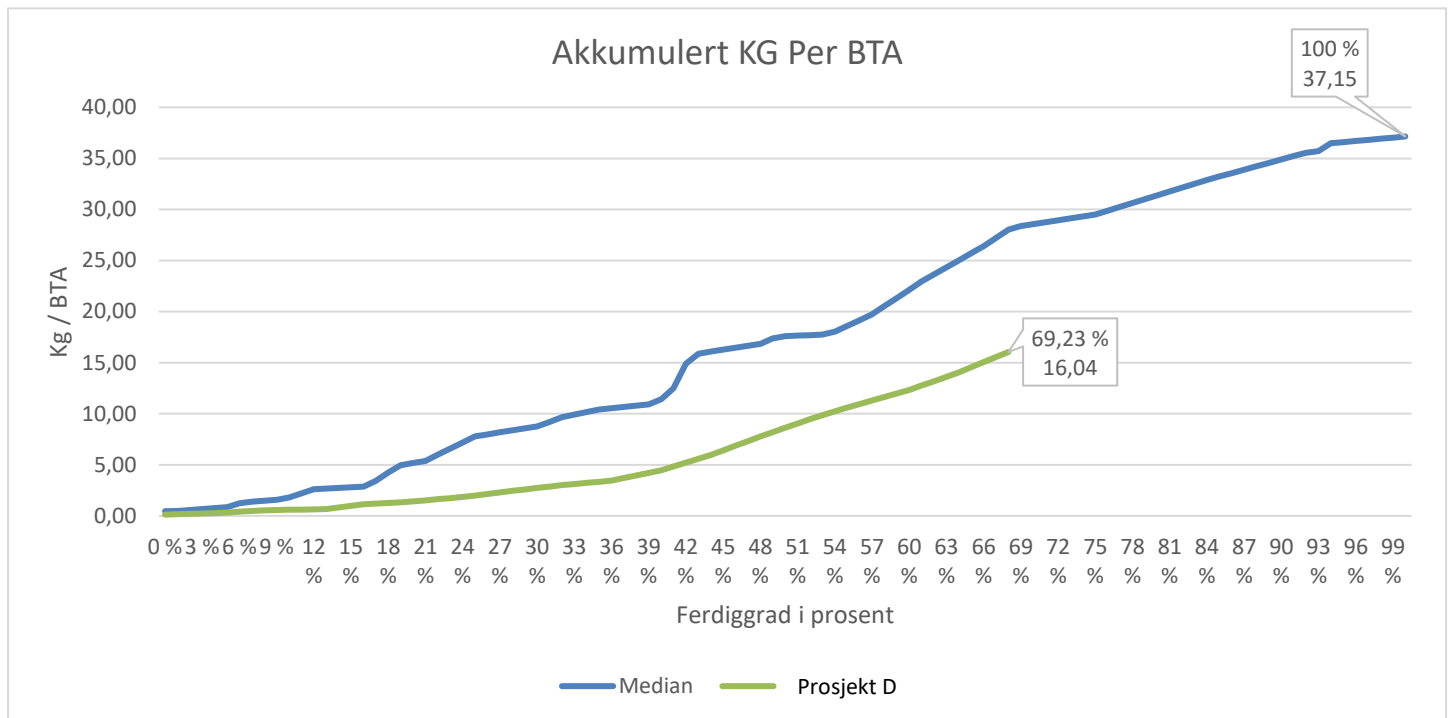
Fraksjons navn	Tonn	Andel av total
Rent Trevirke	53,180	19,12 %
Gips	51,330	18,46 %
Blandet bearbeidet trevirke	42,480	15,28 %
Kompleks	30,830	11,09 %
Betong uten armeringsjern	23,340	8,39 %
Forurensede masser	17,910	6,44 %
Blandet næringsavfall til sort	14,190	5,10 %
Betong med armeringsjern	14,040	5,05 %
Annet	30,787	11,07 %
<b>Totalt</b>	<b>278,087</b>	<b>100 %</b>

I figur 18 ser man Prosjekt A, B og C presentert i forhold til hverandre. I Y-aksen er kg/BTA representert. Dette gir et generelt forhold mellom kg avfall mot størrelse bruttoareal bygd. I X-aksen er prosent av ferdiggrad representert for å sette prosjektene opp mot hverandre. Her har man valgt å fordele byggetiden på antall prosent slik at man kan se avfallsproduksjonen uavhengig av tidsløp for prosjektet.



Figur 18: Akkumulert kg/BTA for de tre ferdige prosjektene fra casestudiet

I figur 19 er s-kurve brukt for prosjekt D sammen med en median for alle avsluttet prosjekt med komplett avfallsrapportering. Dette er en median av totalt 15 prosjekter. Som tidligere nevnt er prosjekt D et pågående prosjekt. Siden prosjektet er i produksjon, har man regnet ut prosent ferdiggrad ut fra fremdriftsplan og forventet byggetid. Her vil det være mulig å kontrollere avfallsmengden underveis i prosjekt.

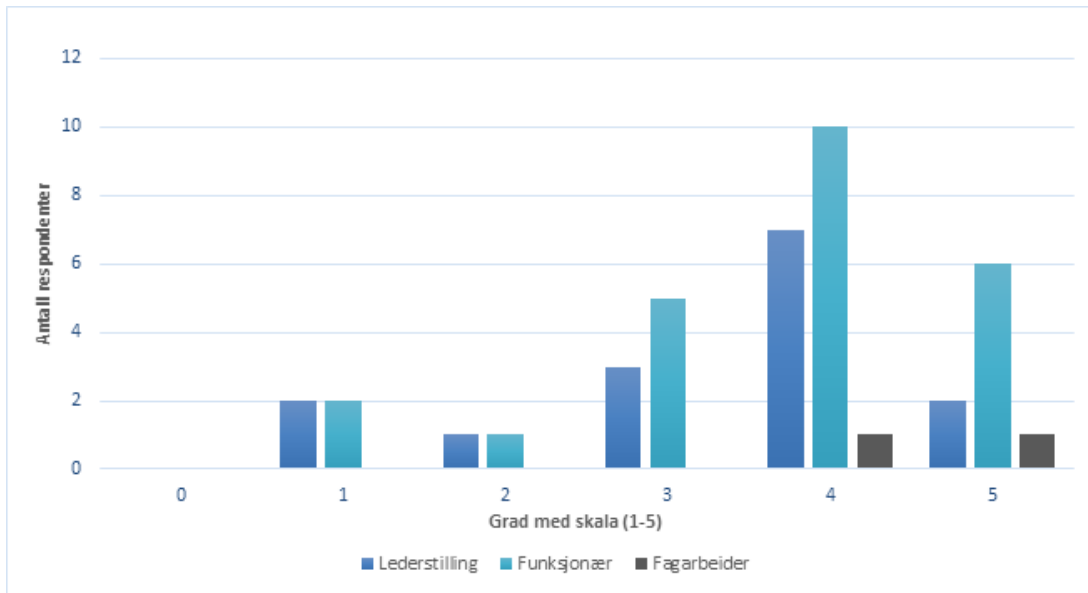


Figur 19: Sammenligning mellom median for alle ferdige prosjekter i Bunde og prosjekt D med 69,23% ferdiggrad

## 4.2 Funn fra spørreundersøkelse

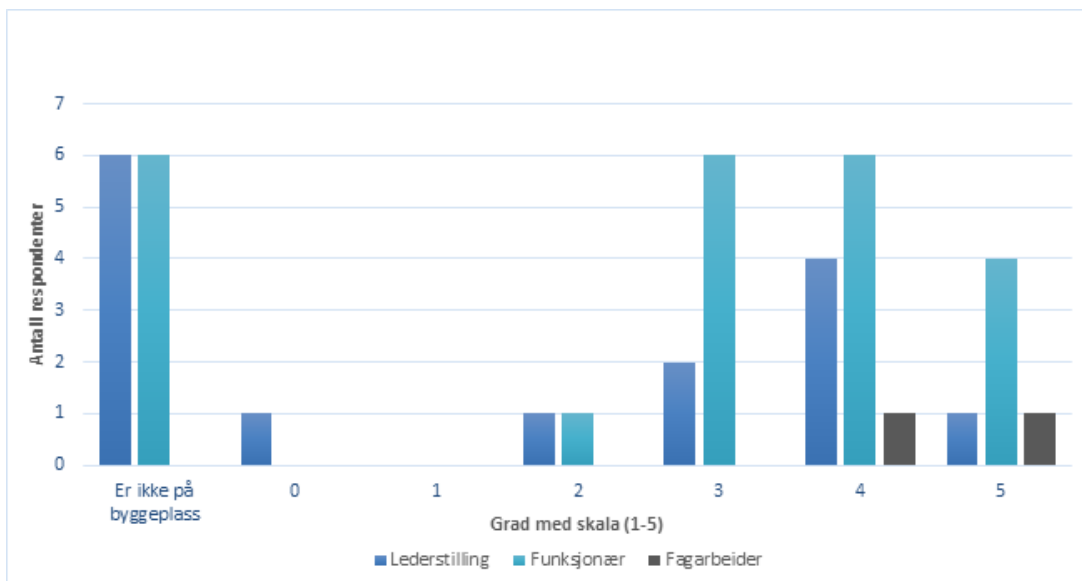
Som nevnt i kapittel 3.3.4 ble spørreundersøkelsen sendt ut til 180 ansatte hvor 42 ansatte besvarte undersøkelsen derav 15 i lederstillinger, 24 funksjonærer og 2 fagarbeidere. Enkelte av spørsmålene er gitt slik at det har vært mulighet for åpne svar. På denne måten kan resultatene kartlegge usikre områder, og gi mulighet for selvstendige svar. Videre ble det også tatt i bruk en skala (0-5) hvor 0-1 er lav grad, 2-3 er moderat grad og 4-5 er høy grad. Bruken av skalaen ga muligheten for en enkel analyse av de ulike respondentene på disse spørsmålene. Se vedlegg B for komplett mal av undersøkelsen, og vedlegg C med samlet svar fra respondentene.





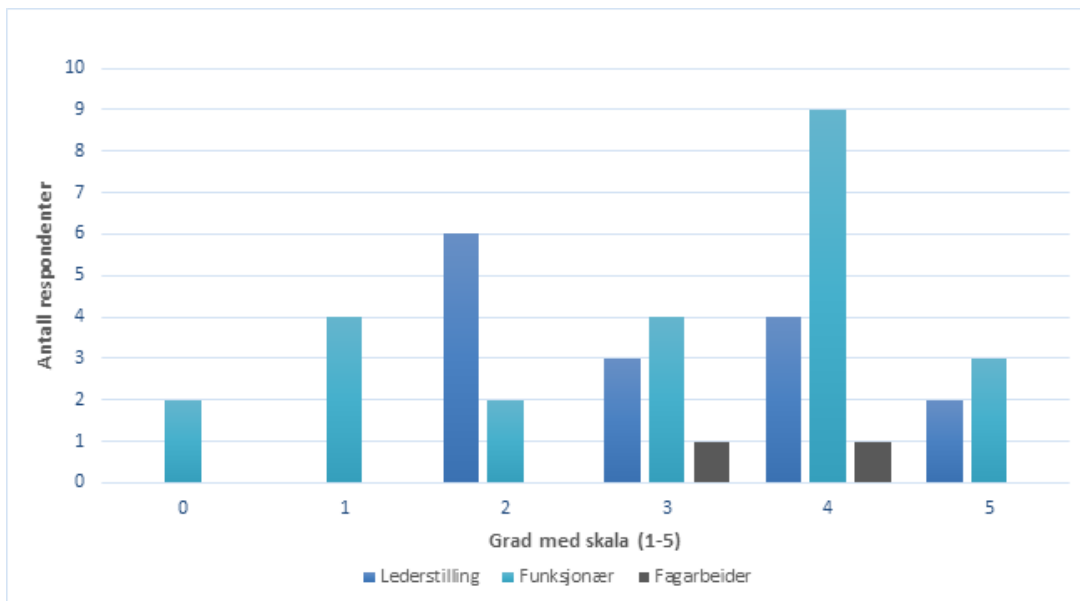
Figur 20: Resultat fra spørsmål 1: I hvilken grad tenker du på forbruk av materialer?

Fra spørsmål 1 ser vi at de aller fleste respondentene tenker på forbruket av materialer da flertallet av funksjonærene, lederne og fagarbeiderne har svart med graden 4 eller høyere på skalaen.



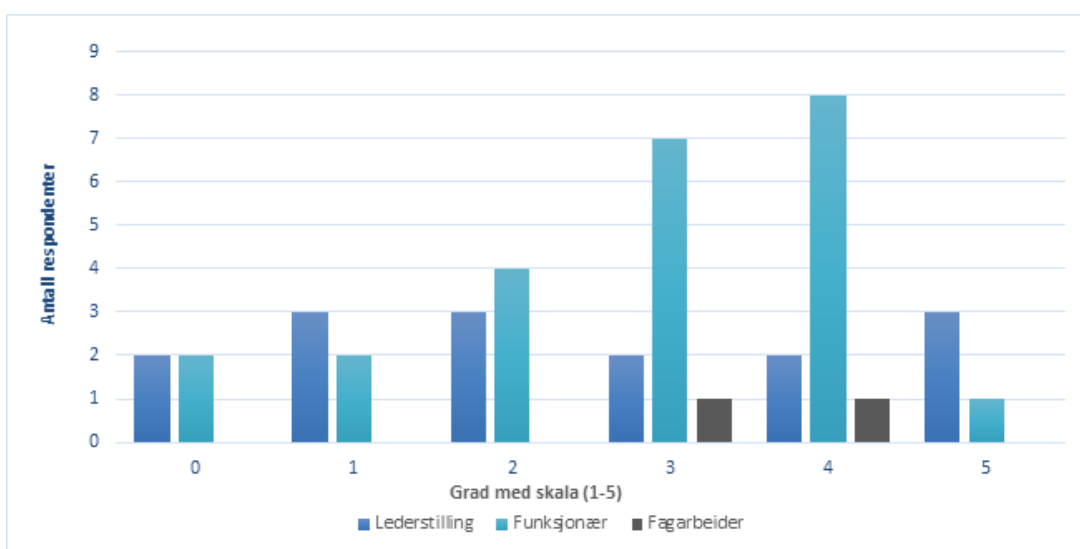
Figur 21: Resultat fra spørsmål 2: I hvilken grad tar du hensyn til materialforbruk på byggeplass?

Flertallet av respondentene til undersøkelsen som arbeider på byggeplass svarte til spørsmål 2 at de i moderat til høy grad tar hensyn til materialforbruk på byggeplass. Her er det også verdt å merke seg at fagarbeiderne har oppgitt at de i høy grad tenker på forbruk av materialene.



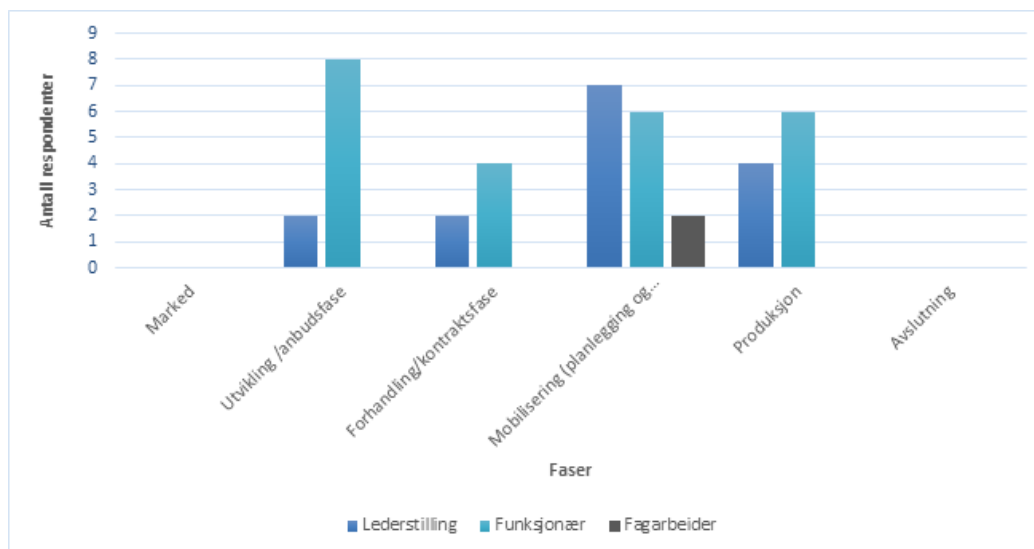
Figur 22: Resultat fra spørsmål 3: I hvilken grad har du kjennskap til BundeBygg sitt avfallsforbruk på prosjekter?

Av de 42 som besvarte undersøkelsen, oppga litt over halvparten av respondentene at de har moderat til lav kjennskap til Bunde sitt avfallsforbruk på prosjektene (grad 3 eller lavere). Her er det verdt å merke seg at nesten halvparten av respondentene i lederstilling har svart med graden 2 på skalaen. Resultatet viser totalt sett at flesteparten av respondentene har oppgitt at de ikke har et godt kjennskap til materialforbruket på prosjektene i Bunde.



Figur 23: Resultat fra spørsmål 4: I hvilken grad samarbeider du med andre for å få ned materialforbruk?

På spørsmålet som handler om i hvilken grad de ulike arbeiderne i Bunde samarbeider med andre for å få ned materialforbruket var det ca. halvparten som oppga 3 eller 4 på skalaen. Undersøkelsen viser at flere respondenter har oppgitt at de samarbeider i «moderat til høy grad» med andre for å få ned materialforbruket på prosjektene i Bunde. Blant disse kan vi se fra figur 23 at det er funksjonærene som utgjør den største andelen.



Figur 24: Resultat fra spørsmål 5: I hvilken fase tror du det er størst mulighet for å påvirke den totale avfallsmengden?

Da det ble spurt om hvilken fase ansatte i Bunde tror det er størst mulighet for å påvirke den totale avfallsmengden, ble det synlig at funksjonærene i Bunde mener det er i utvikling/anbudsfasen potensiale er størst. Av de som har deltatt på undersøkelsen, mener de fleste av respondentene som innehar lederstillinger og de som er fagarbeidere, samt flere funksjonærer at det er i planleggings- og prosjekteringsfasen det er størst mulighet for å påvirke avfallsmengden.

De to siste spørsmålene er av varianten med mulighet for åpne svar. Spørsmål seks har spørsmålet «Hva er din største motivasjon for å få til en bedre avfallsreduksjon?» Her kom det frem i undersøkelsen at det først og fremst er økonomi etterfulgt av fremdrift og klima som er respondentene i lederstillinger sin største motivasjon for å få til en bedre avfallsreduksjon. For de aller fleste funksjonærer er det økonomi etterfulgt av klima som er den største motivasjonsfaktoren. Det kan også trekkes fram at logistikken og effektiviteten på byggeplassen blir nevnt som en motivasjon blant flere av respondentene som er i en stilling som leder eller funksjonær.

Siste spørsmål var «Hvilke tiltak ser du for deg kan gjøres for en bedre avfallsreduksjon på byggeplassen», og dette ga mange åpne svar. Flere trekker her frem organisatoriske tiltak som innebærer bedre planlegging, kommunikasjon og tilrettelegging. Prefabrikkering og forhåndskutting for plassbygging er to forslag flertallet velger å oppgi som løsninger for å oppnå bedre avfallsreduksjon på prosjektene. Bruk av BIM for å hente ut eksakte materialmengder er også et forslag som har kommet frem i spørreundersøkelsen. Flere av respondentene foreslår en bevisstgjøring og holdningsendring til «bruk og kast mentaliteten» på tvers av byggeprosjektene. Det har også blitt oppgitt at det bør stilles krav til leverandører, underentreprenører og totalentreprenører om å ta ansvaret for kostnadene som oppstår knyttet til avfallsmengden hvor dette inkluderes i kontrakt.

### 4.3 Funn fra dybdeintervju

Intervjuguide med gjennomføring fra informantene er gjengitt i vedlegg D.

Tilnærmet samtlige informanter mener at alle involverte i et prosjekt har et potensial for å redusere avfallet i et byggeprosjekt, men at det hovedsakelig er størst potensial i tidlig fase. Det kommer frem fra flere at byggherren kan påvirke ved å sette krav, målsetninger, og forventninger. Dette mener enkelte at kan spesifiseres i kontrakten med totalentreprenør. Informantene mener videre at det er essensielt at byggherren er åpen for å tenke annerledes i form av løsninger som vil gi mindre avfall, samt sette oppnåelig krav. En informant legger vekt på at hvis byggherren skal velge løsninger som retter seg mot avfallsreduksjon så må gevinsten være større enn konsekvensen. En annen informant mener innovasjon er nøkkelen til suksess da byggherren må satse på bruk av nye materialer i stedet for kun de klassiske. Videre kommer informanten med et eksempel på bruk av *ytong* fremfor betong hvor *ytongen* er dyrere, men tidsbruken man sparer på bruk av *ytong* ikke er lett å sette en pris på, og dermed kommer materialkostnaden først.

En informant forklarer at Bunde kontraktuelt har lagt inn krav til sine underentreprenører på maks kg avfall på ett prosjekt, som et pilotprosjekt. Videre er det ønskelig å øke dette i omfang, men for at dette skal kunne skje må avfallet analyseres bedre. Flere informanter mener at det er lite kunnskap og forståelse av avfallsmengder i prosjektene, da det kun ses på totalen når prosjektet er ferdig uten sammenligningsgrunnlag. En informant forteller at det brukes tidligere prosjekterte tall og «skjønn» ved prognose av avfallstall og kostnad. Videre påpekes det at det kan stilles krav til bruk av prefabrikasjon i kontrakt fra Bunde til underentreprenør.

Industrien og leverandør blir hyppig nevnt som en utfordring knyttet til avfall. Eksempelvis er paller nevnt som et problem da det ofte blir levert engangspaller på byggeplass som kastes etter bruk. En informant mener pallene bør gå i retur til leverandør i stedet for at totalentreprenør må behandle og betale kostnaden av tømning av container med pallene. Emballasje blir også nevnt av flere informanter da det oppstår mye avfall i form av plast og papp. Det påpekes at det er viktig å ha emballasje så produktene ikke skades, men at det bør være muligheter for å se etter løsninger med mindre bruk av emballasje, og at leverandørene selv kan ha avfallsstasjon og ta med seg emballasjen etter levering. Enkelte informanter nevner at for eksempel isolasjon er pakket inn med plast tre ganger, og det stilles spørsmålstegn til om dette er nødvendig. En informant mener at flere utenlandske leverandører har vesentlig lavere andel av emballasje rundt sine produkter, men at produktene ikke har mer skade av den grunn. Flere informanter mener at leverandøren har bedre

forutsetning for å gjenbruke og håndtere avfallet enn byggeplassen, og det vil gi økt motivasjon på kutt av avfallsmengden fra leverandøren sitt ståsted.

*Precut* og prefabrikering er nevnt fra samtlige informanter. Her er det en felles oppfatning om at dette kan gi lavere avfallstall ved at det prosjekteres for bruk av prefabrikkerte løsninger. En informant spesifiserer at detaljprosjekteringen må være så godt utført at en ikke trenger å tilpasse *precut*-materialene. Det forklares at bygget prinsipielt kan settes opp som Lego klosser ved riktig utført grunnarbeid, og at dette er fullt mulig med dagens verktøy. Informantene fra prosjekt D forteller om mindre svinn og gode erfaringer etter bruken av *precut*. En informant mener arbeidstimene for prosjekt D ble halvert ved bruk av *precut*. Videre mener informanten at dette bør synliggjøres mer for å øke bruk av prefabrikasjon, da økonomien er det viktigste til enhver bedrift og tid er penger. Det oppleves som mer ryddig på byggeplassen, mindre søl og raskere fremdrift for fagarbeiderne med prefabrikasjon. Fingerskjøting blir nevnt som en løsning for ombruk av kapp hvor man i prinsippet kan få endeløse lengder ut fra mange deler, og på den måten øke materialutnyttelsen. Det kommer også frem fra flere informanter at det bør prosjekteres for standardmål ift. for eksempel takhøyde slik at gipsplater brukes i standardmål.

Bruken av BIM nevnes av flere informanter. En informant mener det er svært nyttig å bruke tid på å hente ut riktige mengder av de ulike materialene ved hjelp av BIM-modellen. Videre mener informanten at ved bedre innhenting av mengder så vil neste prosess være å se på nye materialer som kan erstatte de tradisjonelle. Utfordringen med de alternative produktene er at de ofte er dyrere enn de tradisjonelle. Informanten mener likevel at det må satses hardere på nytenkning, og med et godt mengdeuttak så vil det være lettere å prøve andre produkter. Det blir også begrunnet at bruken av BIM øker nøyaktigheten og reduserer tidsbruken i prosjekteringen, samt gir en tverrfaglig kommunikasjon.

Oppfølgingen på avfallsmengden internt viser seg å ha vært lite i fokus da det framkommer at sorteringsgraden har vært fokusområdet. En informant opplyser om at det ble startet opp et avfallsprosjekt høsten 2022 med økt fokus på avfallsmengder, men at utfordringen internt har vært å kunne måle seg underveis i prosjektet. Flere informanter ønsker en økt synliggjøring underveis i prosjektet av avfallsmengdene, bedre oppfølging i etterkant av prosjektet samt en enklere metode å måle avfallstallene opp mot ulike prosjekter.

Hovedandelen av informantene bekrefter den kvantitative dataen med at treverk og gips er de mest problematiske fraksjonene innenfor kg/BTA. Flere informanter drar frem bruken av forskaling som en stor kilde til den høye avfallsmengden for blandet treverk, og at dette kunne vært unngått med bruk av forskalingsplater eller gjenbruk av treverket. Informantene med kjennskap til prosjekt A forteller

at underentreprenør med ansvar for levering av systemforskaling ikke fikk levert, og det ble dermed brukt trevirke som forskaling. Videre peker informantene på dette som en av grunnene for en høy andel trevirke som ble kastet. Prosjekt B hadde en underentreprenør som demonterte trevirket som ble brukt til tradisjonell forskaling, og tok det med seg videre til neste prosjektet. Denne underentreprenøren hadde et internt mål i bedriften å bruke en pakke med 48x98 minst tre ganger før det ble kastet. I samme prosjekt ble det brukt rekkverk fra *Combisafe* i trappeløp.

Flere informanter mener det kastes unødvendig mye gips på prosjektene. Det nevnes at det må prosjekteres mer i standardhøyder ift. gipsplatene for å hindre unødvendig kapp og skjøting, samt at det er en stor fordel med å begrense antall hjørner og utfordrende vinkler. Prefabrikasjon av gipsplater er det flere informanter som mener er gunstig. En informant drar frem utfordringen med gips rundt dører, vinduer samt hjørner da det i dag må utføres på en måte som gir mye kapp. Informanten forteller videre at når det legges gips inntil dør så kan du ikke ha skjøt rett over sidekarmen, da den vil sprekke. Vanligvis vil man dermed skjøte over døren ca. 15 cm inn mot senter. Gipsplaten må da kappes på begge sider. Dette fører videre til at en sitter igjen med små gipsplater som er vanskelig å bruke andre steder. Det ble utført et regnestykke underveis i intervjuet ut fra prosjekt C. Prosjekt C hadde relativt lik utforming i leilighetene, og dermed ble denne valgt for enkelhetsskyld. Regnestykket er som følger: Inngangsdør mot innvendig gang gir 4 lag med gips, 2 lag på hver side. Hvis inngangsdøren er 10x21 tilsvarer dette 8,4 m<sup>2</sup> med avfall. Dette tilsvarer ca. 3 stk standard på 1,2x2,4m. Om man tar for seg en vanlig 3-roms leilighet har den eksempelvis en inngangsdør, 4 innerdører og 4 vinduer. Med et overslag kan man si at det går 1,5 plate gips per innerdør og 0,5 plate gips per vindu. Dette tilsvarer da 11 plater gips som blir avfall uansett. Utregningen basert på problematikken rundt dører, vinduer og hjørner viste at ca. 30% av det totale gipsavfallet på prosjektet kommer fra dette. For å hindre noe av dette blir det foreslått bedre sparkel, sparkelremse og branntetting fra industrien, og på denne måten kan det for eksempel kappes kant i kant med dørene uten at gipsen sprekker opp.

Mange mener lukket container er viktig for at gipsen ikke skal bli våt og bli enda tyngre som vil føre til høyere kostnader ved tømming. Videre kommer det frem at det er en lav terskel for å kaste materialer på prosjektene da fokuset ligger på fremdrift fremfor avfallsmengden.

Flere informanter mener bedre tid i prosjekteringen kan minimere betongavfallet da det anses som et problem ved at utsparinger ikke er prosjektert riktig, eller prosjektert i det hele tatt. Dette resulterer i at det må kjerneborres utsparinger på plassen og på grunn av betongens egenvekt så kan det fort bli mange kg/BTA. Særlig i prosjekt A var dette et problem da prosjekteringen var mangelfull,

og preget av dårlig tid. En annen informant nevner at ved bruk av prefabrikasjon kontra plassbygd så åpner muligheten for plattendekker eller hulldekker som vil begrense stålmengden.

En informant nevner et tidligere gjennomført prosjekt (ikke prosjekt fra Bunde) som hadde mål om å minimere avfallsmengden. Her ble det brukt restmaterialer fra andre byggeplasser til å legge flis i kjeller og på toalett. Dette hjalp andre byggeplasser til å få lavere avfallsmengde. I tillegg ble det gitt bort ca. 800 kg med resterende fasadepanel til byggherren som kunne brukes på andre byggeplasser. Byggherren ble ansett som en «material bank» og det ble ansett som et godt samarbeid. Videre brukte prosjektet en form for restbod fra et riveprosjekt og kjøpte ti år gamle toaletter. Prosjektet endte på totalt 18 kg/BTA. Informanten mener i midlertidig at dette ikke er mulig å få til i lengden da dette var et ulønnsomt prosjekt siden det kostet mindre å kaste og kjøpe nytt, enn tidsbruken på organiseringen. Ved bruk av ti år gamle toaletter fikk de heller ikke den garantien fra rørlegger og leverandør som er vanlig i et nybyggprosjekt.

Flertallet av informantene tror at en positiv konsekvens av et resultat basert på kg/BTA er bedre enn negative konsekvenser. Premiering av beste byggeplass basert på avfallsmengde blir nevnt som en god idé av flere, men viktigheten av at det må være rettferdig blir også belyst. Flere drar frem at ingen prosjekter er like og at det må defineres settverdier før oppstart. En informant har derimot ikke troen på belønning da informanten mener det vil føre til juks i form av at avfall blir lagt på utsiden av byggeplassen. Informanten mener at fokuset heller bør være å få en kultur for å redusere avfallsmengden.

Alle informantene mener at man trenger økt fokus på avfallsreduksjon, og at dette kan løses ved for eksempel å sette av en kursdag eller lignende internt i bedriften for å øke kunnskapen og bevisstgjøringen på området. Premiering fra det offentlige basert på resultater er flere mer skeptiske til da man er redd for at enkelte bedrifter kan lure systemet på flere måter.

Innføring av lovverk og nye krav basert på avfallsmengde stilles det usikkerhet til. Enkelte mener dette vil tvinge bedrifter til nytenkning og forbedring. Andre tror flere vil «lure systemet» hvis nødvendig, og skjønner ikke hva konsekvensen skal være ved brudd på for eksempel en maks grense for kg/BTA. En naiv tankegang er kanskje å tro at samtlige i bransjen vil rapportere eksakte avfallstall hvis det resulterer i et eventuelt lovbrudd. Det viser seg at det i dag er mulig å kunne lure systemet ved å for eksempel sende avfall til andre prosjekter internt som har bedre avfallstall, eller legge avfall til siden slik at renovasjonskonsernet ikke får tilgang til det. Flere informanter stiller seg mer positive til sertifiseringsordninger som *BREEAM-NOR* hvor det er ønskelig å oppnå poeng for lav avfallsmengde. Det kommer frem av flere at det er mer naturlig å «lure systemet» i desperasjon for å komme under et regelverk på maks kilogram avfall, i stedet for å kunne få en sertifiseringsgrad. En

informant mener at dette kan hjelpe bedrifter til å få et bedre rykte, høyere status og på den måten få et konkurransefortrinn fremfor andre.

Flere informanter mener prinsippet om restbod er bra, men at det per dags dato er nødvendig med et bedre system da det koster mye og tar lang tid. Det kommer og frem at ved bruk av restmaterialer og den slags så mister en ofte garanti på produktet, og at det derfor sitter langt inne med gjenbruk. En informant nevner at den sirkulære ressursentralen på Økern er en bedre løsning da det er en database som fungerer bra, og systemet virker bedre og mer oversiktlig.

Informantene har en felles enighet om at det vil ta tid å få trappet ned avfallsmengden på de ulike prosjektene. Hvis det blir et krav om å få avfallsmengden ned på et visst nivå mener en av informantene at det vil være snakk om en periode på 5-10 år med lavere lønnsomhet. Det understrekes at kravene ikke kan være slik at dette innebærer kroken på døren for bedriftene. Informanten mener videre at det kan åpne seg muligheter og nytenkning ved at man finner på smartere og bedre løsninger, som igjen vil gi fremskritt langsiktig, både teknologisk og økonomisk.

En fellesnevner fra intervjuene er at det økonomiske aspektet er det viktigste i og med at det er dette bedriften lever av. Det er en felles enighet om at det i dag blir gjort beslutninger der hensynet til økonomi går foran miljø og avfallsmengder. Flere informanter mener at avfallsreduksjon må ses i sammenheng med det økonomiske for å sikre en bærekraftig drift. Det kommer frem fra informanter som mener at dersom man skal se på det økonomiske aspektet ved bruk av for eksempel prefabrikking, må man også tenke på tid og penger spart på flere områder enn bare innkjøpet av produktet.

## **4.4 Øvrige funn**

I dette kapitlet vil funn fra webseminar og konferanse bli presentert. Det kommer frem hvilke utfordringer vi har i bransjen og flere forslag til hvilke krav som kan stilles og hvilke metoder som kan benyttes for økt gjenbruk og avfallsreduksjon. Det vil også bli presentert to forskningsprosjekter med anbefalinger fra Sintef.

### **4.4.1 Webseminar fra Arendalsuka**

Flere av de involverte pekte på at det historisk har vært sorteringsgraden som er målet. Videre vises det til at dette målet jobber mot oss, fordi motivasjonen kun er å fylle opp containere med riktig avfall, men ikke redusere avfallet som kastes i konteinerne. Enkelte mener videre at det bør stilles



krav til mengde avfall og ikke kun sorteringsgrad, og ønsker en oppdatert TEK med nye krav. Det presiseres at det er nødvendig med store investeringer og tid, samt tydelig krav.

Erfaring presentert med et referanseprosjekt hvor det ble brukt «just in time»-leveranser ga ekstra fokus på byggeplasslogistikk. Flere drar frem gevinsten av bedre logistikk og planlegging mot en historisk holdning hvor det ble bestilt 10-20% ekstra materialer i sikkerhet. Det vises til erfaring som tilsier bedre materialbruk og ombruk ved denne endringen.

Det ble nevnt på seminaret at en mulighet kan være å sette en maks grense på avfallsmengden. Hensikten med dette vil være å tvinge frem en omstilling i tankesettet, og at dette er med fra prosjektstart. Videre er det ønskelig å bruke klimagassberegninger, avfallsmengder o.l. for å kunne stille krav til å komme frem til et felles mål.

Økt produksjon i fabrikk og mer bruk av modulbygg blir diskutert på seminaret. Det blir lagt frem et ønske om økt samarbeid mellom utbygger og industri hvor produsent gir mer veiledning enn tidligere, og det legges opp til mer riktig kjøp av produkter. Eksempler på dette er demonterbare løsninger (skrudde forbindelser) hvor produktet lettere kan demonteres og ombrukes uten å ta skade.

Økonomi kommer frem som en av hovedutfordringen på webseminaret. Hovedsakelig blir det fremmet forslag om økt avgift på avfall, nye kontraktsformer og offentlige anskaffelser. De fleste tror det må svi mer i lommeboka når det deponeres avfall. Samtidig er det en bekymring for at bedriftene ikke vil tåle en voldsom oppgang og at det offentlige derfor må bidra med løsninger og tilrettelegge for en avfallsreduksjon.

Gjenbruk blir nevnt hyppig gjennom webseminaret. Rehabilitering og ombruk av materialer står sentralt hos flere, og tanken er at det vil genereres mindre avfall gjennom tid ved å ombruke deler av bygget i stedet for riving. Her blir det igjen nevnt demonterbare løsninger.

Digitalisering i form av BIM og et felles sett av standarder mener flere er viktige tiltak for å få til avfallsreduksjon. En bedrift presenterer et system basert på identifikasjon av produkter ved hjelp av et kodesystem på ulike materialer som skal gi et felles digitalt språk. Det poengteres at dette må bli et felles system som kan tas i bruk for samtlige, og på denne måten kan utnyttes i mange forskjellige settinger, som avfallshåndtering.

#### 4.4.2 Byggavfallskonferansen

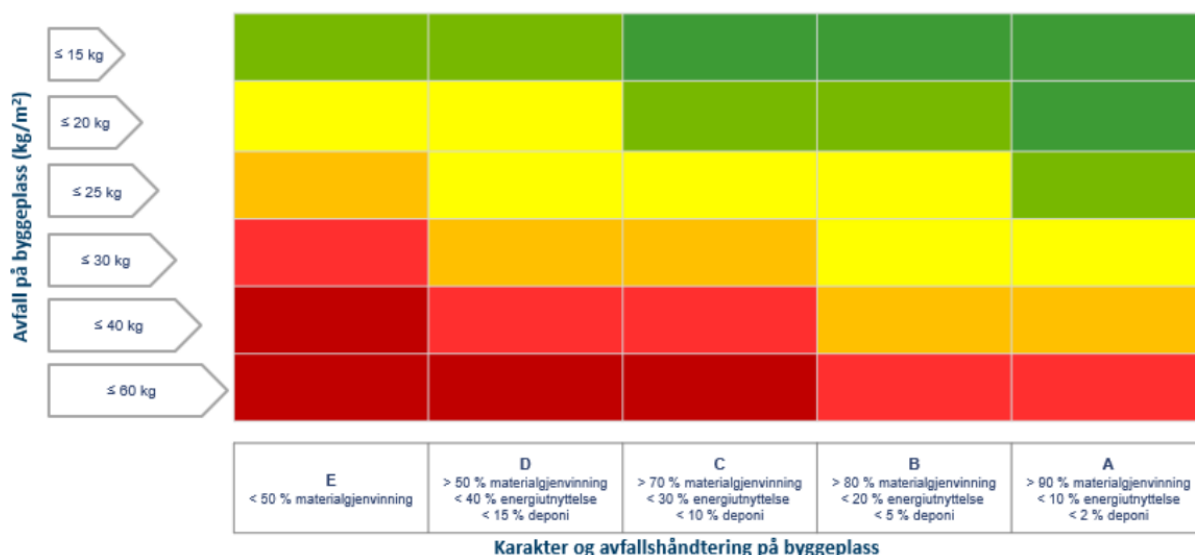
Modulbaserte bygg blir presentert av en foredragsholder. Tanken er å ha muligheten til å utvide konstruksjonen ved en senere anledning. Modulene kan ha forskjellige funksjoner og blir bygd for å tåle endringer, og det blir investert i muligheten for utvidelse i stedet for riving.

Miljøfond med støtte fra det offentlige hvor det blir samlet inn penger til å bedre avfallshåndteringen på byggeplasser er et tiltak foreslått på konferansen. Et eksempel er fra Handelens miljøfond hvor det har blitt tildelt 600 millioner kroner fordelt på 500 miljøprosjekter siden 2018. Kr 1, per plastpose kjøpt går til miljøfondet.

Det vises til at tiltak må implementeres raskt slik at norske bedrifter er forberedt på EU sine fremtidige krav for å kunne vinne anskaffelser internt i Norge. Dette vil si at norske bedrifter er et steg foran utenlandske bedrifter, og vil få et konkurransefortrinn i anskaffelser. På konferansen presenteres hovedfunn og anbefalinger fra forskningsprosjektet *REBUS* utført av Sintef. De har kommet frem til 4 hovedpunkter:

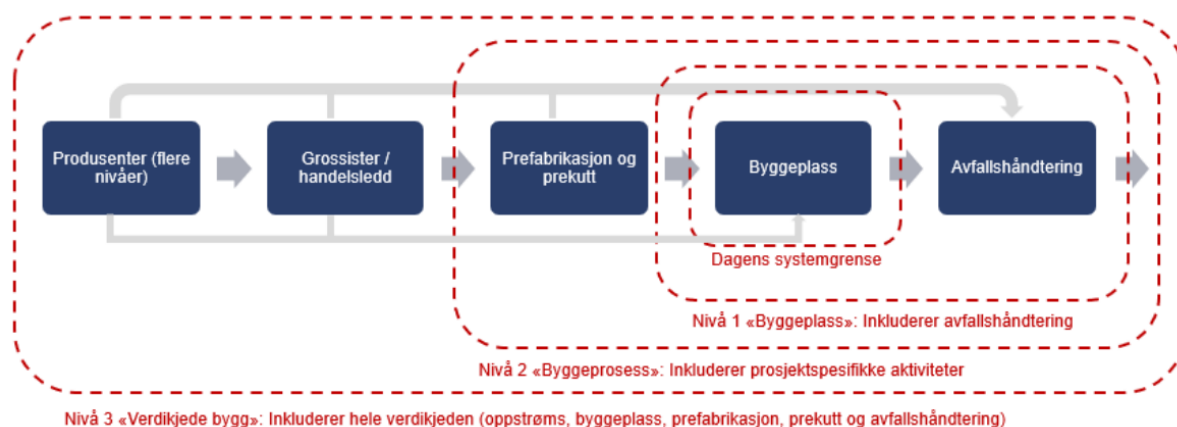
1. Økt kunnskap gir økt aksept hvor den konservative tankegangen i byggebransjen trekkes frem som en utfordring.
2. Det må etableres bedre digital og fysisk infrastruktur hvor digitaliseringen av bransjen spiller en viktig rolle.
3. Få produsenter til å være med på økonomiske insentiver og få frem en tydelig markedsetterspørsmål.
4. Sett juridiske krav til gjenbruk. På dette punktet blir det nevnt at norske forskrifter hindrer oppfyllelsen av kravene til gjenbruk av materialer på grunn av det juridiske, og av den grunn blir materialer kastet i stedet for å bli gjenbrukt.

På konferansen presenterer Sintef også forskningsprosjektet *ConZerW – Construction site Zero Waste*. Dette forskningsprosjektet har gitt et forslag til merkeordning for avfall på byggeprosjekter som i første omgang kun tar for seg nybyggprosjekter se *figur 25*. Her har målet vært å etablere et system hvor man kan se hvilket nivå et byggeprosjekt er på dersom man tar hensyn til avfallsmengder, materialgjenvinning, energiutnyttelse og deponi (Fufa et al., 2022).



Figur 25: Forslag fra Sintef, Merkeordning for avfallsreduksjon fra byggeplass (Fufa et al., 2022).

Det er tre nøkkelindikatorer i avfallskategorien: Mengden avfall generert, avfallsmengden per fraksjon og mengden av avfallet håndtert i de ulike prosessene som er materialgjenvinning, energiutnyttelse og deponi. Disse avfallsmengden måles i kg/m<sup>2</sup> (BTA), hvilket er det som brukes i dagens praksis (Fufa et al., 2022).



Figur 26: Verdikjeden delt inn i 3 nivåer for trinnvis framgangsmåte for avfallsreduksjon (Fufa et al., 2022).

For å kunne optimalisere avfallsreduksjonen på byggeprosjektene mener Sintef at praksisen for dette er for unøyaktig i dag hvor man måler avfallsmengder og løsninger for avfallsreduksjon på byggeplassene. Sintef vil involvere flere i verdikjeden og har laget en trinnvis utvidelse av systemgrensen, se figur 26.

#### 4.4.3 Befaring på byggeplass

Befaringen på to byggeplasser synliggjorde noen av utfordringene knyttet til gips og treverk. Som erfart gjennom intervju og andre uttalelser ble det observert en høy andel engangspaller, relativt store gipsplater i konteinerne samt konteinere og avfallssekker disponible for å bli våte i regnvær. Det ble også brukt trevirke som forskaling på en støpe-jobb, og treverket ble tilsynelatende kastet etter bruk i stedet for å bli tatt vare på til neste prosjekt. Det ble observert at det var blitt skjært ut flere utsparinger og kjerneborret åpninger til ventilasjon og rør i betongen på prosjektet.



*Figur 27: Fra befaring på prosjekt D hvor det har blitt skjært ut en utsparring i ettertid, noe som er et resultat av manglende prosjektering.*

#### 4.4.4 Omvisning hos Ragn-Sells sitt anlegg på Jessheim.

Under besøket hos Ragn Sells kunne man se baksiden av forbrukersamfunnet. Det ble mulig å visuelt se avfallet fra de ulike prosjektene. Treverksstasjonen ble hovedfokus hvor det igjen ble synlig at paller, forskalingsmaterialer samt flere lange plankebiter lå i samme haug.



*Figur 28: Treverksstasjonen hos Ragn Sells Jessheim*

Gjennom samtalen med salgsrådgiverne hos Ragn Sells ble samarbeid mellom byggebransjen og politikerne dratt frem. Det oppleves at politikerne i Norge har for lite kunnskap rundt bransjen, og det er et sterkt ønske om at de skal se virkeligheten i prosjektene uanmeldt i stedet for en «pyntet» byggeplass. Tanken bak er at det skal konsekvens-utredes bedre før tiltak eventuelt iverksettes. Ved å gjøre dette antas det at sjansene øker for at tiltakene blir gjennomførbare og overgangsperiodene lange nok.

Det kom frem forslag om å sette begrensninger til at kapp under 1 meter ikke skal være lovlig å kaste, men heller sendes til en restbod. Den ene salgsrådgiveren har selv erfart dette fra tidligere prosjekt med suksess. Videre poengteres viktigheten av gode avfallsstasjoner med riktig plassering ift. hvor avfallet og fraksjonen oppstår. Det fortelles om et genuint ønske fra Ragn Sells om en bransje med redusert avfallsmengde selv om bedriften selv tjener penger på nettopp avfallet.

## 5 Diskusjon

Avfallsreduksjon har kommet frem som et viktig tema i bygg- og anleggsbransjen, og troner øverst på avfallshierarkiet til Sintef. De siste årene erkjenner flere i bransjen at mengden avfall må reduseres. Basert på funnene våre vil vi sammenligne den innsamlede dataen opp mot hverandre. Hovedfokuset er rettet mot tiltak som fremmer reduksjon av de fraksjonene som forårsaker betydelig vektøkning. Kapitlet vil trinnvis ta for seg hvert forskningsspørsmål i kronologisk rekkefølge.

### 5.1 Fraksjoner med størst potensial for avfallsreduksjon

I dette delkapitlet vil det bli diskutert rundt avfallsfraksjonene som er identifisert med størst potensial for avfallsreduksjon.

#### 5.1.1 Trevirke

På de utvalgte prosjektene viser dataen for avfallsmengder at trevirke står for en fjerdedel til nesten halvparten av avfallsmengdene generert på prosjektene i Bunde, og er den største avfallsfraksjonen. Analyse av hvor mye trevirket utgjør per utvalgte prosjekt for casestudie er følgende: Prosjekt A: 45%, prosjekt B: 40%, prosjekt C: 24% og prosjekt D: 35%. Ifølge tallene fra SSB utgjør trevirke nesten 20% av alt avfall fra nybygg- og rehabiliteringsprosjekter i Norge. Dette viser at det er et stort potensial på denne fraksjonen ikke bare internt i Bunde, men også i Norge da treverk tilsvarer en vesentlig andel av avfallsmengden. Informantene trekker frem bruken av forskaling og engangspaller som en stor kilde til den høye avfallsmengden for blandet treverk, og dette har vi fått bekreftet fra befaring på treverkstasjonen hos Ragn Sells. Her ser man mye engangspaller og treforskaling etterfulgt av lengder med planker og konstruksjonsvirke.

#### 5.1.2 Gips

Analysen av data fra Bunde viser at gips utgjør en stor andel av avfallsmengden målt i tonn per prosjekt, noe vi også ser gir en høy kg/BTA på prosjektene. Analyse av hvor mye gipsavfallet utgjør per utvalgte prosjekt for casestudie er følgende: Prosjekt A: 12,09%, prosjekt B: 3,31%, prosjekt C: 24,06% og prosjekt D: 18,46%. Dersom vi sammenligner hvor mye gipsavfallet utgjør av den totale avfallsmengden i Norge i 2021, som er 6%, kan vi se at flere av prosjektene i Bunde ligger over dette. Gipsfraksjonen utgjør mye av den totale avfallsmengden på de utvalgte prosjektene i Bunde, men man ser samtidig at bruken av moduler har gitt en positiv effekt på gipsavfallet på prosjekt B. Hovedandelen av informantene bekrefter at den kvantitative dataen på blant annet gips er en av de

mest problematiske fraksjonene dersom vi ser på kg/BTA. Det kommer frem fra flere at det kastes unødvendig mye gips på prosjektene, og dette ble selv erfart under befaringen på prosjekt D. Her ble det observert store deler av gipsplater som avfall. Det ble også observert avfallssekker disponible for å bli utsatt for fukt og regnvær, og dette er noe informantene har uttrykt kan løses. Flere informanter mener at det bør prosjekteres bedre for standardmål til for eksempel vegger hvor det også kan være en stor fordel å begrense antall hjørner og avanserte utforminger på rommene som skal gipses.

### **5.1.3 Betong**

På de utvalgte prosjektene i Bunde har det blitt benyttet betong på alle prosjektene i form av moduler eller plasstøpte bygningsdeler. Andelen betongavfall med og uten armering utgjør lite på den totale avfallsmengden på prosjekt B og C. Tallene på prosjekt A og D viser at betongavfallet utgjør rundt 10% av den totale avfallsmengden. Dette indikerer at det er rom for forbedring når det kommer til det å redusere mengden betongavfall på prosjektene. Dette kan gi en positiv effekt på kg/BTA da betong er et tungt komposittmateriale som sammen med tegl og andre tyngre bygningsmaterialer utgjorde nesten en fjerdedel av avfallet produsert i Norge i 2021. Mye av årsaken til at betongavfallet var høyere på prosjekt A og D fant vi ut ved dybdeintervju og befaring. Det ble skjært ut flere utsparinger og kjerneborret åpninger til ventilasjon og rør, noe som er en konsekvens av mangelfull prosjektering og dårlig tverrfaglig kommunikasjon.

I teorien fremkommer det at betong er fraksjonen det kastes mest av i Norge. Case-studiet i oppgaven er som kjent nybygg prosjekter, og utfra dette kan det se ut som at betongavfallet i størst grad kommer fra riveprosjekter.

## **5.2 Tiltak for avfallsreduksjon**

I dette delkapittelet vil tiltak sammenlignes og diskuteres basert på funnene fra datainnsamling, dybdeintervju og spørreundersøkelse. Kapittelet tar først for seg overordnende tiltak for byggebransjen, deretter tiltak som er rettet konkret mot de identifiserte fraksjonene.

### **5.2.1 Generelle tiltak for å redusere avfallsmengden**

For å kunne komme opp med gode og effektive tiltak så er det nødvendig å sette seg inn i avfallstallene som er rapportert. Ved s-kurver som ble presentert i resultatdelen er det mulig å få et helhetsbilde av avfallet som oppstår. Her kan både fullførte og pågående prosjekter måles opp mot hverandre og mediankurven. Dette gjør det mulig å analysere når i produksjonen avfallet oppstår,

samt mengden i de ulike periodene. Hvordan s-kurven kan brukes til å implementere tiltak vil bli nærmere beskrevet i kapittel 5.3.

Enkle grep som at bedriftene holder interne kurs om utfordringene knyttet mot avfall kan bidra til en økt bevisstgjøring blant ansatte i bedriften. Premiering av prosjekter som oppnår spesifikke mål knyttet mot avfallsmengder kan også virke å være et steg i riktig retning. Økonomi viser seg å være hovedmotivasjonen til de ansatte i Bunde for reduksjon av avfall. En effektiv måte å øke bevisstgjøring og kunnskap hos de ansatte kan dermed være å informere om kostnader ved levering av avfall, og få frem besparelsen av mindre avfall.

Spørreundersøkelsen viser at internt i firmaet så er det en relativt lav grad av kjennskap til materialforbruket i prosjektene. Videre kommer det frem gjennom dybdeintervju at fokusområdet ofte knyttes opp mot de ulike rollene informantene innehar, og at kunnskapsnivået samlet er bredt, men noe spisset mot eget arbeid. Dette i sin helhet kan tyde på at de ansatte kan spille hverandre gode, og hele bedriften har potensial for et felles kunnskapsløft. Felles kunnskapsløft og samspill kommer også frem fra Ragn Sells som drar frem samarbeid mellom politikken, industrien, byggebransjen og avfallsbransjen som kjernen i å lykkes med å redusere avfallet. Handelens miljøfond sitt tiltak med å samle inn penger er et eksempel på mulighetene som er til stede for å gi ulike bedrifter økonomisk støtte til reduksjon av avfall. Det offentlige burde dermed også klare å følge opp med ulike støtteordninger som kan hjelpe til å utvikle forskningen på området, og det kommer tydelig frem at samtlige i bransjen har et ansvar og en mulighet til å forbedre dette området.

Planleggingsfasen med prosjektering og utvikling viser seg å inneha et stort potensial for reduksjon av avfall så lenge grunnlaget til prosjektet legger til rette for det. Gjennom både dybdeintervju og spørreundersøkelse går dette igjen. Prosjekt A er et eksempel på en tidspresset planleggingsfase som i tillegg hadde et for dårlig prosjekteringsgrunnlag. Her kom Bunde inn etter at konseptet var ferdigstilt, og hadde av den grunn liten påvirkningskraft. I motsetning til dette er prosjekt B et modulbygg, og krever god planlegging før utførelse. Det er stor forskjell på antall kg/BTA avfall på de to prosjektene, hvor prosjekt A endte opp med 57,02 kg/BTA og prosjekt B på 19,04 kg/BTA. Prosjekt C hadde prefabrikkerte badekabiner, hvor byggestilen var en betydelig enklere variant enn prosjekt A. Bunde var med i prosjekteringen tidlig, og var mye tidligere involverte enn i prosjekt A. Dette resulterte i totalt 33,83 kg/BTA. Prosjekt D har i større grad prefabrikasjon enn prosjekt A og C, og det har vært nødvendig med god planlegging og strukturering av den grunn. Prosjekt D har også egenproduksjon på tømmer som gir et naturlig lettere samspill mellom ledelsen på byggeplassen og



produksjonen. Ut fra S-kurven for prosjekt D så er det stor sannsynlighet for at prosjektet ender med lavere avfallstall enn prosjekt C.

Kontraktuelt er det mulighet for å legge inn krav til de ulike partene i et prosjekt. En byggherre kan legge inn krav om maks kg/BTA til totalentreprenør, og totalentreprenør kan legge inn krav til maks kg/BTA til sine underentreprenører. Fordelen med dette vil være å øke bevisstgjøringen rundt avfallsmengden hos de involverte samt å fungere som et pressmiddel. Utfordringen vil være å kunne gi realistiske krav og følge opp kravet. Av den grunn er det nødvendig med god kunnskap fra tidligere prosjekter, samt et verktøy som kan måle prosjektet underveis opp mot målet. For å få til dette kan det brukes s-kurve til å finne realistiske krav, og det gir mulighet for å måle seg opp mot kravet og kunne korrigere underveis basert på kurven.

I produksjonen på byggeplass kan det gjøres tiltak som kan begrense mengden avfall. Det viser seg at kulturen på byggeplass har en relativt lav terskel for kast av avfall, og det er flere tiltak som er nevnt for å endre dette. En mulighet kan være å nekte kast av for eksempel trevirke under en bestemt lengde, og dette kan utvikles videre ved å digitalisere prosessen med for eksempel kodesystem eller lignende slik at fagarbeidere digitalt kan sjekke restmaterialene effektivt. Eventuelt kan entreprenørene ta med eget overskuddsmateriale til neste prosjekt/eget lager. Det er også muligheter for å installere restboder hvor private personer kan komme og kjøpe produkter som blir til overs på byggeplassen. Utfordringene med dette er plassmangelen som kan oppstå på byggeplassene, og det er per dags dato lite utprøvd med restboder. Tanken virker å være god, men erfaring viser at det er mange som mener at dette trenger mer utvikling. Ved en økning i bruken av konseptet fra bransjen kan utviklingen skyte fart og få en høyere markedsetterspørsel.

Det viste seg at noen av informantene har vært involvert i prosjekter med krav om ombruk i sine prosjekter. Her ble det gode resultater på kg/BTA, og det ble brukt overskuddsmaterialer fra andre byggeplasser som hjalp til å få en lavere kg/BTA på disse prosjektene, samt eldre bygningsmateriell som toaletter ble kjøpt fra et annet ti år gammelt riveprosjekt. Denne metoden er uten tvil miljøbesparende, og avfallsmengden blir lavere. Utfordringen er at dette ikke viste seg økonomisk gunstig, og materialene som ble gjenbrukt hadde ikke noe garanti. Dette gjør det meget vanskelig for byggherrer og entreprenører å satse på hvis kostnaden er høyere enn belønningen. Gjennom webseminar og byggavfallskonferansen blir gjenbruk hyppig diskutert, og det kommer frem fra Sintef at norske forskrifter hindrer oppfyllelsen av kravene til gjenbruk av materialer på grunn av det juridiske. Ved en forskriftsendring for bruk av gjenbruk hvor det for eksempel er lettere å få garantier eller støtte ved ombruk kan noe av problemet med belønningen løses.

Industrien viser seg å kunne være sentral i arbeidet mot avfallsreduksjon. Det kommer frem i samtlige resultater at bransjen må industrialiseres mer. For å få til dette må det bli tettere samarbeid mellom industrien og utbygger. Dette kan gjøres med økt veiledning fra industrien, økt grad av modulbaserte bygg, prosjektering av mer standardiserte mål og en bedre bevisstgjøring av den økonomiske fortjenesten av kjappere fremdrift med et mer industrialisert bygg. I dag er det ofte dyrere å bruke prefabrikkerte elementer mot den tradisjonelle byggemetoden, men det kommer frem fra prosjekt D at byggetiden går kraftig ned når deler av bygget prefabrikkeres. Sintef støtter også denne påstanden da ett av hovedpunktene deres er en redusert byggetid.

Det er tydelig gjennom avfallstallene presentert fra de fire prosjektene i resultatkapittelet at prosjekt B med moduler har laveste kg/BTA etterfulgt av prosjekt D som inneholder delvis prefabrikasjon samt badekabiner. Videre kommer prosjekt C som inneholder badekabiner, og ellers er plassbygd. Prosjekt A har høyest kg/BTA med en fullstendig plassbygd byggemetode hvor hver leilighet er unik fra de andre. Et viktig punkt er at det kun er prosjekt A som ikke har noe form for prefabrikkerte produkter i prosjektet, dermed er det ingen «mørketall» ved avfallet. Alle prosjekter med prefabrikkerte elementer har kun registrert avfall knyttet til emballasjen på produktet. Avfallstallene fra fabrikk er utilgjengelig for entreprenør, derfor begrepet «mørketall». Dette er også grunnen til at Sintef mener praksisen for å måle avfallsmengder er for unøyaktig i dag og vil involvere flere i verdikjeden for å få økt nøyaktighet på avfallsmengdene per prosjekt.

Leverandørene bruker emballasje rundt produktene sine for å hindre skade, og emballasjen anses av den grunn som viktig. Det er blandede meninger hvorvidt det er overdreven bruk eller ikke, men det er flere grep som virker oppnåelige. Blant annet bør det tenkes gjenbruk av trevirke i form av paller og strø i emballasje, og det bør stilles spørsmålstegn til mengden plast, papp og papir som skal brukes rundt produktet. Eksempelvis stilles spørsmål til plastbruken rundt isolasjon hvor platen er lagt tre runder rundt produktet. Et tiltak kan være at produsenten eller forbruker av produktet selv får ansvaret for håndtering av avfallet fra emballasjen. For eksempel så får kjøkkenfirmaet på prosjektet selv ansvaret for behandling av emballasjen for alt av produkter som tilhører kjøkken. På denne måten er tanken at produsenten eller leverandør av produktet har bedre forutsetninger for avfallshåndteringen da produktene er kjent for disse, og mye av avfallet er av samme type som kan gjøre håndteringen enklere. Mest sannsynlig vil tiltaket presse produsent til å levere kun nødvendig mengde emballasje rundt produktet. Utdfordringen er å finne et system som kan gjøre dette mulig, da enkelte faggrupper har grensesnitt til hverandre som vil gjøre dette utfordrende.

Erfaringsmessig har det ofte vært vanlig å bestille 10-20% ekstra materialer som sikkerhet. Ved å endre denne filosofien kan prosjektene tvinges til bedre byggeplasslogistikk, og det åpner opp for

«just in time-leveranser». Fordelen vil være at det naturlig vil bli viktigere å være ressurseffektive med materialene som er på byggeplass, men det innebærer samtidig en risiko ved feil prosjektering eller andre uforutsette hendelser. Konsekvensen kan være at prosjektet blir forsinket og taper økonomisk da det ikke alltid er mulig med «just in time-leveranser». Metoden trenger dermed nøyaktighet i alle ledd.

Det er i dag ingen regler som inneholder maks kg/BTA i et byggeprosjekt, og det er delte meninger hvorvidt det burde være krav eller ikke. Det oppleves som at politikere og øvrige som eventuelt skal komme med nye føringer er nødt til å komme seg ut i bransjen og observere, samt samarbeide med bransjen for å gå riktig vei. Videre er det en usikkerhet på hvordan reglene skal settes da byggeprosjektene kan være meget ulike, og hva konsekvensen av å havne over grensen for kg/BTA vil være. Det er derimot mer positivitet knyttet til sertifiseringsordninger som for eksempel *BREEAM-NOR* hvor du kan oppnå poeng for lav avfallsmengde. På denne måten vil bedrifter oppnå en positiv konsekvens fremfor negativ. Ved oppnåelse av poeng kan bedrifter få konkurransefortrinn ovenfor andre, samt skape en mer sunn konkurranse. Sintef sitt forslag til merkeordning kan også brukes til samme formål, og vil være et godt tiltak da den baserer seg på flere punkter på samme måte som *BREEAM*-sertifiseringen. Utfordringen vil være å unngå juks ved at enkelte lurer systemet med å samle avfall andre plasser enn i leverte containere e.l.

### **5.2.2 Tiltak for å redusere fraksjonene**

Som nevnt er trevirke den største fraksjonen basert på kg/BTA avfall. Derfor blir det hyppig nevnt blant informantene at det er her tiltak må gjøres. For å redusere trevirke blir det opplyst om bruken av tradisjonell forskaling, provisorisk bygging av ramper/porter og midlertidige gelender. Vanlig praksis er at dette ofte er en-gangs bruk. Her er det mulig å benytte seg av systemer som er tilrettelagt for gjenbruk. Systemforskaling blir nevnt som et alternativ for tradisjonell forskaling. Ulempen med systemforskaling er at den har sine begrensninger der trevirke er fleksibelt og kan tilpasses på stedet. En mulighet kan da være å primært bruke systemforskaling, og ved behov bruke tradisjonell forskaling. Prosjekt A er et godt eksempel på avfallsproduksjon av trevirke som følge av at de gikk fra systemforskaling til tradisjonell forskaling i de siste byggetrinnene. Det viser seg at det er viktig å sjekke tilgjengeligheten, planlegge og avtale tidlig slik at mengdene med systemforskaling blir tilstrekkelig.

Det blir også snakk om gjenbruk av trevirket til forskaling. Dette viser seg å være utfordrende i form av pakking, mengde registrering, logistikk og lagring. Man ser på det som mer effektivt og lønnsomt å kjøpe nytt trevirke ved hvert prosjekt på grunn av uforutsigbare kostnader ved håndtering og lagring. I prosjekt B ble det brukt en UE som hadde et internt mål om å bruke en pakke med 48x98 minst 3

ganger før materialene ble kastet. Dette er et meget godt tiltak for å redusere avfallsmengdene når man først må bruke tradisjonell forskaling. Et enda bedre tiltak er å bruke systemforskaling da gjenbruksverdien på forskalingen er mye høyere.

Bygging av provisoriske ramper og porter er noe man nødvendigvis ikke alltid kan unngå. I likhet med provisoriske rekkverk kom det likevel frem at man kan bruke egne systemer som for eksempel *Combisafe* istedenfor trevirke. Dette er en god løsning for å unngå avfallsproduksjon av trevirke som ofte brukes som rekkverk. Selv om trevirke kan demonteres og transporteres videre til neste prosjekt vil det som oftest ende opp som avfall etter kun ett bruk, og selv ved gjenbruk har det ikke samme gjenbruksverdi som et rekkverkssystem. Ulempene med et slikt system er tilpasning på stedet, og dermed må enn noen ganger bruke trevirke for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet. Håndteringen av større systemer som *Combisafe* har en annen ulempe da det til sammenligning med trevirke av dimensjon 48x98 vil være vanskeligere å ta med seg.

Prefabrikasjon er det tiltaket som nevnes oftest av informantene. Man kan se ved prosjekt B som er et modulbygg at det har hatt positiv effekt på avfallstallet. Det kan man også argumentere for med prosjekt D som ligger godt an i forhold til medianen for Bunde. Her blir det brukt *precut* stender istedenfor fallende lengder som et tiltak for mindre avfallshåndtering. Et annet alternativ er veggelementer som et tiltak for avfallsreduksjon.

Det viser seg at prefabrikasjon er et godt tiltak for å redusere avfallsfraksjonen trevirke. Man flytter avfallsgenereringen fra byggeplassen til fabrikk. Det påpekes at man får mørketall her fordi avfallet for produksjonen av prefabrikasjon ikke tas med i avfallsrapporteringen. Dette er noe som burde rapporteres inn til utførende for å få realistiske avfallstall. Selv om man får mørketall så kommer det frem ved intervju at i fabrikk blir materialene sortert bedre for å unngå avfall, og vil da uansett ha en positiv effekt på avfallstallet. Prefabrikasjon vil kreve mer planlegging og prosjektering, som tidligere nevnt krever dette mer arbeidstimer i tidligfase som igjen kan gi mindre arbeidstimer i produksjon. Ulempen med modulbygg ser man med erfaring fra prosjekt B hvor det er lite avfall fra produksjon, men modulene er tildekket og sikret med mye emballasje som følge av transport og mellomlagring før montering. Dermed er det ikke nødvendigvis den beste løsningen ettersom det kan produsere enda mer emballasjeavfall.

Gips var den nest største posten i casestudiet, og det viser seg at det er vanskelig å kunne gjøre de største innretningene da dagens krav til montering av gips gir en begrensning. Dagens krav til montering av gips rundt utsparinger som dører, vinduer og hjørner tvinger frem mye avfall. Kappet fra utsparingene vil kun brukes for kasser til rørføringer, og ellers blir kappet kastet. Fra resultatkapittelet med dybdeintervju ble regnestykket med gips rundt utsparinger presentert. Ut fra

dette ser man at en industrialisert løsning rundt utsparinger når det kommer til sparkling og branntetting ville gitt en betydelig lavere avfallsmengde for gips. Det er vanskelig å se noen ulempe med dette utenom at produsentene av gips får mindre salg av en slik løsning.

Ferdigkappet gips er tidligere utprøvd, og kan være en smart løsning. Dette har blitt prøvd ut på pilotprosjektet til Betonmast på Landås og har gitt gode resultater i form av avfallsreduksjon. Ulempen med dette er at det krever en større innsats i planleggingsfasen, og at utførende setter seg inn i montasjeplanen. Her baserer man seg også på at prosjekteringen og utførelsen i forkant er presis. En liten feil kan gi store konsekvenser. Dette kan være et riktig steg mot en avfallsfri byggeplass. Enkelte ganger er tidspresset stort fra byggherre, og dette gjør prosjekteringen utfordrende. Da vil en mer fleksibel løsning som nevnt i forrige avsnitt ha en større effekt og mindre fallgruve enn ferdigkappet gips.

Gips er et sårbart materiale, spesielt mot støt og fukt. Dette kan unngås ved bestilling med rett mengde til rett tid. Det krever også at oppbevaringen er tilstrekkelig slik at gipsen ikke blir til avfall.

Betong kommer frem som en fraksjon med en høy kg/BTA avfall på grunn av dens høye densitet. Etter funn fra dybdeintervju ser man at mye av avfallet fra betong kommer fra utsparinger som må kappes eller kjerneborres ut i etterkant av produksjon. Her bør prosjekteringen få tilstrekkelig tid, og det vil være viktig at prosjekteringen gjøres nøyaktig. Ulempen med utsparinger som har en upresis prosjektering eller utførelse vil være at det blir avvik som er vanskeligere å rette opp sammenlignet med utsparinger som kjerneborres. Da er en mulighet å lage større utsparinger for deretter å tette disse. Problemet med dette er at for eksempel brannskille krever mer etterarbeid, og kan få større kostnad. Det kan også argumenteres med at betong kan brukes som fyllmasser så lenge den ikke inneholder miljøskadelige stoffer.

### **5.3 Implementering av tiltak ved lovverk og teknologi**

Som en del av oppgaven undersøkes implementering av tiltak ved lovverk og teknologi, og dette kapittelet diskuterer konsekvensene og gjennomførbarheten.

#### **5.3.2 Lovverk**

I dybdeintervju og webseminar har bruk av lovverk vært nevnt som et virkemiddel, og da er det foreslått at det kan settes krav om en maks grense for kg/m<sup>2</sup> for alle byggeprosjekter. Dette vil omstille bransjen drastisk ved økt fokus på utvikling og planleggingsfasen, men det vil også gi store utfordringer og konsekvenser.

Ved en maks grense på avfall vil det mest sannsynlig åpne opp for nytenkning og naturlig utvikling av teknologi. Videre er det tidligere kommet frem at det er effektivt med tiltak i tidlig fase, og derfor er det nærliggende å anta at mye av utviklingen og innovasjonen må gjøres i nettopp tidlig fase. Hvis dette lykkes kan det føre til bedre kvalitet på bygget da prosjekteringen må være mer presis, og det kan åpne muligheten for økt bruk av prefabrikking. Dette fordi prosjekteringen nettopp må være på et høyt nivå.

Som nevnt tidligere er det ikke heldig med bygg som har utradisjonelle arkitekt løsninger hvor det kan være utfordrende hjørner, ikke standard høyder osv. En konsekvens kan være at det vil bli bygd «kjedeligere» bygninger med enkle løsninger for minst mulig utfordringer for å komme under kravet. En mulig løsning på problemet kan være at enkelte bygg får unntak for regelen.

Det er store forskjeller og ulike forutsetninger på ethvert byggeprosjekt for å oppnå et eventuelt krav. Noen prosjekter har masse rivearbeid før oppstart av produksjon, og dette vil utgjøre store forskjeller på avfallet. Det må dermed bestemmes om rivearbeid skal inngå i regnestykket eller ikke. Prosjekter med mye «åpen» plass som store parkeringskjeller o.l. vil ha fordel hvis dette inngår i regnestykket, er dette rettferdig? Videre er det ulike byggemetoder som benyttes. Skal alle byggemetoder inn i samme regnestykket eller skal det deles opp? Det virker dermed som nødvendig at det er klare instruksjoner på hva som skal inngå i utregningen, og det er veldig mange ulike parametere som må tas hensyn til.

Hvis det skal settes nye krav og regler så er det viktig at de er realistiske. Ved manglende kunnskap hos personalet som lager regelverket er det risiko for at kravet blir urealistisk, og dette vil kunne skade troverdigheten og påliteligheten til personalet i bransjen. Det kommer frem i resultatene fra forskningen at det er et ønske om økt interesse fra politikere, og en mer tilstedeværelse i bransjen.

En annen usikkerhet som kommer frem i forskningen er hva konsekvensen av et eventuelt regelbrudd skal være. Det kan tenkes at en økonomisk konsekvens kan være det letteste, men det er igjen utfordringer med hvem som skal betale og hvem som skal motta. I et prosjekt er det mange forskjellige involverte, og det er dermed vanskelig å måle hvem som har ansvaret for avfallsmengden. Det er for eksempel tydelig fra denne forskningen at det kan gjøres mye med avfallsmengden i tidlig fase, men det vil være vanskelig å spore avfallsmengder tilbake til de prosjekterende o.l. da avfallet oppstår i den fysiske byggeproduksjonen. Rettferdig økonomisk konsekvens kan dermed være utfordrende. Videre må det bestemmes hvem som eventuelt skal motta en økonomisk konsekvens, og hva pengene skal brukes til. Et forslag kunne være at pengene brukes i forskning på klima og miljø i bransjen med et hovedfokus på avfallsmengder. Det er dermed mange hensyn som må ivaretas, og flere utfordringer som må løses. Bedrifter i bransjen er allerede under et stort økonomisk press, og

en konsekvens av flere regler kan være at disse bedriftene ikke lenger vil være lønnsomme nok til å kunne driftes.

Juks og forsøk på å omgå reglene er en annen utfordring som har kommet frem i forskningen, og det viser seg at flere er bekymret over at dette vil forekomme hvis et regelverk som setter maks grense til avfallsmengder på prosjektene blir innført. Hvis dette stemmer i praksis så er det mulig at det må brukes ressurser for å kontrollere dette, noe som igjen vil føre til økte kostnader.

### **5.3.1 Teknologi**

Som tidligere nevnt er s-kurve et tiltak for å øke forståelsen blant ansatte, og den gir muligheten til å implementere mange tiltak. Dette vil endre måten bedriften analyserer avfallstallene da avfallsmengden tidligere kun ble målt på den totale sluttmengden. Problemet med dette er at det er for sent å gjøre endringer, og det blir umulig å se trendene i de ulike prosjektene. Nå vil prosjektene kunne måles gjennom hele produksjonsperioden, og det vil være mulig å analysere trender og sammenligne de ulike prosjektene opp mot hverandre. S-kurvene kan for eksempel filtreres på prosjekter med lik byggestil og like forutsetninger hvis ønskelig. S-kurvene til de ulike prosjektene kan legges ut på internområdet med en månedlig oppdatering som gjør det enkelt for samtlige i bedriften å holde seg oppdatert gjennom hele produksjonen, og kurvene er enkle å lese av. Tanken med økt kunnskap på området står i sammenheng med Sintef sine funn i egen forskning hvor det presenteres at økt kunnskap gir økt aksept da den konservative tankegangen i bransjen blir trukket frem som en utfordring.

Det kommer tydelig frem at ved økt fokus og bevisstgjøring på avfall og reduksjon internt i bedriften så kan mye endres, og det samme gjelder mest sannsynligvis hele bransjen. Ved bruk av s-kurven kan ledelsen i bedriften gå ut med klare målsetninger om å senke medianen for kg/BTA med x antall prosent per år, eller lettere gi en avfallsprognose på fremtidige prosjekt basert på trendene fra tidligere prosjekter.

Det kommer frem fra litteraturstudien at regelmessige endringer etterfulgt av dårlig kommunikasjon med de ulike partene i prosjekt, feil ved bestilling, håndverksmessige feil, mangelfull planlegging, materialrester på byggeplass og værforhold er årsakene som i all hovedsak fører til avfallsgenerering. Riktig bruk av teknologi bør dermed kunne hindre flere av disse punktene. Bruken av BIM nevnes av flere informanter som en mer nøyaktig og effektiv prosess for planlegging og produksjon. BIM kan brukes til mengdeuttak, visualisering av bygget, kommunikasjon mellom de ulike faggruppene og finne feil/avvik i bestillingen før produksjonen starter, samt som digital tvilling underveis i

produksjonen. En stor styrke ved bruk av BIM i forbindelse med avfallsmengde er reduksjonen av antall feil/avvik og økt presisjonen som kan bidra til avfallsreduksjon.

Det er tidligere blitt understreket viktigheten av korrekt prosjektering og planlegging i forkant av produksjonen av prosjektene. Ved bruk av BIM kan avvik redigeres fortløpende, og samtlige i prosjektet vil få det korrekte underlaget automatisk etter endringen. Store avfallsmengder kan spares dersom byggeprosessen blir mer industrialisert. Prefabrikkering og modulbygg er hyppig nevnt som et viktig tiltak for å redusere avfallsmengden. For at dette skal kunne være effektivt er det avhengig av at detaljprosjekteringen er så god at materialene ikke må tilpasses. Ved bruk av BIM kan ferdigkuttete lengder og dimensjoner kvalitetssikres, og det gjøres med en høy presisjon. Det virker dermed smart å satse på BIM i de ulike fasene av prosjektprosessen.

Mengdeuttaket i modellen vil være et viktig hjelpemiddel i planlegging av materialbestilling, og det kan hindre den tidligere sikkerhetsmarginen på 10-20% i materialbestillingen. Videre kan dette åpne muligheten for utvikling ved å prøve ut andre materialer som tidligere ikke har blitt utprøvd, ofte på grunn av en høyere pris.

## 6 Konklusjon

Gjennom forskningen er det kartlagt fraksjoner med høyt potensial for avfallsreduksjon, hvor det er trevirke, gips og betong som skiller seg ut hos våre caseprosjekter. Videre har mange tiltak for reduksjon blitt nevnt, både generelle og spesifikt opp mot fraksjoner. Implementering av disse tiltakene ved hjelp av teknologi og lovverk er til slutt beskrevet. Dette oppsummeres i dette konklusjonskapittelet med svar på de tre forskningsspørsmålene, som gir svaret på problemstillingen:

- Hvilke avfallsfraksjoner har størst potensial for reduksjon?
- Hvilke tiltak er mest effektive for avfallsreduksjon?
- Hvordan kan vi ved bruk av teknologi og lovverk implementere aktuelle tiltak?

### 6.1 Fraksjoner med størst potensial for avfallsreduksjon

Det er tydelig at trevirke er den største fraksjonen med potensiale for avfallsreduksjon, da fraksjonen skiller seg ut med høyeste kg/BTA avfall. Trevirke har også en høy densitet. Fraksjonen er anvendt i stort omfang i bransjen, og en reduksjon av trevirke vil av den grunn ha stor gevinst. Trevirke brukes til midlertidige løsninger som ofte kastes etter bruk, som for eksempel forskaling, provisoriske



ramper eller rekkverk etc. Videre er potensiale stort for reduksjon da det finnes flere tiltak for å redusere bruk av trevirke i prosjektet. Eksempelvis prefabrikasjon, prosjektering, gjenbruk av provisoriske løsninger, restboder og modulbaserte løsninger.

Gips er den andre store fraksjonen basert på kg/BTA avfall, og denne anvendes i likhet med trevirke i stor grad, i tillegg til at gips også har en høy densitet. Krav til utførelse og montering er en faktor som vi har oppdaget kan stå for over en tredjedel av avfallet som genereres, og kan ha et stort potensial for avfallsreduksjonen. Her er det økt industrialisering som virker å kunne gi de største forskjellene på avfallsmengden.

Videre vil betong også ha et høyt potensial for reduksjon da den har en høy densitet, samt relativt enkle grep kan gjøres for å redusere mengden. Her vil valg av andre materialer som for eksempel ytong ha en stor påvirkning på vekt, og bedre prosjektering kan hindre unødvendige utskjæringer og kjerneborringer.

Alle tre fraksjonene har et stort potensial for avfallsreduksjon basert på vekt. Grunnen til dette er at fraksjonen i seg selv har høyere densitet enn andre sentrale fraksjoner som oppstår på byggeplass, og fraksjonene anvendes i veldig stor grad.

## **6.2 Tiltak for avfallsreduksjon**

Det er kommet frem mange generelle tiltak for å redusere avfallsmengden i bransjen, hvor planleggingsfasen med prosjektering, industrien og leverandør anses som sentrale. Planleggingsfasen med prosjektering er avhengig av nok tid for å prosjektere gode og nøyaktige løsninger. Industrien må være åpne for nye løsninger, ha et tett samarbeid med utbygger og videreutvikle modulbaserte elementer. Leverandør må tilstrebe mindre bruk av emballasje på sine produkter, samt være åpne for nye løsninger for avfallshåndtering av emballasjen. Der emballasje er nødvendig kan man tenke alternativt og implementere merverdi for emballasjen. På denne måten gjenbrukes emballasjen sammen med produktet eller i en annen del av produksjonen på byggeplass. Et økt samarbeid hvor alle parter drar i samme retning anses som essensielt for å lykkes.

Økt bevisstgjøring, kunnskap, og motivasjon internt på avfallshåndtering i Bunde vil slå positivt ut for å redusere mengden avfall, og det kan oppnås ved kursdager, premiering av gode resultater og økt synliggjøring av avfallstallene i prosjektene. Det kan kontraktuelt settes krav til maks kg/BTA totalt og per fraksjon, ombruk, prefabrikasjon og modulsystemer. Videre kan prosjektene på byggeplass sette opp restboder, utvide lagerkapasiteten og ha maks grenser på kapplengder i avfallskonteiner.

Trevirke er et materiale som brukes i stort omfang av midlertidig og provisoriske løsninger. Som nevnt forskaling, rekkverk, etc. Her burde aktørene i bransjen sette seg mål om null bruk av trevirke der man kan anvende systemløsninger. Der man absolutt må bruke trevirke kan man sette interne krav om gjenbruk minimum tre ganger så lenge det lar seg gjøre. Ved Økern er det tilrettelagt for dette i Oslo med et stort lagertelt som kan mellomlagre trevirke til det skal brukes på neste prosjekt.

Videre kan man ut fra case-studie konkludere med at prefabrikasjon kan være en god løsning for å minimere avfallet av trevirke. Man ser at prosjekt B og D leverer meget gode tall sammenlignet med de andre prosjektene. Dette støtter tanken om at bedre planlegging vil gi et bedre resultat, dog kan gi begrensninger i form av estetikk og utforming. Det er for få prosjekter i case-studiet til å fastslå at dette er den beste løsningen for avfallsreduksjon. Samtidig vet man at det kan være store mørketall fra produksjon som ikke er en del av avfallsrapporten.

Gips har et godt potensial for generell reduksjon, selv om den mest optimale løsningen er avfallsfrie byggeplasser og prefabrikasjon. En industrialisering av monteringen vil ha større effekt for den totale avfallsmengden som genereres i dag, og vil opprettholde fleksibiliteten ved montering og bestilling. BIM og prefabrikasjon nevnes hyppig og er muligens en del av løsningen på avfallsreduksjon, men det er usikkert om bransjen klarer en total omstilling.

Betongavfall viser seg å kunne reduseres effektivt ved å prosjektere utsparinger nøye i forkant, da dette hindrer kjerneboring av utsparinger på byggeplass. Videre er det tydelig at prosjekteringen må være nøyaktig for å hindre øvrig ombygging i produksjonen da dette gir en rask økning i kg/BTA.

### **6.3 Implementering av tiltak ved lovverk og teknologi**

En regel som går spesifikt inn på en maks grense for kg/BTA for de ulike prosjektene vil mest sannsynlig tvinge avfallstallene ned kraftig hos de ulike bedriftene. Bedriftene vil mest sannsynlig måtte tenke nytt og begrense seg enormt fra opprinnelige planer. Intervjuobjektene ser ut til å være mer skeptiske til lovverk med maks grense for avfallsmengder enn foredragsholderne fra webseminaret og konferansen. Det pekes videre på fra intervjuobjektene at nåværende regler er til hinder for nytenkning, ombruk o.l. Det kan dermed virke som om myndighetene bør lytte til bransjen og sammen finne bedre løsninger på avfallsreduksjon, da involverte i bransjen virker meget motivert for å redusere avfallsmengdene. Sertifiseringsordninger som *BREEAM-NOR* virker som en bedre løsning for å sette maks grense for avfall da det blir en positiv konsekvens ved oppnåelse, i stedet for negativ.

For å kunne redusere avfallet i bransjen er det essensielt å ha kjennskap og forståelse av eksisterende avfallstall. S-kurver av avfallstallene gir Bunde et nytt og innovativt verktøy som gjør det mulig å måle avfallsmengden mer presist. S-kurven gir en enklere analyse av når avfall oppstår og synliggjør avfallsmengden på de ulike prosjektene bedre. Dette vil gi muligheter for å sette realistiske fremtidige mål samt lage prognoser for fremtidige prosjekter. Videre vil det gi stor gevinst å kunne måle pågående prosjekter gjennom hele produksjonen, og ikke kun etter prosjekt slutt. Dette vil naturligvis gi økt engasjement, forståelse og er i tillegg et nyttig ledelsesverktøy. Dette passer godt til Sintef sin beskrivelse «økt kunnskap gir økt aksept». Denne bruken av S-kurve mener vi er en ny måte å tenke på for avfallsreduksjon. Nytenkningen setter fokus på avfallsreduksjon og kan utvikles til et mer detaljert verktøy som inneholder timeverk, faser og fraksjoner.

Bruk av BIM vil gi økt nøyaktighet og effektivitet i planleggingen og produksjonen. Videre kan det oppnås korrekte beregninger av mengde materialer, økt samarbeid mellom faggruppene og avvik/feil kan håndteres i et tidlig stadium.

Økt forståelse, kunnskap og målbarhet kombinert med en godt gjennomført planlegging og prosjekteringsfase viser seg å kunne være nøkkelen til veien mot en bedre avfallsreduksjon.

## **6.4 Videre arbeid**

Denne oppgaven er avgrenset til mengde avfall og videre kan søkelyset rettes mot tid, kostnad, kvalitet og klima. Det viktige arbeidet er å løse klimautfordringene verden står ovenfor, og for å klare dette må samtlige aspekter forskes på. Denne oppgaven vil være en liten del av dette, men trenger støtte fra andre vinklinger.

Siden avgrensningen er mot vekt av avfall har fraksjoner som sannsynligvis også har stort potensiale, men lav densitet, falt bort i oppgaven. Da vil et videre arbeid mot volum og antall tømminger være et naturlig steg å ta for å vurdere det totale bildet rundt avfall.

S-kurven kan videreutvikles til å bli et mer presist verktøy. For eksempel kan det legges inn timeverk, hyppigere rapporteringer, legges inn faser og fraksjoner. Vår erfaring er at bransjen er et stykke unna å ta i bruk teknologi som for eksempel kunstig intelligens o.l. for å redusere avfallet. Dette kan være et naturlig steg videre når teknologien som denne oppgaven presenterer blir innarbeidet.

## Referanseliste

- Arantes, A., da Silva, P. F., & Ferreira, L. M. D. (2015). Delays in construction projects-causes and impacts. 2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM),
- Balkau, B. (1975). A financial model for public works programmes. Paper to National ASOR Conference Sydney,
- Brocklesby, M., & Davison, J. (2000). The environmental impacts of concrete design, procurement and on-site use in structures. *Construction and Building Materials*, 14(4), 179-188.
- Bromilow, F., & Henderson, J. (1977). *Procedures for reckoning and valuing the performance of building contracts*. Division of Building Research, CSIRO.
- Byggallianse, N. g. b. c.-G. (2022). BREEAM-NOR v6.0 for nybygg. [https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2022/03/BREEAM-NOR-v6.0\\_NOR.pdf](https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2022/03/BREEAM-NOR-v6.0_NOR.pdf)
- Byggallianse, N. g. b. c.-G. (2023). EUs taksonomi – nye rammebetingelser for bærekraft. Hentet den 13.03.2023, fra: <https://byggalliansen.no/kunnskapssenter/nye-rammebetingelser-for-baerekraft-i-bygg-og-eiendom/#1606741518566-fcb1b83b-4b8a>
- Byggforskserien. (2020). Modulbygninger av tre. Vurdering av egnethet. Hentet den 20.03.2023, fra: [https://www-byggforsk-no.ezproxy.oslomet.no/dokument/5215/modulbygninger\\_av\\_tre\\_vurdering\\_av\\_egnethet](https://www-byggforsk-no.ezproxy.oslomet.no/dokument/5215/modulbygninger_av_tre_vurdering_av_egnethet)
- Byggkvalitet, D. f. (2017a). Kapittel 9 Ytre miljø § 9-6. Avfallsplan. Hentet den 23.02.2023, fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/9/9-6>
- Byggkvalitet, D. f. (2017b). *Kapittel 17 Klima og livsløp* Hentet den 23.02.2023, fra: [https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/17/17-1/?t\\_q=klimagassregnskap](https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/17/17-1/?t_q=klimagassregnskap)
- Byggkvalitet, D. f. (2017c). Veiledning om tekniske krav til byggverk. Hentet den 23.02.2023, fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17#edit-history>
- Byrne, J., & Humble, Á. M. (2007). An introduction to mixed method research. *Atlantic research centre for family-work issues*, 1, 1-4.
- Chao, L. C., & Chien, C. F. (2009). Estimating project S-curves using polynomial function and neural networks [Article]. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(3), 169-177. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-60449114010&doi=10.1061%2f%28ASCE%290733-9364%282009%29135%3a3%28169%29&partnerID=40&md5=aa80da7fb825a9eb345dacd309ecfcc9>

- Christiansen, T. (2021a). *Avfallsreduksjon - vi må ta mindre på tallerkenen*. Bygg Arena Arendal.  
<https://vimeo.com/588512748?fbclid=IwAR3Pt8CnhISvZPMa0vajjw4gicBDMuwYD5p5LLoazGYfg5JN-gGod6iQXJM>
- Christiansen, T. (2021b). *Avfallsreduksjon - Vi må ta mindre på tallerkenen*. Arendalsuka 2021, Arendal.
- Datatilsynet. (2015). Anonymisering av personopplysninger.  
<https://www.datatilsynet.no/globalassets/global/dokumenter-pdf-skjema-ol/regelverk/veiledere/anonymisering-veileder-041115.pdf>
- Eriksen-Vik, Ø. (2023). Byggeprosess kvalitet og TEK 17. *Byggeprosess kvalitet og TEK 17 (ØEV OsloMet 17.02.23).pptx*, 30. Hentet 10.03.2023, fra:  
[https://oslomet.instructure.com/courses/25527/files/3095221?module\\_item\\_id=523099](https://oslomet.instructure.com/courses/25527/files/3095221?module_item_id=523099)
- Everett, E. L., & Furseth, I. (2012). Masteroppgaven. *Hvordan begynne–og fullføre*, 2.
- Flores, A. (2022). PRECUT, MODULER OG ELEMENTER GIR ØKT LØNNSOMHET OG BÆREKRAFT TIL DINE BYGGEPROSJEKTER. *Nordic BIM Group*. Hentet den 24.03.2023, fra:  
<https://www.nordicbim.com/no/bimbloggen/precut-moduler-og-elementer-gir-okt-lonnsomhet-og-baerekraft-til-dine-byggeprosjekter>
- Fufa, S. M., Fjellheim, K., González, P., & Magerøy, K. (2022). Merkeordning for avfall i byggeprosjekter. Definisjon og nøkkelindikatorer. Versjon 1. *SINTEF Notat*.
- Fuglseth, M., Skullestad, J., Dahlstrøm, O., Løken, E., Nordby, A., & Borg, A. (2018). Utredning av livsløpsbaserte miljøkrav i TEK. *Sandvika Direktoratet for byggkvalitet*, 2.
- Ghorbani, S. (2017). The Philosophy Behind S-Curves. Hentet den 08.05.2023, fra:  
<https://www.projectcontrolacademy.com/s-curve/>
- Gregersen, M. H., Ødegaard, M., & Skagen, T. (2016). Systematiske litteratursøk. *Status og fremtidig arbeid ved UB [Internett]*. Oslo: Universitetsbiblioteket i Oslo.
- Haddadi, D. A. (2023). *Oppstartsseminar* (Daniel Amin Haddadi, Issue).
- Hardy, J. (1970). Cash flow forecasting for the construction industry. *MSc Report, Dept. of Civil Engineering, Loughborough University of Technology, Loughborough*.
- Institute, P. M. (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition and The Standard for Project Management (ENGLISH).  
[https://www.perlego.com/book/2825638/a-guide-to-the-project-management-body-of-knowledge-pmbok-guide-seventh-edition-and-the-standard-for-project-management-english-pdf?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&campaignid=17487959703&adgroupid=138169072256&gclid=CjwKCAjw\\_ihBhADEiwAXEazJss2yn1gFocCBw8Jp8nJ2PJueSpY6dUDsa4dSFBrHREeCBnvZJ5vXxoCeSgQAvD\\_BwE](https://www.perlego.com/book/2825638/a-guide-to-the-project-management-body-of-knowledge-pmbok-guide-seventh-edition-and-the-standard-for-project-management-english-pdf?utm_source=google&utm_medium=cpc&campaignid=17487959703&adgroupid=138169072256&gclid=CjwKCAjw_ihBhADEiwAXEazJss2yn1gFocCBw8Jp8nJ2PJueSpY6dUDsa4dSFBrHREeCBnvZJ5vXxoCeSgQAvD_BwE)

- Institutt, N. T. (2021). Verdens skogdag 21. mars. Hentet den 28.03.2023, fra:  
<https://www.treteknisk.no/aktuelt/trebygg-som-en-andre-skog>
- Jacobsen, D. (2016). Hvordan gjennomføre undersøkelser 3. utgave, 2 opplag. Oslo: CAPPELEN DAMM AS.
- JM. (2021). Ressurseffektiv verdikjede – et samarbeidsprosjekt mellom JM & Norgips. Hentet den 29.03.2023, fra: <https://www.jm.no/om-oss/nyhetsrom/2021/ressurseffektiv-verdikjede--et-samarbeidsprosjekt-mellom-jm--norgips/#modal>
- Johannessen, A. (2021). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Abstrakt forlag.  
[https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb\\_plikmonografi\\_000016149](https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_plikmonografi_000016149)
- Kjelstad, I. (2021). RASKT, KOSTNADSEFFEKTIVT OG EN FORENKLET BYGGEPROSESS.  
<https://inntre.no/2021/10/precut-raskt-kostnadseffektivt-og-en-forenklet-byggeprosess/>
- Kommunal-og-regionaldepartementet. (2010). Byggekostnadsprogrammet - programstyrets sluttrapport. Hentet den 08.04.2023, fra:  
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/byggekostnadsprogrammet---programstyrets/id610460/>
- Krumsvik, R. J. (2013). *Innføring i forskningsdesign og kvalitativ metode*. Fagbokforl.
- Kvale, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (T. M. Anderssen & J. Rygge, Eds.). Gyldendal akademisk. [https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb\\_digibok\\_2018091205061](https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2018091205061)
- Kaarbø, E. (2009). Kombinerte metoder. *Sykepleien forskning*, 4(3), 244-248.  
<https://doi.org/10.4220/sykepleief.2009.0110>
- Lindberg, H. Ø. (2023). Avfallshierarki. *Store Norske Leksikon*. Hentet den 30.03.2023, fra:  
<https://snl.no/avfallshierarki>
- Lu, W., Peng, Y., Chen, X., Skitmore, M., & Zhang, X. (2016). The S-curve for forecasting waste generation in construction projects. *Waste Management*, 56, 23-34.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X16304160>
- Moum, A., Kaupang, H.-H. O., Nils, & Bredeli, M. (2017). Industrialisering av byggeprosessene. Status og trender.  
[https://www.sintefbok.no/book/index/1127/industrialisering\\_av\\_byggeprosessene\\_status\\_og\\_trender](https://www.sintefbok.no/book/index/1127/industrialisering_av_byggeprosessene_status_og_trender)
- Nagapan, S., Rahman, I. A., & Asmi, A. (2011). A review of construction waste cause factors. Asian Conference on Real Estate: Sustainable Growth Managing Challenges (ACRE),
- Nordby, A. S., & Wærner, R. W. (2017). Hvordan planlegge for mindre avfall.  
[https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/07/NGBC\\_veileder\\_Hvordan-planlegge-for-mindre-avfall.pdf](https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/07/NGBC_veileder_Hvordan-planlegge-for-mindre-avfall.pdf)

- Nordbø, F. (2022). EARTH OVERSHOOT DAY 2022: NÅ HAR VI BRUKT OPP JORDAS RESSURSER FOR I ÅR. WWF. Hentet den 20.02.2023, fra: <https://www.wwf.no/klima-og-energi/earth-overshoot-day>
- Norge, A. (2019). *Gips som resirkulert råvare*. Avfall Norge. Retrieved 28.03.2023 from Hentet den 30.03.2023, fra: <https://avfallnorge.no/bransjen/nyheter/gips-som-resirkulert-r%C3%A5vare>
- Norge, B. (2023). Fakta om betong. Hentet den 31.03.2023, fra: <https://www.betong.no/fakta-om-betong/>
- Norgips. (2017). Light Board. Hentet den 05.05.2023, fra: <https://norgips.no/produkter/gipsplater/light-board?fbclid=IwAR133hBQ7eSO7R5BpZr54zu6O5Bc8nNOZ6K-LbT7LzUqfgQnFCBum7BKDqo>
- Pettersen, K. (2018). *Hvordan kan bruk av digitale verktøyer effektivisere produksjon på byggeplass for en mellomstor bedrift? Digitalisering i Sortland Entreprenør* [UiT Norges arktiske universitet].
- Ramachandran, V. S., & Feldman, R. F. (1996). 1 - Concrete Science. In V. S. Ramachandran (Ed.), *Concrete Admixtures Handbook (Second Edition)* (pp. 1-66). William Andrew Publishing. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780815513735500052>
- Røykenes, K. (2008). Metodetriangulering—et metodisk minefelt eller en berikelse av fenomener. *Sykepleien forskning*, 3(4), 224-226.
- Statistisk-sentralbyrå. (2022a). Avfall fra byggeaktivitet. In. ssb.no: Statistisk Sentralbyrå.
- Statistisk-sentralbyrå. (2022b). Avfallsregnskapet. Hentet den 28.02.2023, fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfallsregnskapet>
- Steenis, N. D., van Herpen, E., van der Lans, I. A., Ligthart, T. N., & van Trijp, H. C. M. (2017). Consumer response to packaging design: The role of packaging materials and graphics in sustainability perceptions and product evaluations. *Journal of Cleaner Production*, 162, 286-298. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617312052>
- Sydow, K. (2021). *Avfallsfrie byggeplasser Et casestudie om avfallshåndtering på byggeplassen* [NTNU].
- Sørensen, V. (2020). BREEAM-NOR 2021-Referansegrupper. <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2020/12/Presentasjon-oppstartsmote-11-november.pdf>
- Tam, V. W., & Hao, J. J. (2014). Prefabrication as a mean of minimizing construction waste on site. *International Journal of Construction Management*, 14(2), 113-121.
- Titnes, S. (2018). 10 kvalitetsprinsipper for bærekraftige bygg og områder. [https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/33019\\_delrapport-3a\\_digitalt.compressed-2.pdf](https://bygg21.no/wp-content/uploads/2021/03/33019_delrapport-3a_digitalt.compressed-2.pdf)
- Tjora, A. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*.

Trefokus. (2020). God styrke i forhold til vekt. *Treveilederen*. Hentet den 28.03.2023, fra:

<http://www.trefokus.no/treveilederen/temaer/styrke-og-materialegenskaper/god-styrke-i-forhold-til-vekt>

UN-Environment. (2022). 2022 GLOBAL STATUS REPORT FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION.

Hentet den 26.01.2023, fra: <https://globalabc.org/our-work/tracking-progress-global-status-report>

Wimmers, G. (2017). Wood: a construction material for tall buildings. *Nature Reviews Materials*, 2, 17051.

[https://www.researchgate.net/publication/318462024\\_Wood\\_a\\_construction\\_material\\_for\\_tall\\_buildings](https://www.researchgate.net/publication/318462024_Wood_a_construction_material_for_tall_buildings)

Zhang, C., Hu, M., Di Maio, F., Sprecher, B., Yang, X., & Tukker, A. (2022). An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe. *Science of The Total Environment*, 803, 149892.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721049676>



## Vedlegg

Vedlegg A	- Utarbeidet excelfil	A
Vedlegg B	- Spørreundersøkelse	B
Vedlegg C	- Resultat fra spørreundersøkelse	D
Vedlegg D	- Intervjuguide	K
Vedlegg E	- Webseminaret «Avfallsreduksjon – vi må ta mindre på tallerkenen»	L
Vedlegg F	- Byggavfallskonferansen	M

## **Vedlegg A: Utarbeidet excelfil**

Se vedlagt excelfil

## Vedlegg B: Spørreundersøkelse

### Avfallsreduksjon

Temaet i oppgaven er hvordan kan man optimalisere avfallsreduksjonen på byggeprosjekter, og svarene deres på denne undersøkelsen vil spille en rolle for vår oppgave. Vi håper at oppgaven kan gi en nytteverdi for Bundebygg da dette er et tema som kommer til å bli viktigere i tiden som kommer, hvor det vil bli stilt strengere krav til avfallsmengder i fremtiden. Spørreundersøkelsen er anonym.

### Din rolle i Bundebygg AS

Fagarbeider:	
Funksjonær:	
Lederstilling:	
Annet:	

1) I hvilken grad tenker du på forbruk av materialer? (der 0 er "ingen grad" og 5 er i "stor grad")

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

2) I hvilken grad tar du hensyn til materialforbruk på byggeplass? (der 0 er "ingen grad" og 5 er i "stor grad")

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Er ikke på byggeplass

3) I hvilken grad har du kjennskap til BundeBygg sitt avfallsforbruk på prosjekter? (der 0 er "ingen grad" og 5 er i "stor grad")

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4) I hvilken grad samarbeider du med andre for å få ned materialforbruk? (der 0 er "ingen grad" og 5 er i "stor grad")

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

5) I hvilken fase tror du det er størst mulighet for å påvirke den totale avfallsmengden?

- Marked
- Utvikling/anbudsfase
- Forhandling/kontraktsfase
- Mobilisering (planlegging og forberedende arbeider)
- Produksjon
- Avslutning

6) Hva er din største motivasjon for å få til en bedre avfallsreduksjon? (kort og konkret)

Forslag: Økonomi - fremdrift - klima – kvalitet

Ditt svar:

7) Hvilke tiltak ser du for deg kan gjøres for en bedre avfallsreduksjon på byggeplassen? (kort og konkret)

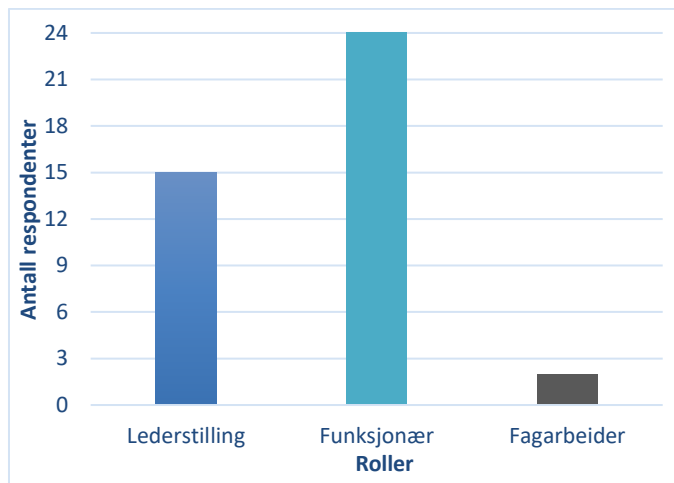
Ditt svar:

## Vedlegg C: Resultat fra spørreundersøkelse

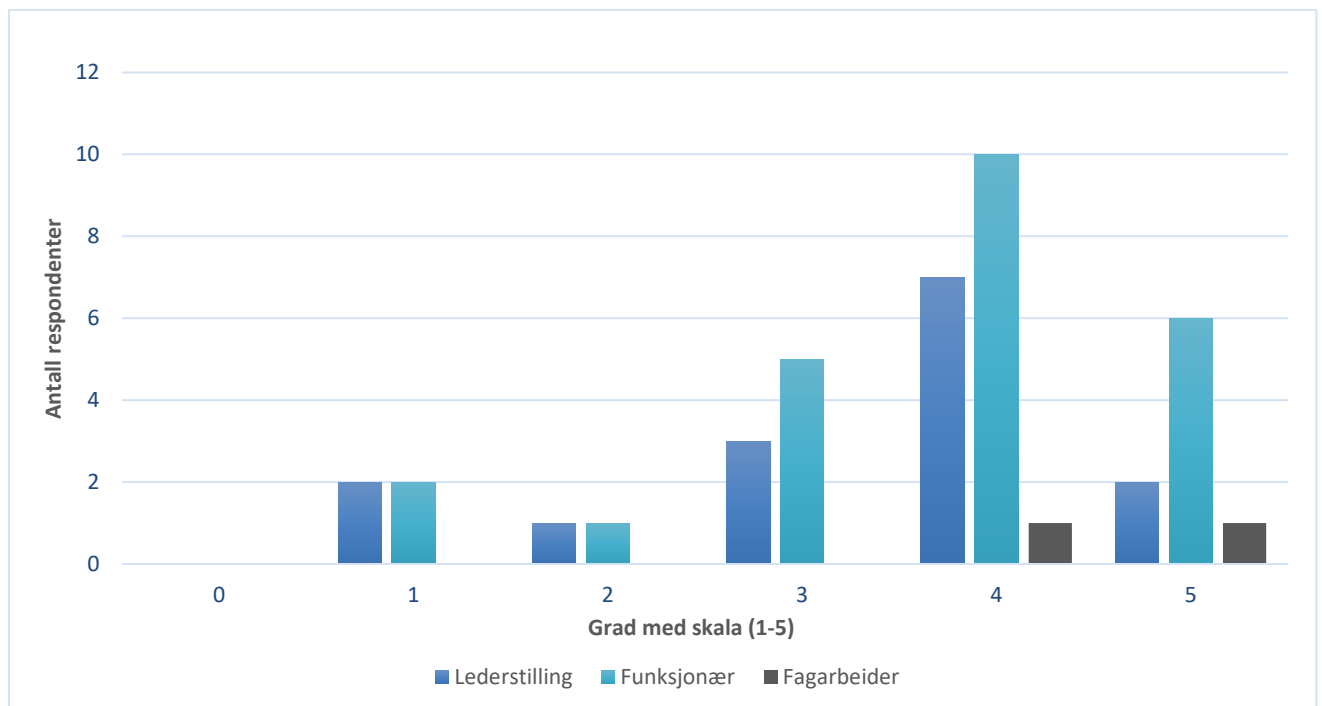
### Avfallsreduksjon

Temaet i oppgaven er hvordan kan man optimalisere avfallsreduksjonen på byggeprosjekter, og svarene deres på denne undersøkelsen vil spille en rolle for vår oppgave. Vi håper at oppgaven kan gi en nytteverdi for Bundebygg da dette er et tema som kommer til å bli viktigere i tiden som kommer, hvor det vil bli stilt strengere krav til avfallsmengder i fremtiden. Spørreundersøkelsen er anonym.

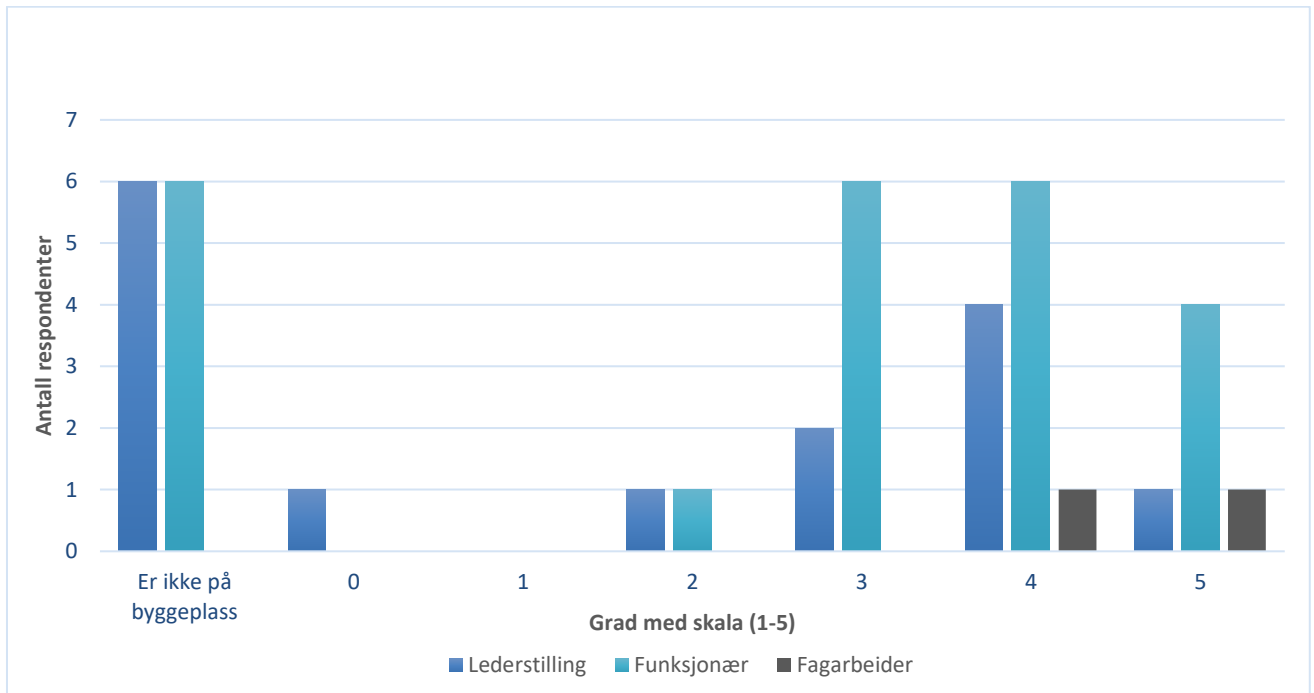
### Din rolle i Bundebygg AS



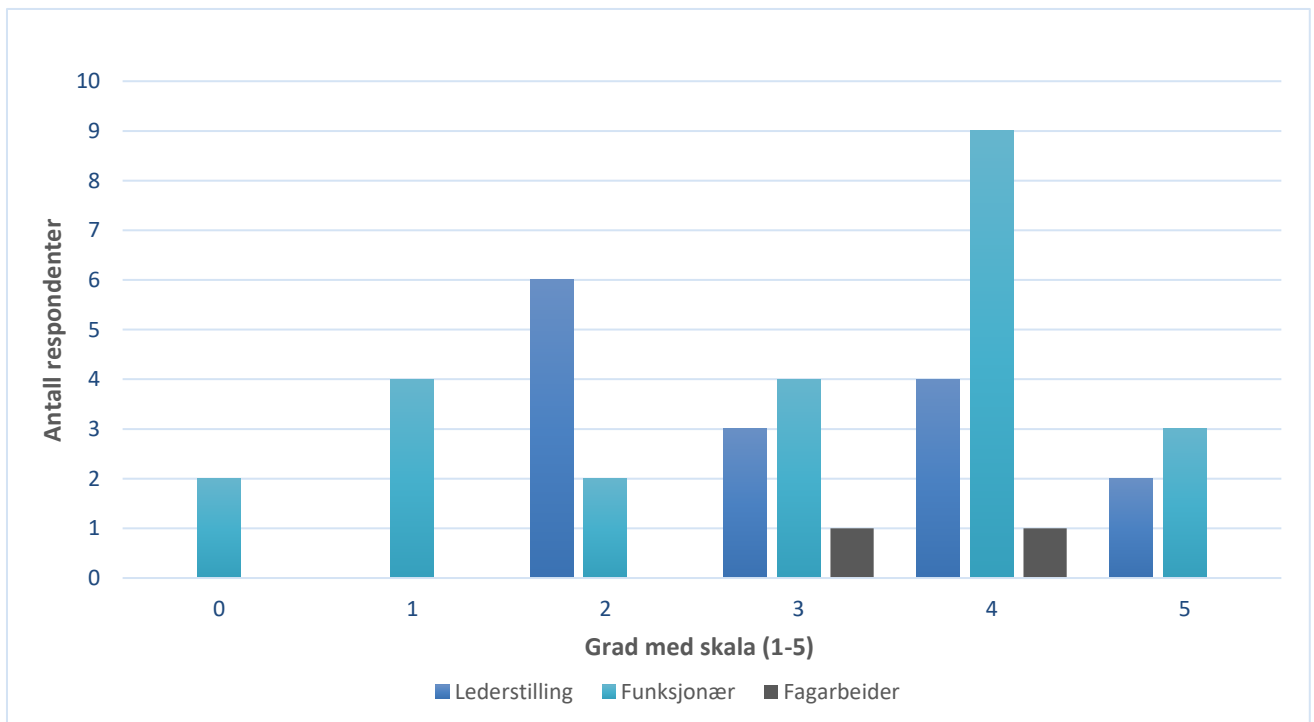
### 1) I hvilken grad tenker du på forbruk av materialer? (der 0 er "ingen grad" og 5 er i "stor grad")



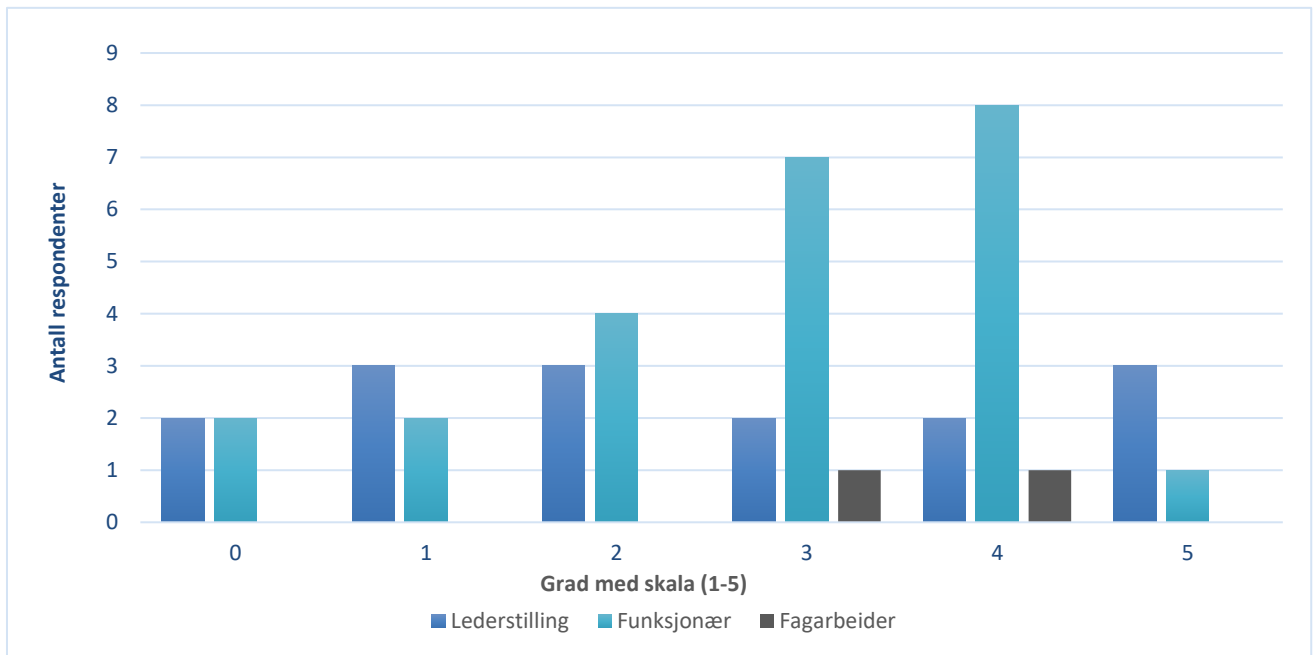
2) I hvilken grad tar du hensyn til materialforbruk på byggeplass? (der 0 er "ingen grad" og 5 er i "stor grad")



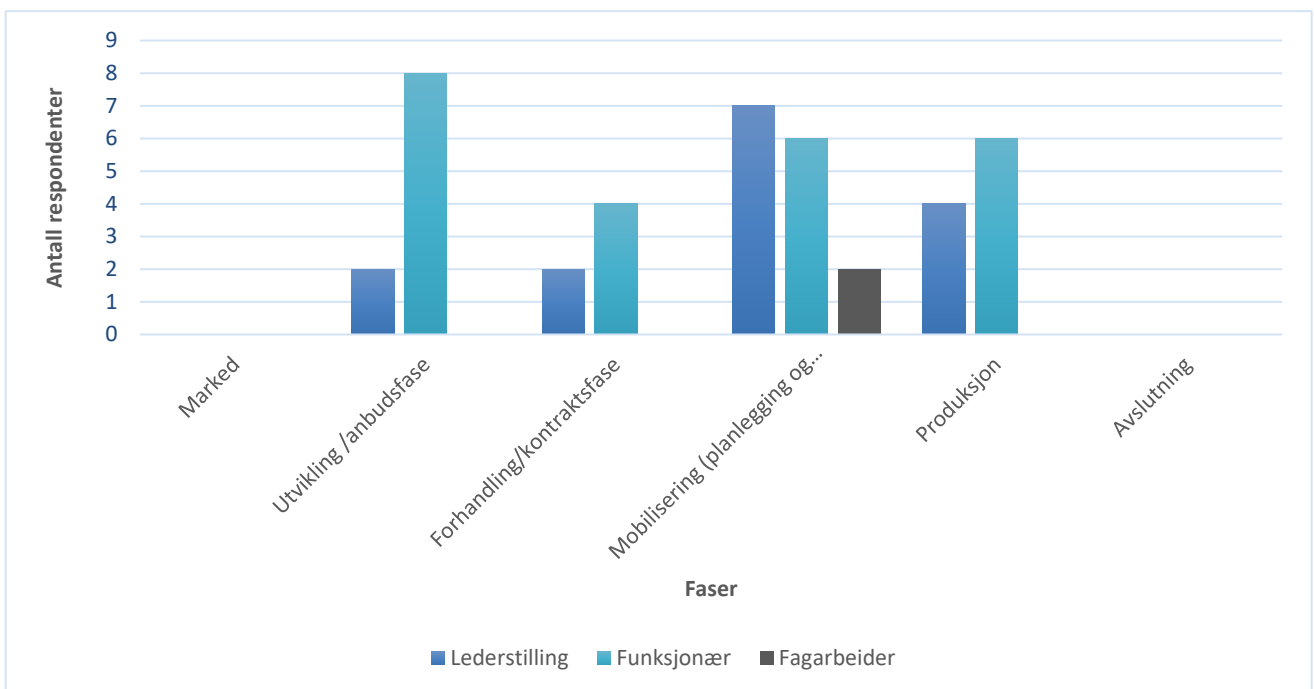
3) I hvilken grad har du kjennskap til BundeBygg sitt avfallsforbruk på prosjekter? (der 0 er "ingen grad" og 5 er i "stor grad")



4) I hvilken grad samarbeider du med andre for å få ned materialforbruk? (der 0 er "ingen grad" og 5 er i "stor grad")



5) I hvilken fase tror du det er størst mulighet for å påvirke den totale avfallsmengden?



6) Hva er din største motivasjon for å få til en bedre avfallsreduksjon? (kort og konkret) Forslag: Økonomi - fremdrift - klima – kvalitet

Ditt svar:

- *Bedre lønnsomhet*
- *Klima og økonomi*
- *Økonomi, fremdrift, klima*
- *Tidsforbruk i produksjon, økonomi, miljø, nødvendigvis ikke i denne rekkefølge*
- *Økonomi - mindre logistikk*
- *Økonomi - fremdrift - klima - mindre logistikk*
- *Klima - fremdrift*
- *Økonomi - ryddighet gir fremdrift fører til klima+*
- *Kostnader, klima utslipp, kvalitet*
- *Økonomi*
- *Miljø - Kostnad - effektivitet*
- *Økonomi og klima*
- *Fremdrift og kvalitet*
- *Økonomi*
- *Økonomi og tifredsstillelse av ISO-krav o.l.*
- *Klima, Fremdrift, Økonomi.*
- *Klima/miljø*
- *Et bedre miljø, og en god sirkulær økonomi*
- *Klima, økonomi, fremdrift*
- *Fremdrift*
- *Klima*
- *Klima, kvalitet, og omdømme*
- *Økonomi*
- *Økonomi og klima*



- *Klima*
- *Økonomi. Klima. Logistikk. Fremdrift.*
- *Økonomi, enkelt på byggeplass*
- *Klima og økonomi*
- *Miljø*
- *Økonomi - klima*
- *Økonomi & Klima*
- *Klima*
- *Gjenbruk og omdisponering av forurenset masse*
- *Økonomi og klima*
- *Klima og økonomi*
- *Klima og økonomi*
- *Miljø! Det bør alltid være viktigere enn økonomi :)*
- *Økonomi og fremdrift, men klima er selvfølgelig også.*
- *Økonomi, klima og lavere (ytre) miljøpåvikning*
- *Økonomi + Miljø/klima*
- *Klima*

**7) Hvilke tiltak ser du for deg kan gjøres for en bedre avfallsreduksjon på byggeplassen? (kort og konkret)**

- *Bedre planlegging*
- *Bedre planlegging, mer oppfølging av ledelsen ute på plassen, må ut og følge med*
- *Høy prefab grad, element produksjon/montasje*
- *Gode innkjøp, planlegging før oppstart, og tilrettelagt og planlagt i produksjon*
- *Sette krav til leveranser/UE/TUE samt ansvarsbelage kostnaden for mengder til UE/TUE*
- *Prefabrikasjon, prekapping, andre materialler*
- *Tilleggskostnader. Det må for andre lønne seg å redusere avfall, eller straffes for å ikke tenke miljø og avfall*
- *I kontrakt til UE - Alt avfall må fjernes fra byggeplass av gjeldene part.*

- *Planlegging, Fokus*
- *God planlegging og oppgaveforståelse*
- *Prefabrikerte elementer - innovativ materialbruk*
- *Strengere rutiner*
- *Tettere samarbeid mellom prosjektering og byggeledelse som er ansvarlig for bestilling av materialer*
- *Bedre planlegging, forbedre holdninger, høyere deponeringsavgifter,*
- *Kan fks trevirke registreres som noe annet enn avfall? Fks er det nå treflis-mangel for bønder som trenger dette til fjøsstell. Treflis går nå i mye større grad til produksjon av pellets og sponplater etc. Muligens et dumt forslag, men kan vi ha en flismaskin på byggeplass som også vil redusere transportkostnader kraftig? Veldig mye av volumet som transporteres ifm trevirkeavfall er luft, og dette kunne det uansett være gunstig å redusere, og dette kan gjøres ved å flise opp trevirket på byggeplass. Flis kan fks avtales leveret til Felleskjøpet.*
- *Feks: retur av paller ved mottak, minske mengde bruk av plast til innpakning ( Leverandører)*
- *RIGGMENN. Det som utgjør den store forskjellen er å ha riggmenn som rydder opp rot, strukturere, adresserer rotet til riktig UE, er på plassen hele tida (arbeidstiden). Fakturerer rot. Riggmenn er alfa og omega, men det ble bestemt for noen få år tilbake å slutte med riggmenn.*
- *Precut, og bedre kompetanse i planleggingsleddet*
- *Inn i ue kontrakter`, samkjøring mellom prosjekter, dedikert ansvarsområde, endre bruk og kast mentaliteten. mellomlagring av eks: forskalingsmatriell. bestillingrutiner*
- *Søppelstasjon*
- *Tilrettelegging og bevisstgjøring*
- *UEr selv må håndtere avfall over en viss andel*
- *Prosjektering: dimensjonere etter størrelser som er vanlig på markedet og produksjonsvennlig. Tenke mer logistikk under prosjektering, hvordan vil plassen se ut under produksjon. Produksjon: Strengere krav til svinn og system for lagring av materiell. Gradvis innkjøp og loggføring av forbruk og svinn.*
- *Prefab og precut*

- *Precut, Prosjektere for byggbarhet, gode innkjøp, just in time leveranser, minimere lagring av materialer, lagre det nødvendige innendørs,*
- *Precut, gjenbruk*
- *Under forhandlinger og kontrakt må dette opp. stort sett alt som blir levert på en byggeplass er pakket inn i plast og står på en pall.*
- *Bedre planlegging*
- *Planlegging*
- *Bedre planlegging, måling opp mot konkrete mål (eks. antall kg avfall på kvm)*
- *Lite, da mye er regulert ved forskrifter.*
- *Valg av materiale og prekapp*
- *Bedre planlegging*
- *Høyere grad av "prefabrikasjon", bestilling av ferdig kappede/tilpassede produkt*
- *Precut og riktig lagring av materialer*
- *Hyppig fokus på renhold for hvert enkelt fag samt god planlegging når det gjelder materialvalg og fremdrift i produksjon.*
- *Beregne mengder ut fra BIM-modell som det er mulig å hente eksakte material-mengder ut fra.*
- *Få begrensninger inn i kontrakter med UE, pålegg fra BB sentralt (hvor det er en plan for utførelse og tilrettelagt for å få det til)*
- *Planlägnig*

## Vedlegg D: Intervjuguide

Spørsmål	Informant										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Dere endte/har foreløpig XX kg/BTA på prosjektet. Vi lurer da på hvilke rutiner/tiltak for avfallsreduksjon på prosjektet dere tok i bruk? Hva gjorde dere for å redusere avfallsmengden? (Evt. hadde dere noen rutiner/tiltak?)	x	x	x	x	x	x					
2. Hva er noen av de største utfordringene knyttet til avfallsreduksjon på byggeplasser?	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3. Hvordan mener du de ulike «partene» i et prosjekt har potensial for reduksjon av avfall?  - Byggherre - BundeBygg (evt. generelt totalentreprenør) - UL - Leverandører - UE - Egne Fagarbeidere	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4. Har dere oversikt over avfallsmengden underveis i prosjektet? Hvor finner dere dette? Forslag til hvor man evt. kan ha denne oversikten lettere tilgjengelig?	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
5. Hvor mange på prosjekt(et) holder seg oppdatert på avfallsmengden ukentlig?	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
6. Hadde en avfallsprognose hjulpet deg til å fokusere på reduksjonen av avfall på samme måte som en økonomisk prognose av prosjektet?	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7. Hvilke avfallsfraksjoner (tre, gips, stål, betong og plast) mener du har størst potensial for reduksjon? Hva kan man gjøre med dette potensialet?	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8. Kan du huske prosjekter som har hatt fokus på å minimere avfallsmengden? Hvis ja, hvilke tiltak ble gjort og hvordan gikk det?	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9. Hva tenker du om disse tiltakene mot reduksjon av avfallsreduksjon:  - Premiering til byggeplass som får til avfallsreduksjon best innad i selskapet (julebord, bonuser, firmatur osv.) - Offentlige anskaffelser med bonus basert på resultat, f.eks. x kr i bonus for oppnådd resultat på avfallsmengde. Dette kan gi en økonomisk «støtte» til dem som er gode på dette.  - Innføring av lovverk og nye krav som krever lavere avfallsmengde (merkeordning, oppdatert TEK (24), Sertifiseringsordninger som BREEAM-NOR)  - Sette av en dag hvor ansatte motiveres og får forståelse for hvorfor avfallsreduksjon er viktig mtp. tid, penger og miljø! - Byggherre med større fokus på miljø som setter krav til materialforbruk, ombruk og mengde avfall.  Samtidig være åpen for å endre på tenkte løsninger som er vanskelige å bygge, utradisjonelle mål osv. - Prefabrikkerte elementer	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

- Restbød for overskuddsmaterialer (Sirken?)																				
10. Har dere noen planer for hvordan Bunde skal oppnå fremtidige klimamål om en lav avfallsmengde?	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11. Hva tenker du om at norske bedrifter burde være forberedt på EU sine fremtidige krav om avfallsmengder og implementere tiltak tidlig for å få et konkurransefortrinn foran utenlandske entreprenører ved anskaffelser?	x		x	x	x					x										x
12. Hvordan ser du på at det mest sannsynlig blir strengere krav til avfallsmengde? (Er dette et problem som kun vil føre til tap økonomisk og fremdriftsmessig, eller er det en utfordring som ikke bare vil hjelpe miljøet, men som også kan gi fremskritt teknologisk og økonomisk).	x	x	x	x	x							x						x		x
13. Er det en ulempe for middels store og små entreprenører at det stilles strengere krav som reduksjon av avfall kontra de største entreprenørene i bransjen?	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

## Vedlegg E: Webseminaret «Avfallsreduksjon – vi må ta mindre på tallerkenen»

Medvirkende på seminaret:

Medvirkende	
Eirik Wærner - Miljørådgiver	Multiconsult
Cecilie Nødtvedt – bærekraftansvarlig	JM Norge
Knut Mathisen – Senior Industry development manager	GS1
Maren Hersleth Holsen	Klima og miljødepartementet
Hilde Herud – Adm. Direktør	Norgips
Hilde Vatne – Adm. Direktør	JM Norge
Anett Andreassen – Direktør for digitalisering og utvikling	Statsbygg

## Vedlegg F: Byggavfallskonferansen

3 foredragsholdere holdt foredrag om «ny kunnskap om byggavfall»

Foredragsholder	Tema	Bedrift
Espen Mikkelsen	Ny utredning om plast og plastavfall	Mepex
Håkon Jentoft	Ny utredning om byggavfallskrav i EU	Niras
Sverre Valde	Ny utredning om plastforsøpling på norske byggeplasser	Nomiko

4 foredragsholdere holdt foredrag om «gjenvinning av byggavfall og masser»:

Foredragsholder	Tema	Bedrift
Ola Lier	Sirkulær massehåndtering	Feiring Bruk
Håvard Sveahaugen	Sirkularitet i Rockwool	Rockwool
Trond Risberg	Resirkulert plast i nye byggevarer	Isola
Joralf Aurstad	N200 – bruk av gjenvinningsmaterialer ved vegbygging	Statens Vegvesen

4 foredragsholdere holdt foredrag om «nytt om miljø og ombrukskartlegging»

Foredragsholder	Tema	Bedrift
Emil Andresen Rygh	Ressursentral for ombruk på Økern og Nasjonal kunnskapsarena for ombruk i byggebransjen	Ressursentralen
Eirik Wærner	Ombrukskartlegging og produktdokumentasjon	Multiconsult
Isak Oksvold	Muligheter og utfordringer med å satse på ombruk	Møller Eiendom
Synnøve Fagerhaug Dalen	Satsing på byggenæringen	Handelens miljøfond

3 foredragsholdere holdt foredrag om sirkulær økonomi

Foredragsholder	Tema	Bedrift
Trine Pettersen	Revisjon av EUs byggevareforordning	Byggevareindustrien
Anne Rønning Norsus	Hvordan inkludere avfallshåndtering i miljødeklarasjoner	Norsus
Lilo Henke	Avfallsreduksjon, ombruk og materialgjenvinning	Sintef Byggforsk

