

Jon Sæverås Breivold

Kostnadsutvikling og kostnadsestimering i byggeprosjekter

Hvordan bedre kostnadsprestasjonen?

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Olav Torp

Medveileder: Alexander Rasen Csák

August 2023

Jon Sæverås Breivold

Kostnadsutvikling og kostnadsestimering i byggeprosjekter

Hvordan bedre kostnadsprestasjonen?

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Olav Torp
Medveileder: Alexander Rasen Csák
August 2023

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



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Byggenæringen har en historikk med kostnadsoverskridelser som er vist i flere store studier. Mange av studiene er gjennomført på offentlige prosjekter innenfor transportinfrastruktursektoren. For å kunne bedre kostnadsprestasjonen er man nødt til å forstå mekanismene bak kostnadsoverskridelsene. Med dette som bakteppe er formålet med denne oppgaven å undersøke kostnadsutviklingen i byggeprosjekter, finne årsaker til kostnadsoverskridelser og komme frem til tiltak som kan forbedre kostnadsestimeringen i byggeprosjekter. Følgende forskningsspørsmål er definert for oppgaven: 1) Hva er årsakene til kostnadsoverskridelser i byggeprosjekter? 2) Hvilke typer endringer gir de største kostnadsøkningene for byggherren? 3) Hvilken innvirkning har tidligfasen for kostnadsprestasjonen i et prosjekt? 4) Hvilke faktorer påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene i størst grad? 5) Hvordan kan man forbedre kostnadsestimeringen i byggeprosjekter?

Metodene som er benyttet for å besvare forskningsspørsmålene er en systematisk litteraturstudie, en casestudie av ti byggeprosjekter og semistrukturerte intervjuer med relevante personer med erfaring fra byggeprosjekter. Litteraturstudien tok for seg vitenskapelig litteratur som var relevant for forskningsspørsmålene. Casestudien undersøkte kostnadsutviklingen i prosjektene, hvordan endringer påvirket kostnadene, sammenhenger med diverse prosjektspesifikke variabler og tidligfasens betydning for kostnadsprestasjonen. Seks semistrukturerte intervjuer ble gjennomført, hvorav tre var med prosjektleder fra Insenti AS og tre var med ressurspersoner fra andre bedrifter.

Undersøkelsene avdekket at prosjektutvalget i gjennomsnitt opplevde kostnadsoverskridelser sammenlignet med estimatene i byggeprosessen. Gjennomsnittlig budsjettoverskridelse var på 13,5%. Endringer ble identifisert som en betydelig årsak til kostnadsøkninger underveis, med gjennomsnittlig endringskostnad på 13,9% av faktisk entreprisekostnad. 64,1% av endringskostnadene skyldtes byggherreinitierte. Andre årsaker som ble identifisert var uforutsette forhold, kontraktstrategi og dårlige spesifikasjoner. God planlegging og tilstrekkelig definering av prosjektet i tidligfase identifiseres som avgjørende for et prosjekts kostnadsprestasjon. Det må settes av tilstrekkelig ressurser til gjennomføring av tidligfase, men det viktigste er å gjøre de riktige valgene. For å forbedre kostnadsestimeringen i prosjekter anbefales det at bedrifter utarbeider tydelige retningslinjer for kostnadsestimeringen, tar i bruk systematiske usikkerhetsanalyser og gjør et bevisst valg av estimeringsmetode i tidligfase.

Abstract

The construction industry has a history of cost overruns, as shown in several major studies. Many of these studies have been conducted on public projects within the transportation infrastructure sector. In order to improve cost performance, it is necessary to understand the mechanisms behind cost overruns. With this background, the purpose of this task is to investigate the cost development in construction projects, identify causes of cost overruns, and come up with measures to improve cost estimation in construction projects. The following research questions are defined for this task: 1) What are the main causes of cost overruns in construction projects? 2) What types of changes result in the largest cost increases for the client? 3) What impact does the front-end phase have on cost performance in a project? 4) Which factors influence the accuracy of cost estimates most significantly? 5) How can cost estimation in construction projects be improved?

The methods used to answer these research questions include a systematic literature study, a case study of ten construction projects, and semi-structured interviews with relevant individuals with experience from construction projects. The literature study examined scientific literature relevant to the research questions. The case study investigated the cost development in the projects, how change orders affected costs, relationships with various project-specific variables, and the significance of the front-end for cost performance. Six semi-structured interviews were conducted, three of which were with project managers from Insenti AS and three with resource persons from other companies.

The investigations revealed that, on average, the projects experienced cost overruns compared to what was estimated. The average cost overrun from budget was 13.5%. Change orders were identified as a significant cause of cost increases during the process, with an average change cost of 13.9% of the actual contract cost. 64.1% of the change order costs were attributed to client-initiated changes. Other identified causes included unforeseen conditions, contract strategy, and poor specifications. Proper planning and sufficient project definition in the early phase were found to be crucial for a project's cost performance. Allocating sufficient resources to the front-end phase of projects is essential, but the most important aspect is to make the right choices. To improve cost estimation in projects, it is recommended that companies develop clear guidelines for cost estimation, use systematic uncertainty analysis, and make a conscious choice of estimation method in the front-end of projects.

Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på mitt 7-årige studieløp på masterprogrammet bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim. Studieretningen jeg har gått er bygg- og anlegg, og masteroppgaven er skrevet innenfor hovedprofilen byggeprosess. Masteroppgaven er skrevet i samarbeid med Insenti AS, som er en bedrift som spesialiserer seg på prosjektledelse av byggeprosjekter. Oppgaven er en videreføring av prosjektoppgaven jeg skrev høsten 2022 om kostnadsestimering av byggeprosjekter.

Motivasjonen min for å skrive om kostnader i byggeprosjekter stammer fra egen erfaring fra arbeid i prosjekter. De siste tre årene har jeg hatt sommerjobb hos Insenti AS, hvor jeg har fått muligheten til å jobbe både med byggeplassadministrasjon og prosjektledelse på byggherresiden. Erfaringen min er at kostnadsestimering og kostnadsstyring utgjør en stor del av prosjektledelsesfaget, og derfor hadde jeg lyst til å lære mer om hvordan dette gjøres i praksis. Jeg føler også at dette er et område hvor byggebransjen har et stort forbedringspotensiale.

Jeg ønsker å rette en stor takk til veilederen min på institutt for bygg- og miljøteknikk, Olav Torp, og medveileder i Insenti, Alexander Rasen Csák, for god og kyndig veiledning i forbindelse med masteroppgaven. Videre ønsker jeg å takke de seks respondentene som stilte opp til intervju og bidro med innsikt i hvordan kostnadsestimering og kostnadsstyring gjøres ute i bedriftene, og alle de i Insenti som har bidratt til masteroppgaven. En ekstra takk rettes til Insenti, som gjennom tre år med sommerjobb har gitt meg muligheten til å lære om prosjektledelse i praksis. Dette har gitt stor inspirasjon i arbeidet med denne oppgaven.

Trondheim, 01. august 2023

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet



Jon Sæverås Breivold

Innhold

Sammendrag	1
Abstract	2
Forord	3
Figurer	7
Tabeller	8
1 Innledning	9
1.1 Bakgrunn.....	9
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål.....	10
1.3 Avgrensinger	11
1.4 Samarbeid	11
1.4 Oppbygning og struktur	11
2 Metode	13
2.1 Forskningsdesign.....	13
2.2 Generell teori.....	14
2.3 Litteraturstudie	15
2.3.1 Steg A – Systematisk litteratursøk	16
2.3.2 Steg B – Backward Snowballing.....	18
2.3.3 Steg C – Vurdering og seleksjon.....	18
2.4 Casestudie	19
2.4.1 Prosjektseleksjon.....	20
2.4.2 Dokumentstudie	20
2.4.3 Databehandling og -fremstilling.....	21
2.5 Intervjuer.....	25
2.5.2 Gjennomføring av intervjuer.....	26
2.5.3 Bearbeiding av intervjumaterialet	27
3 Teori	28
3.1 Byggeprosessen	28
3.1.1 Prosjektfaser.....	28
3.1.2 Tidligfasen i prosjekter	29
3.1.3 Usikkerhets- og kostnadsutvikling	31
3.1.4 Perspektiver og roller	32
3.1.5 Kontrakt.....	33

3.1.6	Kontraktstrategi.....	34
3.1.7	Entrepriseform	35
3.1.8	Kontraktstype.....	41
3.1.9	Samspillsmodeller	43
3.2	Kostnadsestimering og kostnadsutvikling	44
3.2.1	Generell informasjon om kostnadsestimering.....	44
3.2.2	Estimatklasser	45
3.2.3	Tilnærminger til kostnadsestimering.....	46
3.2.4	Metoder for kostnadsestimering.....	47
3.2.6	Kostnadsstyring.....	50
3.2.7	Endringshåndtering	51
3.3	Litteraturstudie	52
3.3.1	Faktorer som påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene	52
3.3.2	Årsaker til kostnadsoverskridelser.....	55
3.3.3	Tidligfasen og kostnadsprestasjon.....	58
3.3.4	Endringenes innvirkning på kostnadsutviklingen.....	59
4	Resultater fra casestudie	61
4.1	Informasjon om prosjektutvalget.....	61
4.2	Kostnadsutvikling i prosjektene	62
4.3	Faktorer som påvirker kostnadsutviklingen	64
4.3.1	Endringer	65
4.3.2	Sammenheng mellom estimatavvik og prosjektspesifikke variabler.....	67
4.3.3	Ressursbruk i tidligfasen.....	69
4.4	Kostnadsestimeringsprosessen	72
5	Resultater fra intervjuer	73
5.1	Kostnadsutvikling.....	73
5.1.1	Årsaker til kostnadsoverskridelser	73
5.1.2	Tiltak for å unngå kostnadsoverskridelser	75
5.1.3	Tidligfasens betydning for kostnadsprestasjonen.....	76
5.2	Kostnadsestimering	79
5.2.1	Kostnadsestimeringsprosessen.....	79
5.2.2	Faktorer som påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene	82
5.2.3	Utfordrende prosjekter.....	82
6	Diskusjon.....	84
6.1	Kostnadsutvikling og estimatavvik	84
6.2	Faktorer som kan bidra til kostnadsoverskridelser	85

6.2.1	Prosjektvarighet.....	85
6.2.2	Prosjektstørrelse	86
6.2.3	Uforutsette forhold	86
6.2.4	Dårlige spesifikasjoner	87
6.2.5	Kontraktstrategi.....	87
6.2.6	Prosjektkompleksitet	88
6.3	Endringer	89
6.3.2	Endringenes betydning for kostnadsprestasjonen	89
6.3.1	Type endringer i prosjektutvalget.....	90
6.4	Tidligfasen	91
6.4.1	Innvirkning på kostnadsprestasjonen	91
6.4.2	Varighet og ressursbruk.....	91
6.4	Kritiske faktorer for kostnadsestimatenes nøyaktighet.....	92
6.5	Tiltak for å forbedre estimeringsprosessen	94
6.6	Vurdering av forskningsmetoden	95
6.6.1	Litteraturstudie	95
6.6.2	Casestudie	95
6.6.3	Intervjuer	96
6.6.4	Svakheter ved metoden.....	96
7	Konklusjon.....	97
8	Referanser.....	101
	Vedlegg	110
	Vedlegg A – Generell intervjuguide	110
	Vedlegg B – Oppgavebeskrivelse	112

Figurer

Figur 1: Grafisk fremstilling av overordnet forskningsdesign.....	14
Figur 2: Flyskjema som illustrerer prosessen med litteratursøk- og seleksjon.....	19
Figur 3: Flyskjema for prosessen med å bearbeide intervjumaterialet.....	27
Figur 4: Grunnlaget for langsiktig verdiskaping legges i tidligfasen, og er vanskelig å påvirke i stor grad senere i byggeprosessen (Lilleland-Olsen, 2019).....	30
Figur 5: Usikkerhet og akkumulerte kostnader gjennom en byggeprosess (Eikeland, 2001).	31
Figur 6: Forventet kostnad og usikkerhetsspenn ved ulike tilnærminger til kontraktstrategi (Lædre, u.å.).....	35
Figur 7: Skisse av organisasjonsstruktur ved totalentreprise.....	36
Figur 8: Skisse av organisasjonsstruktur i generalentreprise.....	38
Figur 9: Illustrasjon av organisasjonsstrukturen i en hovedentreprise.	39
Figur 10: Prinsippkisse av organisasjonsstruktur med delte entrepriser.....	40
Figur 11: Illustrasjon av organisasjonsstrukturen i en CM-modell.....	41
Figur 12: Estimatklassematrise for byggeprosjekter (AACE International, 2020).....	45
Figur 13: Utviklingen av kostnadsestimater i alle prosjektene i prosjektutvalget, uttrykt som prosentvis andel av sluttkostnad.	64
Figur 14: Sammenheng mellom prosjektstørrelse og relativt estimatavvik fra budsjett i prosjektutvalget.....	67
Figur 15: Korrelasjon mellom varighet av tidligfase og relativt estimatavvik	71
Figur 16: Korrelasjon mellom kostnader i tidligfase og relativt estimatavvik	71

Tabeller

Tabell 1: Oppgavens oppbygning	12
Tabell 2: Steg i litteraturstudien.....	15
Tabell 3: Søkefraser og antall treff i databasene.....	17
Tabell 4: Målestørrelser brukt for å beskrive kostnadsutviklingen i prosjektutvalget.....	23
Tabell 5: Formler brukt for å beskrive endringer i prosjektutvalget.....	24
Tabell 6: Formler brukt for å beskrive tidligfasens varighet og kostnader.	25
Tabell 7: Informasjon om respondentene	26
Tabell 8: Mest sentrale faktorer identifisert av Sayed (2020).....	53
Tabell 9: Rangering av faktorer som påvirker kvaliteten til kostnadsestimatene, hentet fra An et al. (2011)	54
Tabell 10: Faktorer som påvirker kostnadsestimatenes nøyaktighet i ulike faser av prosjekteringen, basert på funn fra Dandan et al. (2020).	55
Tabell 11: Informasjon om prosjektutvalget.....	62
Tabell 12: Deskriptiv statistikk knyttet til relativt estimatavvik i prosjektutvalget.....	63
Tabell 13: Data knyttet til endringer i prosjektutvalget.....	65
Tabell 14: Endringsdata fordelt mellom prosjektene med totalentreprise og utførelsesentreprise. 66	
Tabell 15: Endringsdata i prosjektene fordelt på kontraktstype.	67
Tabell 16: Kostnadsutvikling fra vedtatt budsjett i ulike kategorier av utvalgte, prosjektspesifikke variabler.....	69
Tabell 17: Ressursbruk i tidligfasen.....	70
Tabell 18: Årsaker til kostnadsoverskridelser identifisert i intervjuene.....	74
Tabell 19: Metoder og verktøy avdekket i intervjuene.	81

1 Innledning

I dette kapittelet beskrives rammene for masteroppgaven. Kapittelet innledes med litt bakgrunnsinformasjon om oppgavens tema, før oppgavens problemstilling og tilhørende forskningsspørsmål presenteres. Nødvendige avgrensninger som er gjort for å spisse oppgaven presenteres deretter. Avslutningsvis i kapittelet beskrives oppgavens oppbygning og struktur.

1.1 Bakgrunn

Byggeindustrien har en historikk som tilsier at kostnadsoverskridelser er et tilbakevendende problem. Det eksisterer mange studier som påviser at bygg- og anleggsprosjekter ofte opplever at kostnadene eskalerer utover i et prosjekt. En av de største og mest kjente studiene er Flyvbjerg et al. (2002) sin studie av 258 offentlige transportinfrastrukturprosjekter i Danmark. Studien kom frem til at kostnader underestimeres i ni av ti prosjekter, og at faktiske kostnader er 28% høyere enn estimerte kostnader. De fleste studiene som undersøker kostnadsprestasjonen i prosjekter er imidlertid gjort på offentlige prosjekter, og det eksisterer færre prosjekter som undersøker kostnadsprestasjonen i prosjekter i privat sektor. Årsaken er trolig at kostnadsdata anses som konfidensiell informasjon, og at det dermed kan være vanskelig for forskere å få tilgang til kostnadsdata fra privat sektor.

Det å holde kontroll på kostnader er en vital del av styringen i et prosjekt. Kostnadskontrollen i et prosjekt består i hovedsak av to kjerneaktiviteter: kostnadsestimering og kostnadsstyring. Et kostnadsestimat defineres som et anslag på sannsynlig eller forventet kostnad, og fungerer som et utgangspunkt for kostnadsstyringen i prosjektet (Berg et al., 2022). I tillegg brukes kostnadsestimater som beslutningsunderlag i prosjektet og som input i lønnsomhetsberegninger. Kostnadsstyringen i et prosjekt handler om å holde oversikten over prosjektkostnadene slik at man kan iverksette korrigerende tiltak og styre kostnadene mot budsjett (WSP, u.å.). Kostnadsprestasjonen i et prosjekt er med andre ord både avhengig av nøyaktig kostnadsestimering og tilfredsstillende kostnadsstyring.

Nye krav til teknologi, digitalisering og bærekraft gjør at prosjektene blir stadig mer komplekse. Det er svært mange faktorer som må inkluderes for å kunne estimere kostnadene nøyaktig, og kompleksiteten gjør det også utfordrende å holde oversikt over prosjektet og styre kostnadene mot budsjett. Samtidig gir ny teknologi nye muligheter også innenfor kostnadsestimering. Kunstig intelligens kan ved hjelp av kraftfulle algoritmer analysere store mengder data og produsere

nøyaktige konseptuelle kostnadsestimater (Elmousalami, 2021). Til tross for at forskningslitteraturen viser lovende resultater ved bruk av kunstige intelligens i kostnadsestimeringen, tyder funn i prosjektoppgaven min fra høsten 2022 på at bruken av denne teknologien er lite utbredt i praksis.

Selv om kostnadsoverskridelser er et problem i byggebransjen er det fullt mulig å forbedre kostnadsprestasjonen i byggeprosjekter ved å gjøre gode tiltak i planlegging og prosjektgjennomføring. Welde og Klakegg (2022) sin studie viste at 96 statlige prosjekter hadde en gjennomsnittlig kostnadsunderskridelse på 4,4%, noe som er vesentlig bedre enn resultatene fra tilsvarende studier fra andre land. Alle prosjektene hadde gått gjennom kvalitetssikringssystemet av store investeringsprosjekter som ble iverksatt i Norge i 2000. Det ble konkludert med at kostnadsoverskridelser er mulig å unngå ved gode rutiner for planlegging og kostnadsestimering i prosjektene.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Masteroppgavens formål er å undersøke kostnadsutviklingen i byggeprosjekter, og finne ut hvilke tiltak som kan gjøres for å forbedre kostnadsprestasjonen i prosjektene. En forutsetning for å bedre kostnadsprestasjonen i byggeprosjekter er at man forstår mekanismene som fører til kostnadsoverskridelser. For å besvare problemstillingen ovenfor er følgende forskningsspørsmål definert for oppgaven:

FS1: Hva er årsakene til kostnadsoverskridelser i byggeprosjekter?

FS2: Hvilke typer endringer gir de største kostnadsøkningene for byggherren?

FS3: Hvilken innvirkning har tidligfasen for kostnadsprestasjonen i et prosjekt?

FS4: Hvilke faktorer påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene i størst grad?

FS5: Hvordan kan man forbedre kostnadsestimeringen i byggeprosjekter?

For å kunne besvare denne problemstillingen i denne masteroppgaven er det gjennomført en litteraturstudie, en casestudie av ti prosjekter og intervjuer med respondenter som har lang fartstid i byggebransjen. De fire første forskningsspørsmålene danner utgangspunktet for litteratursøket i litteraturstudien. I casestudien og i intervjuene innhentes data knyttet til alle de fem forskningsspørsmålene.

1.3 Avgrensinger

For å spisse den relativt åpne problemstillingen og definere rammene for prosjektoppgaven er det foretatt nødvendige avgrensninger til oppgaven. Oppgaven tar for seg kostnadene i byggeprosessen fra strategisk definisjon i tidligfase til bygget overleveres, og kostnader i driftsfasen er derfor ikke en del av oppgavens omfang. Det er i hovedsak byggeprosjekter i betydningen oppføringen av byggverk som problemstillingen retter seg mot, men i litteraturstudien inkluderes også infrastrukturprosjekter da en stor del av forskningen på kostnadsutvikling er foretatt på denne typen prosjekter. Byggeprosjekter og infrastrukturprosjekter har mange likhetstrekk når det kommer til organisering og prosjektgjennomføring, og studier om kostnadsutviklingen i infrastrukturprosjekter anses derfor som relevant for å vurdere kostnadsutviklingen i byggeprosjekter. Oppgaven er skrevet fra et byggherreperspektiv, noe som innebærer at det er byggherrens kostnader i forbindelse med prosjektene undersøkelsene er rettet mot.

1.4 Samarbeid

Oppgaven er skrevet i samarbeid med Insemi AS, som er en ledende aktør i Oslo innen prosjektledelse av byggeprosjekter for byggherren. Insemi har stilt med en medveileder som har fungert som et mellomledd i kommunikasjonen med prosjektledere i Insemi og bidratt med nyttige innspill i forbindelse med gjennomføringen av masteroppgaven, spesielt casestudien. Insemi har i tillegg bidratt med å finne caseprosjekter til oppgaven, og stilt prosjektdokumentene til disposisjon i dokumentstudien. Insemi har vært involvert i prosjektledelsen i alle prosjektene i casestudien.

1.4 Oppbygning og struktur

Oppgavens oppbygning er basert på IMRoD-struktur, som er en vanlig måte å strukturere innholdet i akademisk litteratur på. IMRoD står for Introduksjon, Metode, Resultat og Diskusjon, som er hovedbestanddelene i denne oppgaven. I tillegg er det lagt til et teorikapittel og en avsluttende konklusjon. Oppgavens oppbygning med en kort beskrivelse av hvert kapittel er vist i tabell 1.

Tabell 1: Oppgavens oppbygning

Kapittel	Beskrivelse
1 Innledning	Presentasjon av bakgrunnsinformasjon, problemstilling, forskningsspørsmål, avgrensninger, samarbeid og struktur.
2 Metode	Beskrivelse av forskningsmetodene som er benyttet.
3 Teori	Generelt teorigrunnlag for å forstå oppgavens innhold og spesifikk teori knyttet til forskningsspørsmålene.
4 Resultater fra casestudie	Presentasjon av kostnadsutvikling, endringskostnader, sammenheng med prosjektspesifikke variabler og tidligfasen og prosess for kostnadsestimering
5 Resultater fra intervjuer	Presentasjon av relevant informasjon identifisert i intervjuene
6 Diskusjon	Diskusjon av funnene fra kapittel 3,4 og 5 med utgangspunkt i forskningsspørsmålene
7 Konklusjon	Presentasjon av de viktigste funnene i oppgaven.
Referanser	Kildene som er brukt i oppgaven.
Vedlegg	Intervjuguide.

2 Metode

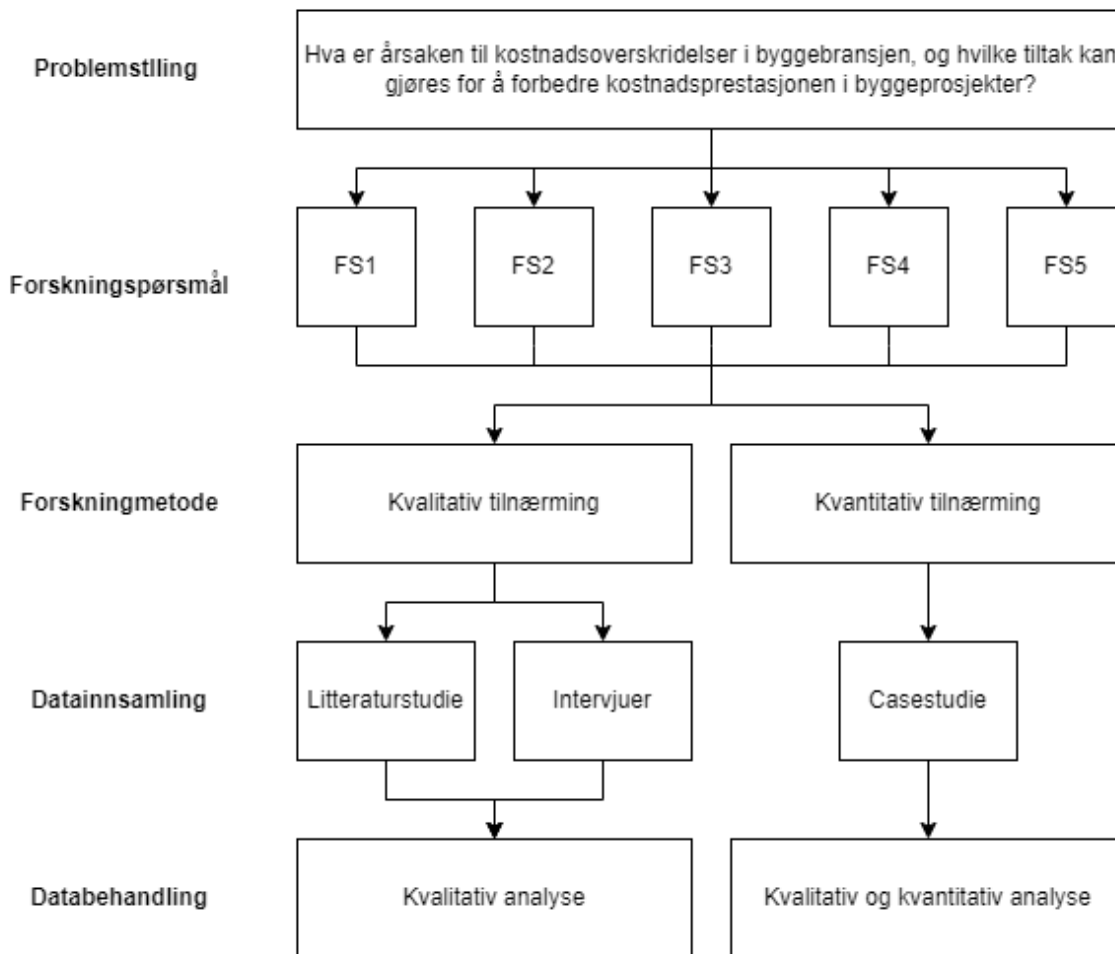
I dette kapitlet gis det en detaljert beskrivelse av fremgangsmåten som er brukt for innhenting og behandling av data brukt i oppgaven. Detaljnivået på beskrivelsen av forskningsmetoden er på et nivå som i teorien skal gjøre resultatene etterprøvbare, gitt at man har tilgang til det samme datagrunnlaget. Kapitlet begynner med en overordnet beskrivelse av forskningsdesignet: Deretter presenteres metoden for innhenting og behandling av data i litteraturstudien, dokumentstudien og intervjuene. En vurdering av forskningsmetodene som er brukt gjøres i kapittel 6.6.

2.1 Forskningsdesign

Forskningsdesignet er ifølge Saunders (2019) den overordnede planen for hvordan man ønsker å gjennomføre forskningen og besvare problemstillingen. Det skal blant annet si noe om forskningsmetodens tilnærming til teoriutvikling, metodisk valg og strategien som er brukt for innsamling av data og behandling av data. Denne oppgaven har en induktiv tilnærming med bruk av en kombinasjon av kvantitative og kvalitative forskningsmetoder for å besvare oppgavens problemstilling. En induktiv tilnærming innebærer at man forsøker å trekke generelle slutninger basert på empiriske studier av et utvalg, noe som er tilfelle i denne oppgaven. Kombinasjon av kvalitative og kvantitative metoder er brukt for å belyse problemstillingen med både objektive og subjektive data, og på den måten få en mer komplett forståelse av tematikken.

Den kvantitative datainnhenting er gjort gjennom en komparativ casestudie, mens den kvalitative datainnsamlingen er gjort ved bruk av litteraturstudie og ekspertintervjuer. Prosessen med å bruke flere ulike metoder for å innhente data blir kalt for metodetriangulering (Noble & Heale, 2019). Ved å benytte metodetriangulering vil man belyse problemstillingen fra ulike innfallsvinkler, noe som kan bidra til å øke kredibiliteten til funnene som gjøres.

Litteraturstudien og intervjumaterialet er bearbeidet og fremstilt på en kvalitativ måte i form av tekst og tabeller. I casestudien er deskriptiv statistikk brukt for å behandle og fremstille de kvantitative resultatene, i tillegg til en kvalitativ vurdering av prosessen rundt kostnadsestimeringen basert på dokumentasjon og ustrukturerte samtaler med prosjektledere. Før oppstart av datainnsamling ble det laget en oppgavebeskrivelse som dannet utgangspunktet for forskningsdesignet som er vist i figur 1. Den opprinnelige oppgavebeskrivelsen er vedlagt oppgaven i vedlegg B.



Figur 1: Grafisk fremstilling av overordnet forskningsdesign.

2.2 Generell teori

Teorikapittelet i denne avhandlingen består av to deler. Den første delen er en generell del som skal gi leseren et teoretisk grunnlag som er nødvendig for å få en bedre forståelse av resten av oppgaven. Den andre delen består av en litteraturstudie hvor hensikten var å innhente spesifikk forskningslitteratur som kan relateres direkte til forskningsspørsmålene.

Utgangspunktet for den generelle teorien var kunnskap som er opparbeidet gjennom studiene på bygg- og miljøteknikk. Teksten baserer seg i hovedsak på publikasjoner fra forskningsprogrammet Concept, pensumlitteratur fra emner jeg selv har hatt på NTNU og bøkene *Praktisk prosjektstyring* av Asbjørn Rolstadås og *Prosjekt i tidligfasen: Valg av konsept* av Knut Samset. Dette ble ansett som troverdige og relevante kilder for denne oppgaven. I tillegg ble det utført enkle Google-søk for å supplere kildene som ble brukt som utgangspunkt.

Som nevnt i forordet bygger denne oppgaven på prosjektoppgaven jeg skrev høsten 2022 om kostnadsestimering i byggebransjen. Kostnadsestimering er et viktig tema også i denne oppgaven, og teori fra prosjektoppgaven som ble ansett som relevant for denne oppgaven ble gjenbrukt i den generelle teoridelen. Delkapitlene som er gjenbrukt fra prosjektoppgaven er 3.1.1, 3.1.3 og 3.2.1-3.2.3.

2.3 Litteraturstudie

For å identifisere relevant forskningslitteratur knyttet til problemstillingen ble det gjennomført en litteraturstudie. Hensikten med litteraturstudien var å avdekke tidligere forskning som kan relateres til forskningsspørsmålene, og dermed kunne sammenligne litteraturen med funnene i casestudien og intervjuene. I dette delkapittelet beskrives valg av søkemotorer for å identifisere relevant akademisk litteratur, metoden som ble brukt i litteratursøket og hvordan utvelgelsen av litteratur ble foretatt

Prosessen knyttet til datainnhenting i litteraturstudien kan deles inn i tre steg. Steg A besto i å planlegge og gjennomføre litteratursøket. I steg B ble snøballmetoden benyttet for å sørge for at viktig og relevant litteratur ble inkludert selv om de ikke var blant de artiklene som ble identifisert i steg 1. Avslutningsvis ble foretatt en seleksjon av relevant litteratur. Den overordnede prosessen i litteraturstudien er vist i tabell 2.

Tabell 2: Steg i litteraturstudien

STEG	BESKRIVELSE	HENSIKT
A	Systematisk litteratursøk	Kartlegge relevant forskningslitteratur som kan bidra til å besvare problemstillingen
B	Snøballmetode på utvalgt litteratur	Finne relevant forskningslitteratur som kan ha falt utenom i steg 1.
C	Evaluering og utvelgelse av litteratur	Filtrere ut artiklene som er best egnet til å besvare problemstilling og forskningsspørsmål

2.3.1 Steg A – Systematisk litteratursøk

Valg av bibliografiske databaser

Det første steget i litteratursøket besto i å velge ut søkemotorer og bibliografiske databaser. Det var ønskelig å velge anerkjente søkemotorer og databaser som favner bredt innenfor fagområdet ingeniørfag. Av store, internasjonale databaser var det *Google Scholar*, *Web of Science* og *Scopus* som ble vurdert. De som ble valgt ut til litteratursøket av disse tre var *Google Scholar* og *Scopus*. Grunnen til at *Google Scholar* ble valgt ut er fordi den gir treff i et bredt spekter av publikasjoner over hele verden. Det er også mulig å se hvilke publikasjoner som gir treff i NTNU sin database *Oria*, som angir om publikasjonen er fagfellevurdert. *Scopus* ble valgt fremfor *Web of Science* fordi den har et større antall publikasjoner og siteringer innen ingeniørfag. I tillegg har *Scopus* nyttig metadata knyttet til antall siteringer på publikasjonene, noe som forenklet prosessen med å evaluere publikasjonene. I tillegg ble databasen til Universitetsbiblioteket ved NTNU, *Oria*, valgt ut. Bakgrunnen for dette valget er at *Oria* tilhører NTNU og dermed har en sterk faglig troverdighet. Som nevnt er det lett å filtrere ut fagfellevurderte publikasjoner i *Oria*, noe som også var en av årsakene til at denne databasen ble valgt. Følgende søkemotorer ble altså brukt i litteratursøket:

- **Google Scholar**
- **Scopus**
- **Oria**

Litteratursøk

Litteratursøket ble gjennomført på en systematisk måte, med klare retningslinjer for gjennomføring av søk og seleksjonskriterier for utvelgelse av litteratur. Første steg i prosessen var å etablere søkefraser med utgangspunkt i oppgavens forskningsspørsmål. Underveis i denne prosessen ble det foretatt testsøk i de ulike databasene for å sikre at søkefrasene var godt formulerte og ga relevante treff.

Etter at søkefrasene var blitt etablert ble søkene gjennomført i de valgte databasene. I alle databasene ble søket sortert etter relevans. I *Google Scholar* og *Oria* ble søket gjennomført i hele dokumentet, mens i *Scopus* ble det kun søkt i tittel, sammendrag og nøkkelord. Dette førte til at man fikk en viss variasjon i treffene til tross for at søkefrasene var de samme. Søkefrasene som er brukt og antall treff i databasene er vist i tabell 3.

Tabell 3: Søkfraser og antall treff i databasene.

Søkefrase	Antall treff		
	Google Scholar	Scopus	Oria
("Cost estimation" or "cost prediction") and (construction or building) and factors and (accuracy or quality)	360 000	1680	13
("Cost overrun" or "cost escalations") and (construction or building) and (causes or factors)	23500	934	1187
(construction or building) and ("front-end loading" or planning or design) and "cost performance"	19700	253	251
(construction or building) and ("change orders" or "variation orders") and cost	18400	3164	95

For hvert søk som ble gjort i *Scopus* og *Oria* ble de første 30 publikasjonene tatt med til vurdering. Søkene i *Google Scholar* ga imidlertid vesentlig flere treff enn søkene i de to andre databasene, og av den grunn ble de 60 første publikasjonene vurdert i søkene som ble gjort i *Google Scholar*. Fremgangsmåten for utvelgelse av litteratur kan beskrives i følgende steg:

1. **Seleksjon basert på publikasjonens tittel:** Tittelen til de 30 første publikasjonene i *Scopus* og *Oria* og de 60 første publikasjonene i *Google Scholar* ble vurdert. Publikasjoner med titler som åpenbart ikke var relevante med tanke på å besvare oppgavens forskningsspørsmål ble ekskludert.
2. **Seleksjon basert på sammendrag og nøkkelord:** Publikasjoner med færre en to nøkkelord som kunne relateres til søkeordene ble ekskludert. De publikasjonene som basert på sammendraget kunne bidra med interessante funn med tanke på å besvare oppgavens forskningsspørsmål ble inkludert.
3. **Backward snowballing på et utvalg inkluderte artikler:** Til slutt ble én artikkel fra hvert søk valgt ut som utgangspunkt for metoden som blir kalt «Backward Snowballing». De publikasjonene som hadde interessante funn med tanke på å besvare oppgavens forskningsspørsmål ble inkludert.

4. **Seleksjon basert på fullstendig tekst:** De publikasjonene som ikke ble silt ut i de foregående stegene ble lest i sin helhet. Publikasjonene ble deretter evaluert og gitt en score etter kriterier basert på TONE-prinsippet. En mer detaljert beskrivelse av vurderingskriterier og endelig utvelgelse følger i delkapittel 2.3.3.

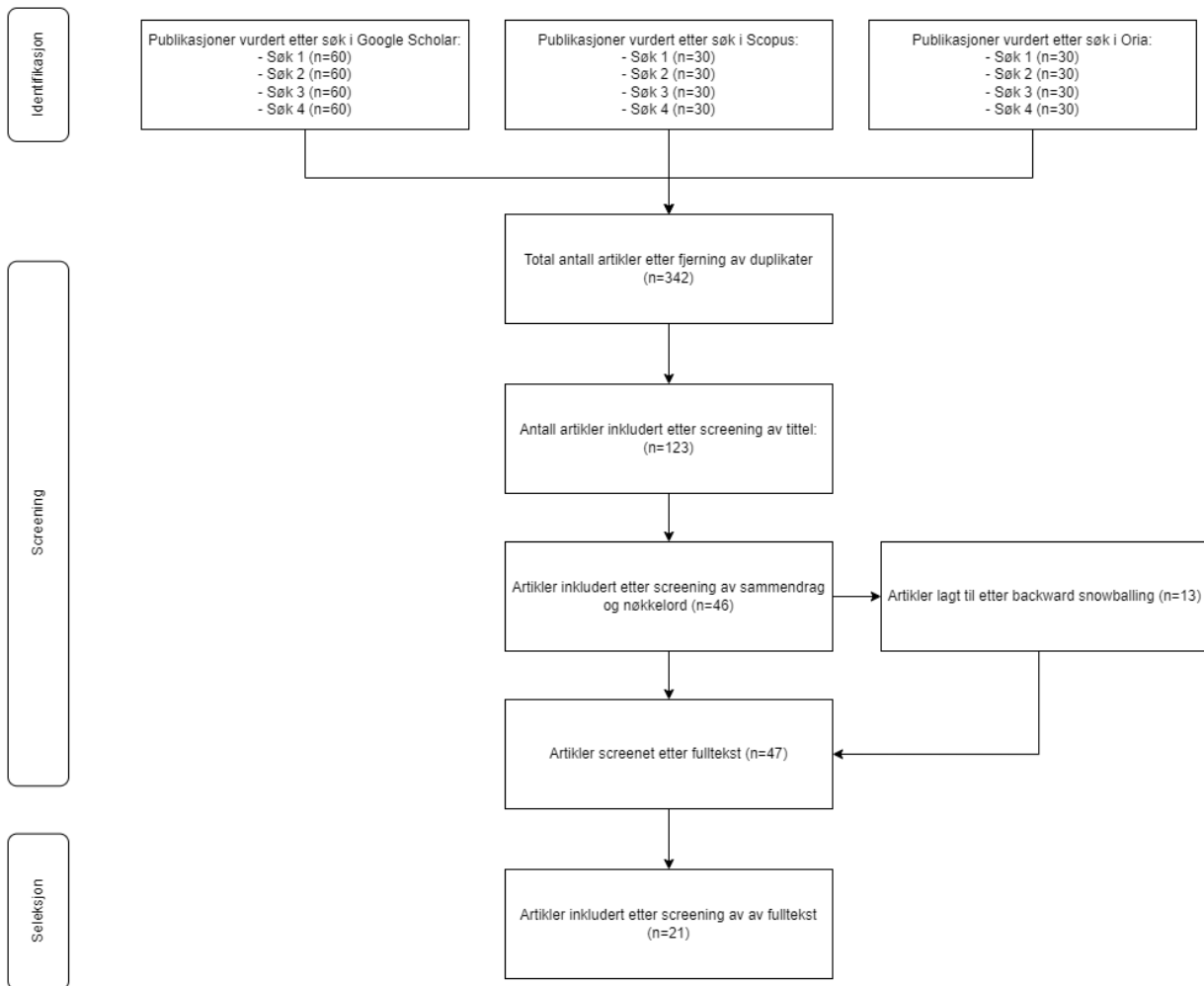
Etter screening av sammendrag og nøkkelord ble 46 artikler tatt med til vurdering i steg C.

2.3.2 Steg B – Backward Snowballing

I steg B av litteraturstudien ble metoden kalt *backward snowballing* brukt til å identifisere litteratur som kan ha falt utenom på grunn av søkestrategien. *Backward snowballing* innebærer at man identifiserer litteratur basert på referanselisten til litteratur i et valgt startsett (Wohlin, 2014). Én artikkel per søkefrase ble valgt ut til startsettet, noe som innebærer at det ble utført *backward snowballing* på totalt fire artikler. Artiklene som ble valgt ut til startsettet var artikler som basert på sammendrag og nøkkelord ble ansett for å være både relevante og troverdige. Totalt ble ytterligere 13 artikler tatt med videre til endelig seleksjon i steg C.

2.3.3 Steg C – Vurdering og seleksjon

Litteraturen som ble identifisert i steg A og B av litteraturstudien ble til slutt vurdert på bakgrunn av kriterier basert på TONE-prinsippet. TONE-prinsippet står for troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet, og ved å vurdere litteraturen på bakgrunn av dette prinsippet sørger man for at kildekritikk er ivaretatt i den endelige seleksjonen. Hver enkelt artikkel som gikk videre til steg C ble lest i sin helhet og vurdert etter hvordan den svarte på kriteriene troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet. Endelig seleksjon ble gjort basert på en totalvurdering av artikkelen, der artikkelens egnethet var det aller viktigste kriteriet for inklusjon. Totalt ble 27 artikler inkludert i litteraturstudien etter at alle stegene var fullført. Prosessen med utvelgelse av litteratur er fremstilt i figur 2.



Figur 2: Flyskjema som illustrerer prosessen med litteratursøk- og seleksjon.

2.4 Casestudie

Som et ledd i å besvare forskningsspørsmålene ble det gjennomført en komparativ casestudie av 10 byggeprosjekter hvor Insemi hadde vært involvert i prosjektadministrasjonen. Hensikten med casestudien var å se på hvordan kostnadsestimatene utviklet seg gjennom prosjektet, hvilke faktorer som kunne påvirke kostnadsutviklingen og hvilken betydning endringer har for kostnadsutviklingen. Datainnhenting i casestudien besto av en dokumentstudie der det ble gjort en systematisk gjennomgang av prosjekthotellet tilknyttet hvert prosjekt for å finne dokumentasjon om prosjektene, kostnadsestimater, endringer og sluttkostnad. Databehandlingen ble gjort med bruk av deskriptiv statistikk, og både beregninger, systematisering og fremstilling av data i diagrammer ble utført i verktøyet Microsoft Excel. En mer detaljert beskrivelse av fremgangsmåten i casestudien følger i de neste delkapitlene.

2.4.1 Prosjektseleksjon

Før selve dokumentstudien ble det i samarbeid med leder av prosjektutviklingsavdelingen i Insemi, leder av byggavdelingen i Insemi og medveileder i Insemi valgt ut et knippe prosjekter som kunne være aktuelle å undersøke i dokumentstudien. Det var et krav at prosjektet skulle være ferdigstilt slik at man hadde en sluttkostnad eller nøyaktig prognose på sluttkostnad som kunne brukes til å evaluere nøyaktigheten til kostnadsestimatene. I tillegg var det ønskelig å ha en viss variasjon i prosjektutvalget når det kommer til prosjekttype, entreprisform og grad av BREEAM-sertifisering. I samråd med Insemi ble 12 prosjekter valgt ut til dokumentstudien. Av disse 12 prosjektene var det kun 10 av prosjektene som ble brukt i studien. Et av prosjektene ble ekskludert fordi det ikke var mulig å finne dokumentasjon på sluttkostnaden. Hos det andre prosjektet som ble ekskludert hadde dokumentene i prosjekthotellet på serveren til Insemi blitt flyttet til byggherrens server, og det var ikke mulig å få tilgang til disse dokumentene. Det endelige prosjektutvalget besto av prosjekter med en god variasjon i prosjekttype, entreprisform og BREEAM-sertifisering. En mer detaljert beskrivelse av prosjektutvalget er gitt i delkapittel 4.1

2.4.2 Dokumentstudie

I dokumentstudien ble det foretatt en systematisk gjennomgang av prosjekthotellet for å finne relevant dokumentasjon som kunne bidra til å besvare oppgavens forskningsspørsmål. Før søket etter relevante dokumenter ble startet opp ble det laget en liste med dokumenter som det skulle letes etter i dokumentsøket. Listen besto av følgende dokumenter:

- Kostnadsestimater på ulike stadier/milepæler i hele byggeprosessen.
- Dokumentasjon fra kostnadsestimeringsprosessen (beskrivelse av prosess).
- Faktisk sluttkostnad.
- Endringslogg med kostnadskonsekvens.
- Kostnadsprognose på ulike stadier av bygging.
- Informasjon om varighet og kostnader i tidligfase.

For å forenkle prosessen med å finne frem til de relevante dokumentene ble det tatt en gjennomgang av strukturen i dokumentmappen til Insemi og hvor jeg skulle lete for å finne de dokumentene jeg søkte etter sammen med medveileder i Insemi. Deretter ble prosjektmappen tilhørende hvert enkelt prosjekt gjennomført. For å få en oversikt over prosjektet og innhente

nødvendig prosjektinformasjon startet dokumentsøket med å se på kontrakter, fremdriftsplaner og tilbudsbeskrivelser. Etter dette ble økonomimappen gjennomført for å finne kostnadsestimater, regnskapsrapporter og sluttkostnad. Neste steg innebar å lette etter dokumentasjon på kostnadsestimeringsprosessen i møtoreferater. Dette viste seg å være vanskelig å finne dokumentasjon på. Endringslogger med oversikt over endringsmeldinger med kostnadskonsekvens ble enten funnet i økonomimappen eller i mappene tilhørende hver enkelt underentreprenør. For å finne informasjon om varighet og kostnader i tidligfase ble det søkt etter informasjon i dokumentene tilhørende skisse- og forprosjektfasen, økonomimappen, i byggherre- eller økonomirapportene eller i sluttevalueringsdokumenter der det var tilgjengelig. Dersom det var dokumenter som ikke ble funnet eller spørsmål knyttet til de identifiserte dokumentene ble det opprettet kontakt med medveileder i Insenti. Medveileder opprettet deretter kontakt med de aktuelle prosjektlederne. Kommunikasjonen med prosjektlederne foregikk enten via e-post eller ustrukturerte samtaler.

2.4.3 Databehandling og -fremstilling

Deskriptiv statistikk

Fremstillingen av kostnadsutviklingen i prosjektene ble gjort ved bruk av deskriptiv statistikk. Deskriptiv statistikk brukes i tilfeller der man ønsker å gi en slags oppsummering av datasettet i utvalget (Walpole et al., 2017). I denne oppgaven ble gjennomsnittet brukt som sentralitetsmål for datasettet, mens standardavvik og ekstremalverdier ble brukt for å beskrive spredningen i datasettet. Deskriptiv statistikk ble brukt for å fremstille data om kostnadsutviklingen, endringer og tidligfasen. På grunn av at prosjektutvalget var forholdsvis lite ble det ikke ansett som hensiktsmessig å gjøre noen statistiske tester av resultatene.

Kostnadsutvikling

Microsoft Excel ble brukt til å behandle data som ble innhentet i dokumentstudien. All relevant informasjon som ble avdekket om prosjektene ble samlet i ett enkelt Excel-dokumentet med ett regneark for hvert prosjekt. Det ble laget en tabell hvor alle kostnadsestimater fra hvert prosjekt ble fylt inn. For å kunne sammenligne kostnadsutviklingen i prosjektene ble det definert fem ulike stadier av prosjektene hvor de aller fleste av prosjektene hadde minimum ett kostnadsestimat eller kostnadsprognose. De fem ulike stadiene som ble brukt i sammenligningen av kostnadsutviklingen i prosjektene var:

- **Skissefasen:** I denne oppgaven ble alle kostnadsestimater før forprosjektfasen tilegnet denne fasen. Denne fasen inkluderer kostnadsestimater utført i mulighetsstudier og konseptutviklingsfasen. Dersom et prosjekt hadde flere identifiserte estimater i skissefasen ble det tidligste identifiserte estimatet benyttet i sammenligningen.
- **Forprosjektfasen:** Alle estimater identifisert i forprosjektfasen utenom vedtatt budsjett ble kategorisert i denne fasen. Ved flere identifiserte kostnadsestimater i denne fasen ble det estimatet som ble utarbeidet nærmest midten av forprosjektfasen benyttet i sammenligningen med de andre prosjektene.
- **Vedtatt budsjett:** De fleste prosjektene hadde ett kostnadsestimat som ble kalt budsjett. Dersom det var flere budsjetter ble det budsjettet som det ble rapportert mot i utførelsen satt som vedtatt budsjett.
- **Utførelsesfasen:** Alle prosjektene hadde løpende rapportering av kostnader og månedsrapporter med en sluttprognose. Sluttprognosen i månedsrapporten nærmest milepælen «tett bygg» ble brukt i sammenligningen med de øvrige prosjektene.
- **Sluttkostnad:** Den faktiske sluttkostnaden ble i de aller fleste prosjektene brukt. I de få prosjektene sluttoppgjøret ikke var gjort ble antatt sluttkostnad fra byggherresiden brukt.

Der det var mulig ble total prosjektkostnad brukt, men i enkelte av prosjektene var ikke total prosjektkostnad angitt i estimater, prognoser og sluttkostnad. I disse prosjektene ble entreprisekostnad brukt i stedet for total prosjektkostnad.

I analysen av kostnadsutviklingen i prosjektene ble prosentvis absolutt estimatavvik for hvert estimat benyttet for å evaluere estimatene. Denne målestørrelsen ble brukt fremfor absolutt estimatavvik fordi den er bedre egnet til å sammenligne resultatene mellom prosjektene. Prosentvis absolutt estimatavvik tar utgangspunkt i sluttkostnaden og gir absoluttverdien av avviket mellom estimatet og sluttkostnaden som en prosentandel av estimatet. Siden det er absoluttverdien av avviket som gis skiller ikke denne funksjonen mellom kostnadsoverkridelser og kostnadsunderskridelser. Prosentvis absolutt estimatavvik blir videre i oppgaven betegnet som relativt estimatavvik, da den angir avviket relativt til det opprinnelige estimatet.

I tillegg til relativt estimatavvik ble hvert enkelt estimats andel av sluttkostnaden i prosjektet beregnet. Dette ble gjort for å kunne gi en god grafisk fremstilling av kostnadsutviklingen. I tillegg skiller denne målestørrelsen, i motsetning til relativt estimatavvik, mellom

kostnadsoverskridelse og kostnadsunderskridelse. Dersom estimatets andel av sluttkostnaden er under 100% har man en kostnadsoverskridelse. Hvis denne størrelsen derimot er større enn 100% er estimatet høyere enn sluttkostnaden, og man har en kostnadsunderskridelse. Tabell 4 viser formlene som er brukt for å beregne relativt estimatavvik og prosentandel av sluttkostnad for estimatene.

Tabell 4: Målestørrelser brukt for å beskrive kostnadsutviklingen i prosjektutvalget.

Målestørrelser for estimeringsfeil	Funksjon
Prosentvis absolutt estimatavvik (relativt estimatavvik)	$\frac{ Kostnad - Estimat }{Estimat} * 100\%$
Estimatets prosentandel av sluttkostnad	$\frac{Estimat}{Kostnad} * 100\%$

Endringer

I analysen av endringer i prosjektet ble endringslogger og endringsmeldinger gjennomgått. Ni av de ti inkluderte prosjektene hadde en overordnet endringslogg som viste alle endringer i prosjektet med kostnadskonsekvens. Total endringskostnad og endringskostnadenes prosentandel av faktisk entreprisekostnad ble beregnet i alle prosjektene. Videre ble det gjort en vurdering av hvor stor andel av de totale endringskostnadene som skyldtes byggherre- og leietakerinitierte endringer. Det ble ikke skilt mellom byggherreinitierte og leietakerinitierte endringer, og begge er inkludert i det som videre i oppgaven betegnes som byggherreinitierte endringer. I to av prosjektene var de byggherreinitierte endringene merket, og da var jobben med å summere endringskostnadene enkel. I disse prosjektene ble andelen byggherreinitierte endringer beregnet på bakgrunn av alle endringer i endringsoversikten.

I de resterende syv prosjektene ble kun de ti største endringene målt i størrelsen på endringskostnaden vurdert. Denne forenklingen ble gjort fordi det ville være for tidkrevende å gå gjennom alle endringene i de syv prosjektene. I gjennomsnitt utgjorde endringene som ble vurdert 69% av de totale endringskostnadene, noe som betyr at man får et ganske godt bilde av de totale endringene ved å kun ta utgangspunkt i de ti største endringene. Endringsmeldingene tilknyttet de ti største endringene ble gjennomgått, og basert på beskrivelsen ble endringen kategorisert som enten byggherreinitiert eller endring som skyldes andre forhold. Prosentandelen byggherreinitierte endringskostnader ble beregnet ved å dele byggherreinitierte endringskostnader på de totale

endringskostnadene av de ti endringene som ble vurdert. En oppsummering av målestørrelsene brukt for å vurdere endringene i prosjektutvalget er vist i tabell 5.

Tabell 5: Formler brukt for å beskrive endringer i prosjektutvalget.

Målestørrelser for endringer	Funksjon
Prosentandel endringskostnader	$\frac{\text{Totale endringskostnader}}{\text{Entrepriisekostnad}} * 100\%$
Andel byggherereinitierte endringer	$\frac{\text{Byggherereinitierte endringskostnader}}{\text{Endringskostnader}} * 100\%$

Prosjektspesifikke variabler

For å vurdere innvirkningen av diverse prosjektspesifikke variabler på kostnadsprestasjonen ble relativt estimatavvik mellom vedtatt budsjett og sluttkostnaden brukt. Årsaken til at akkurat denne målestørrelsen ble brukt var at det ble identifisert et budsjett i alle prosjektene, i tillegg til at budsjettet er utarbeidet på omtrent samme stadie av prosjektet i alle prosjektene. De prosjektspesifikke variablene som ble undersøkt var prosjektstørrelse, prosjekttype, entrepriseform, kontrakttype og BREEAM-sertifisering. Bakgrunnen for valget av akkurat disse variablene var at det ble vurdert at de kunne ha en innvirkning på kostnadsprestasjonen, i tillegg til at det var enkelt å finne informasjon om variablene i prosjektdokumentene.

Ressursbruk i tidligfasen

For å vurdere innvirkningen av tidligfasen på kostnadsprestasjonen ble varigheten og kostnadene forbundet med tidligfasen undersøkt i casestudien. Det eksisterer ulike definisjoner av tidligfasen, men i dette tilfellet ble tidligfasen definert som skisse- og forprosjektsfasen. Dette er fasene som det ble operert med i prosjektene, og det var i en del av prosjektene mulig å finne kostnaden og varigheten tilknyttet disse fasene. Varigheten av tidligfasen relativt til total prosjektvarighet og tidligfasekostnadene relativt til byggekostnaden ble beregnet for å kunne sammenligne prosjektene. Relativt estimatavvik mellom budsjett og sluttkostnad ble brukt som mål på kostnadsprestasjonen. Tabell 6 viser hvordan utregningen av målestørrelsen som er brukt for å vurdere varighet og ressursbruk i tidligfase ble gjort.

Tabell 6: Formler brukt for å beskrive tidligfasens varighet og kostnader.

Målestørrelser for tidligfasen	Funksjon
Relativ tidligfasevarighet	$\frac{\text{Varighet tidligfase}}{\text{Prosjektvarighet}} * 100\%$
Relativ tidligfasekostnad	$\frac{\text{Tidligfasekostnad}}{\text{Byggekostnad}} * 100\%$

2.5 Intervjuer

I tillegg til litteraturstudie og casestudie ble intervjuer av personer med praktisk erfaring om oppgavens tematikk benyttet til å innhente data til oppgaven. Hensikten med intervjuene var å innhente subjektiv informasjon fra erfarne ressurspersoner som jobber i byggebransjen til daglig, og kunne sammenligne denne informasjonen med den objektive informasjonen avdekket i casestudien av prosjektene.

2.5.1 Intervjuobjekter

Før datainnhenting i masteroppgaven ble påbegynt ble det foretatt en vurdering av hvor mange intervjuer som skulle gjennomføres og sammensetningen av intervjuobjekter, også kalt respondenter. I samråd med veileder ble det bestemt at seks intervjuobjekter ville være et tilstrekkelig antall med tanke på omfanget av casestudien og litteraturstudien. Siden oppgaven har et byggherreperspektiv var det ønskelig å intervju personer som til daglig jobbet på byggherresiden i byggeprosjekter. Tre av intervjuobjektene skulle være prosjektledere fra Insenti som hadde vært involvert i ett eller flere av prosjektene som ble undersøkt i casestudien, mens de tre andre skulle være representanter fra eksterne virksomheter. Ønsket var at det skulle være en variasjon i rollen som de tre eksterne intervjuobjektene har i byggeprosessen.

Gjennom en kontakt i Insenti ble det opprettet kontakt og avtalt intervju med en representant fra en rådgiver innen byggøkonomi. Denne respondenten jobber med kostnadsestimering i det daglige, og kan sies å være en ekspert på området. Videre ble det avtalt intervjuer med en respondent fra en stor, offentlig byggherre og en respondent fra en privat eiendomsutvikler og byggherre innenfor boligsegmentet. Dermed var både det offentlige og private perspektivet representert i intervjuene, i tillegg til at rollen som byggherre, byggherrens representant og

konsulent var representert ved ulike respondenter. En oversikt over respondentenes stilling i bedriften og rolle i byggeprosessen er vist i tabell 7.

Tabell 7: Informasjon om respondentene

Respondentens rolle i byggeprosessen	Respondentens stilling
Offentlig byggherre	Leder for prosjekøkonomene
Privat eiendomsutvikler	Økonomisjef
Rådgiver byggøkonomi	Seniorrådgiver i byggøkonomi
Byggherrens prosjektleder	Prosjektleder
Byggherrens prosjektleder	Prosjektleder
Byggherrens prosjektleder	Prosjektleder

2.5.2 Gjennomføring av intervjuer

Før intervjuene ble gjennomført ble det utarbeidet en intervjuguide med relevante spørsmål utarbeidet med den hensikt å besvare oppgavens forskningsspørsmål. Spørsmålene som ble utarbeidet skulle være så åpne som mulig for å unngå at spørsmålene ble ledende og innsnevrende. For at intervjuobjektene skulle få tid til å forberede seg til interjuet ble intervjuguiden oversendt minimum tre dager før gjennomføring av intervju. Intervjuguiden inneholdt en beskrivelse av oppgaven, informasjon om gjennomføring, spørsmålsoppsett og samtykkeerklæring. Intervjuguiden er lagt ved oppgaven i vedlegg A.

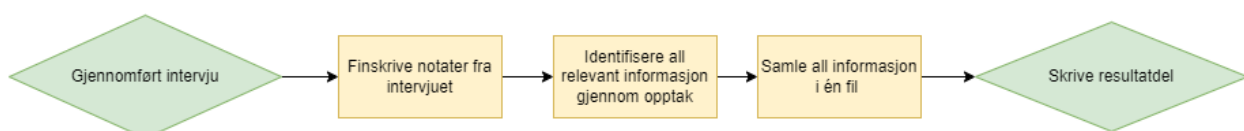
Intervjuene ble gjennomført som semistrukturerte dybdeintervjuer over den digitale plattformen Microsoft Teams. Semistrukturerte intervjuer er et gjennomføringsformat som innebærer at det er åpent for avsporinger og tilleggsspørsmål utover det fastsatte spørsmålsoppsettet i intervjuguiden. Dette ga respondentene mulig til å utdype og belyse sider av saken som ikke direkte svarer på spørsmålene i intervjuguiden. I tillegg fikk intervjueren muligheten til å stille oppfølgingsspørsmål dersom det dukket opp noe interessant i samtalen. Dermed er ikke intervjuet låst på samme måte som et strukturert intervju. For å forenkle datainnhenting fra intervjuene ble det gjort opptak av alle intervjuene. Intervjuene hadde en gjennomsnittlig varighet på rundt 60 minutter, og varierte mellom 40 minutter i det korteste intervjuet og 80 minutter i det lengste

Intervjuguiden var ikke helt lik for alle respondentene. Intervjuguiden til alle intervjuene hadde en generell del som besto av to deler med hvert sitt hovedtema. Det første temaet omhandlet kostnadsutvikling i byggeprosjekter, mens det andre temaet gikk nærmere inn på prosessen rundt utarbeidelsen av kostnadsestimater. Intervjuguiden til prosjektlederne i Insemi hadde i tillegg en spesifikk del som omhandlet kostnadsutvikling og kostnadsestimering i de prosjektene som hadde blitt undersøkt i casestudien som de respektive prosjektlederne hadde vært involvert i. Hensikten med den spesifikke delen var å få et innblikk i hva som hadde skjedd i de aktuelle caseprosjektene og hva som var årsaken til at kostnadsprestasjonen ble som den ble. Denne delen av intervjuet ble ikke presentert som en del av resultatene fra intervjuene, men bidro til å gi innsikt som kunne brukes i diskusjonsdelen.

2.5.3 Bearbeiding av intervjumaterialet

Som nevnt ble det gjort opptak av intervjuene for å forenkle prosessen med å hente ut informasjon fra intervjuene. Det ble tatt notater underveis i intervjuene. I tillegg ble det foretatt en automatisk transkribering av intervjuene i programmet *Microsoft Stream*. Den automatiske transkripsjonen av hvert intervju hadde mellom 6000 og 10000 ord. På grunn av den store mengden tid det ville tatt å finskrive de transkriberte intervjuene og bruke transkriberte intervjuer som utgangspunkt for å hente ut data ble valgt å ikke gjøre dette. I stedet ble det gjort en nøye gjennomgang av opptakene som ble gjort av intervjuene. Det som ble funnet relevant med tanke på å besvare forskningsspørsmålene ble notert ned i egne dokumenter for hvert intervju i *Microsoft Word*.

Etter at notatene var ferdigstilt ble alle notatene samlet i ett dokument strukturert etter spørsmålene i intervjuguiden. Dette dokumentet dannet utgangspunktet for resultatene som presenteres i kapittel 5. Et enkelt flytskjema som illustrerer prosessen med å bearbeide intervjumaterialet er gitt i figur 3.



Figur 3: Flytskjema for prosessen med å bearbeide intervjumaterialet

3 Teori

Hensikten med dette kapittelet er å gi leseren et teoretisk grunnlag for oppgavens tematikk. Siden målgruppen for oppgaven er personer som interesserer seg for eller er involvert i byggebransjen er det antatt at leseren har generelle forkunnskaper om byggeprosessen. Teorien som presenteres her avgrenses til det som vurderes å være relevant for å forstå innholdet som kommer i resultat- og diskusjonsdelen. Kapittelet er tredelt, der den første delen omhandler generelle, teoretiske aspekter knyttet til byggeprosessen som er relevant for oppgavens tematikk. Del to går nærmere inn på generell teori knyttet til oppgavens hovedtema, som er kostnadsestimering og kostnadsutvikling i byggeprosjekter. Den siste delen er mer spesifikk og inneholder teori direkte relatert til forskningsspørsmålene. Teorien i denne delen er innhentet gjennom en semistrukturert litteraturstudie, som beskrevet i metodekapittelet.

3.1 Byggeprosessen

Eikeland (2001) definerer byggeprosessen som «alle prosesser som fører fram til eller er en forutsetning for det planlagte byggverk». I nyere tid har begrepet blitt utvidet til å omfatte hele livsløpet til en bygning, fra behovsavklaring og programmering i tidligfase til drifts- og bruksfase og til slutt avhending av bygget (SINTEF, u.å.). Byggeprosessen strekker seg over tid og består av flere generiske faser der mange av de samme prosessene og leveransene går igjen i alle prosjekter. Gjennom en byggeprosess er mange aktører involvert, med ulike perspektiver og roller i prosessen. De påfølgende delkapitlene beskriver byggeprosessens faser, roller og egenskaper.

3.1.1 Prosjektfaser

For å ha kontroll på nødvendige steg i byggeprosessen, viktige beslutningspunkter og informasjonsleveranser er det vanlig å dele byggeprosessen inn i ulike faser. Det finnes mange ulike fasemodeller, men felles for de fleste er at de grovt sett kan deles inn i følgende faser: Tidligfase, prosjektgjennomføring og bruksfase (Andersen et al., 2016). Eikeland (2001) definerer en faseinndeling bestående av fire faser som han hevder er deskriptiv for det store flertall av byggeprosjekter. Byggeprosessens generiske faser er ifølge Eikeland idéfasen, utviklingsfasen, gjennomføringsfasen og bruksfasen. I idéfasen gjøres de første avklaringene i et prosjekt, og

visjoner, mål og rammer for prosjektet defineres. Utviklingsfasen handler om å utvikle de fysiske løsningene som skal realiseres. I gjennomføringsfasen realiseres løsningene som er utviklet i tidligere faser. I bruksfasen avvikles prosjektet og prosjektresultatet tas i bruk.

En alternativ fasemodell som er utbredt i Norge i dag er fasenormen «Neste Steg». Den er etablert av Bygg21 og er et forsøk på å skape en felles referansemodell for den norske BAE-næringen. I denne fasenormen defineres åtte generiske steg i byggeprosessen:

- Steg 1: Strategisk definisjon
- Steg 2: Program og konseptutvikling
- Steg 3: Bearbeiding av valgt konsept
- Steg 4: Detaljprosjektering
- Steg 5: Produksjon og leveranser
- Steg 6: Overlevering og ibruktakelse
- Steg 7: Bruk og forvaltning
- Steg 8: Avvikling

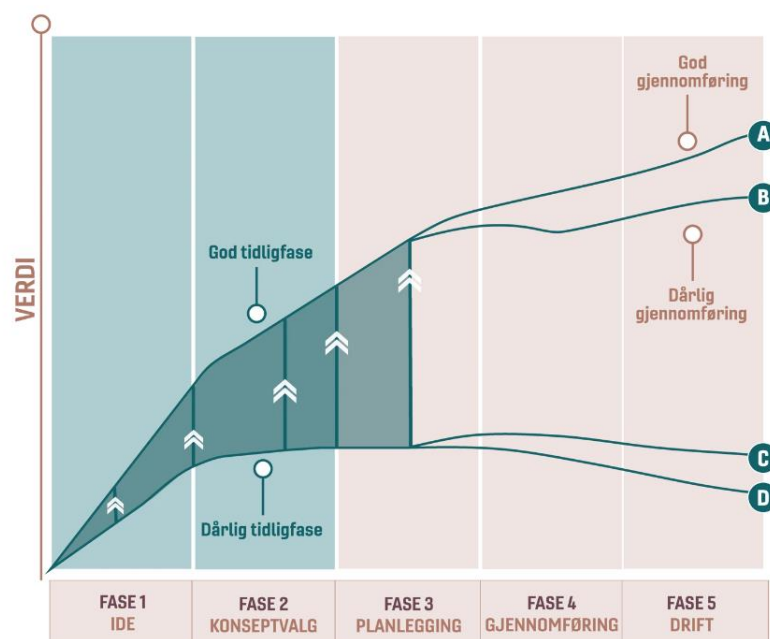
Stegmodellen skal passe alle prosjekter uavhengig av gjennomføringsmodell. Steg benyttes i stedet for fase for å understreke at prosessene ikke er låst etter hverandre. Flere steg kan tas i slengen om ønskelig, og i den rekkefølgen som er hensiktsmessig (Bygg21, 2015).

3.1.2 Tidligfasen i prosjekter

Tidligfasen blir ofte sett på som kritisk med tanke på å sikre prosjektsuksess. Tidligfase er et forholdsvis vagt begrep, og det eksisterer ulike oppfatninger av hva tidligfasebegrepet. I statlige prosjekter er tidligfasen definert som perioden fra et behov oppstår til ferdig forprosjekt og eventuell beslutning om startbevilgning (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2017). Når et behov oppstår kan imidlertid være vanskelig å tidfeste. Samset (2014) definerer tidligfasen som perioden fra idéen først oppstår til endelig beslutning om å gjennomføre prosjektet er tatt. Dette er en litt klarere definisjon, da det er enklere å identifisere når en idé oppstår enn når et behov oppstår. Samset sin definisjon er den som vil bli brukt videre i avhandlingen.

En stor evaluering av 1125 prosjekter utført av Verdensbanken mellom 1991 og 1994 viste at 80% av prosjektene med tilstrekkelig god tidligfase ble vurdert som suksessfulle, mot 25% i de

prosjektene hvor identifikasjon, forberedelse og vurderinger i tidligfasen ikke ble vurdert som tilstrekkelig (World Bank, 1996). Det er flere grunner til at tidligfasen i et prosjekt er såpass viktig. Hovedfokuset i tidligfasen er valg og bearbeiding av konsept, og man legger derfor grunnlaget for fremtidig verdiskaping med å sørge for at riktig prosjekt gjennomføres. I tidligfasen vil prosjektet bare eksistere konseptuelt, noe som medfører at fleksibiliteten til å gjøre endringer er stor med tilsvarende lav kostnadskonsekvens (Samset, 2014). Samset omtaler det som et paradoks at store deler av prosjektfaget omhandler hvordan prosjekter bør styres i gjennomføringsfasen fremfor hvordan man på metodisk og systematisk grunnlag kan komme frem til bedre konsepter i tidligfase. Figur 4 illustrerer tidligfasens betydning for langsiktig verdi sammenlignet med gjennomføringsfasen.



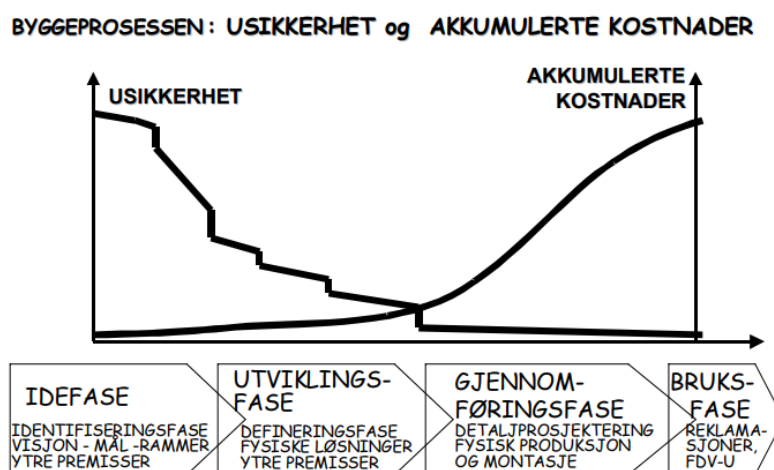
Figur 4: Grunnlaget for langsiktig verdiskaping legges i tidligfasen, og er vanskelig å påvirke i stor grad senere i byggeprosessen (Lilleland-Olsen, 2019).

Tidligfasen kjennetegnes ved at det er få avgjørelser som er låst og generell lav informasjonstilgjengelighet, noe som medfører at usikkerhetsnivået i tidligfasen stor. I usikkerheten ligger det både risiko og muligheter, og ved å gjøre et godt forarbeid i tidligfasen vil man kunne redusere risikoen og utnytte mulighetene som eksisterer. Sluttrapporten fra BONUS I-prosjektet til Norsk Senter for Prosjektledelse konkluderer med at det er for stort fokus på risikoreduksjon og for liten interesse for strategisk utnyttelse av mulighetene som ligger i tidligfasen (Kolltveit et al., 2022).

3.1.3 Usikkerhets- og kostnadsutvikling

En sentral karakteristikk ved byggeprosessens faser er prosjektets usikkerhetsnivå (Eikeland, 2001). I de tidlige fasene er prosjektet umodent, noe som vil si at det er prosjektet er lite definert, få beslutninger er tatt og informasjonsgrunnlaget er begrenset. På dette stadiet av prosjektet er usikkerheten høy, samtidig som man har store påvirkningsmuligheter i prosjektet. Usikkerheten vil reduseres ettersom informasjon innhentes, prosjekteringsunderlag utarbeides, kontrakter skrives og byggverket etter hvert materialiserer seg. Dette medfører en gradvis reduksjon av usikkerheten frem mot overlevering.

Kostnadsutviklingen i et prosjekt vil typisk følge en motsatt kurve av usikkerheten (Eikeland, 2001). I tidligfasen av et prosjekt er det som regel få aktører involvert, og kostnadene som akkumuleres i denne fasen utgjør derfor en liten andel av den totale prosjektkostnaden. Når prosjekteringen igangsettes involveres flere aktører, noe som medfører en økning i påløpte kostnader. Kostnaden knyttet til planlegging, prosjektering og administrasjon av prosjektet utgjør som regel kun 10-15% av den totale prosjektkostnaden. Det er ikke før i utførelsesfasen at brorparten av kostnadene påløper. En konsekvens av dette er at det kan være vanskelig å oppdage kostnadseskalering før i utførelsesfasen, og valg som gjøres i planlegging og prosjektering kan få store konsekvenser for kostnadsutviklingen senere i prosjektet. Figur 5 viser en generell utvikling av usikkerhet og kostnader gjennom en byggeprosess.



Figur 5: Usikkerhet og akkumulerte kostnader gjennom en byggeprosess (Eikeland, 2001).

3.1.4 Perspektiver og roller

I et byggeprosjekt er det mange aktører med ulike interesser som er involvert. I Bygg21s fasenorm «Neste steg» presenteres fire sentrale perspektiver som alle har ulike leveranser i fasene:

Eierperspektivet, brukerperspektivet, det utøvende perspektivet og det offentlige perspektivet.

Eierperspektivet ivaretas av prosjekteier og eventuelle representanter for prosjekteier. Begrepene prosjekteier, byggherre og tiltakshaver brukes ofte om hverandre, men det er ikke nødvendigvis én og samme aktør som innehar alle disse rollene i et prosjekt. Eikeland (2001) mener at

prosjekteierbegrepet peker på funksjonen å eie, mens byggherrebegrepet peker mot funksjonen som oppdragsgiver for prosjektets aktører. Tiltakshaver defineres etter plan- og bygningsloven

som «den person eller foretak som tiltaket utføres på vegne av», og brukes ofte om rollen

byggherren spiller i offentlige prosesser (Reusch, 2023). Som regel er disse funksjonene ivaretatt

av samme aktør, men i enkelte tilfeller kan prosjekteier engasjere en ekstern aktør til å påta seg

rollen som byggherre. Prosjekteierens oppgaver består blant annet av å initiere og finansiere

tiltaket, ta de overordnede, forretningsmessige beslutningene, definere omfanget av leveransen og

organisere prosjektet (Bygg21, 2015; Eikeland, 2001). Videre i denne oppgaven vil begrepet

byggherre bli brukt, da det er rollen som oppdragsgiver for prosjektets aktører som er mest

relevant i denne avhandlingen.

Brukerbegrepet omfatter alle som gjør fysisk bruk av det endelige byggverket og virksomheter og

organisasjoner som bruker bygget i sin virksomhet (Eikeland, 2001). Prosjekteieren er den som i

utgangspunktet har bruksrett, og med mindre eier og bruker er samme aktør må brukeren ha en

formell avtale med prosjekteier om disponering av bygget. Dette kan for eksempel være en

leieavtale, og brukeren som har inngått en leieavtale med prosjekteier blir dermed en leietaker. I

hvilken grad brukere er involvert i byggeprosessen varierer fra prosjekt til prosjekt. Undersøkelser

utført av Hansen og Hovland (2021) viser at brukermedvirkningen i boligprosjekter ofte er liten. I

næringsbygg kan leietaker være på plass allerede før prosjektet startes opp og medvirke i hele

byggeprosessen (Hansen & Hovland, 2021). De aktørene som opptrer på vegne av fremtidige

brukere i byggeprosessen kalles gjerne for brukernes representanter. Tradisjonelt sett er

brukermedvirkningen størst i tidligfasen og avtar utover i prosjektet frem til bygget tas i bruk

(Bygg21, 2015). Årsaken er at man i tidlige stadier av et prosjekt ønsker å avklare behov for å

sikre at riktig prosjekt gjennomføres, og her spiller brukerne en svært sentral rolle.

Det utøvende perspektivet ivaretas av de aktørene som står for produksjonsoppgavene i prosjektet, enten i form av planlegging, prosjektering eller fysisk utførelse (Bygg21, 2015). De utførende er i

hovedsak opptatt av indre effektivitet, altså å oppnå prosjektets resultatmål med hensyn til styringsparameterne tid, kostnad og kvalitet. Sentrale roller i byggeprosessen med dette perspektivet er prosjektadministrasjonen, prosjekterende og utførende entreprenører. Grunnet den store mengden aktører involvert i utførelsen er det spesielt viktig med god informasjonsflyt og samhandling mellom partene for å få til et godt sluttresultat. Utøvende aktører har tradisjonelt et kortsiktig tidsperspektiv som begynner med planlegging av utførelsen etter tidligfasen og avsluttes når prosjektet overleveres. Byggherren må derfor sørge for at det langsiktige perspektivet knyttet til bruksfasen ivaretas i utførelsen.

Offentlige aktører i byggeprosjekter har som mål å ivareta samfunnets felles interesser. Alle byggeprosjekter må i henhold til Plan- og bygningsloven gjennom offentlige planprosesser og godkjenningprosesser. Disse prosessene skal sørge for at hensynet til naboer, øvrige omgivelser og bærekraftig samfunnsutvikling er ivaretatt, samt at bygget tilfredsstillende kravene som er gitt i lovverk og tekniske forskrifter. Offentlige aktører er ikke direkte involvert i prosjektet, men har likevel stor påvirkningskraft gjennom myndigheten til å ta beslutninger som prosjektet er helt avhengig av. Eksempler på offentlige instanser som kan medvirke i byggeprosjekter er kommunen, stortinget og byantikvaren.

3.1.5 Kontrakt

Gjennom hele byggeprosessen er mange ulike aktører involvert i verdiskapingen, og leveransen til de ulike aktørene reguleres ved hjelp av kontrakter. Utgangspunktet for en kontrakt er en transaksjon mellom oppdragsgiver og leverandør. I prosjektet er det behov for et produkt eller en tjeneste, og på bakgrunn av dette utarbeides det en kontrakt mellom oppdragsgiver og leverandør (Karlsen, 2007). En kontrakt mellom to parter regulerer begge partenes leveranser, der den ene parten i de fleste tilfeller tilbyr økonomisk godtgjørelse for varer eller tjenester fra den andre parten.

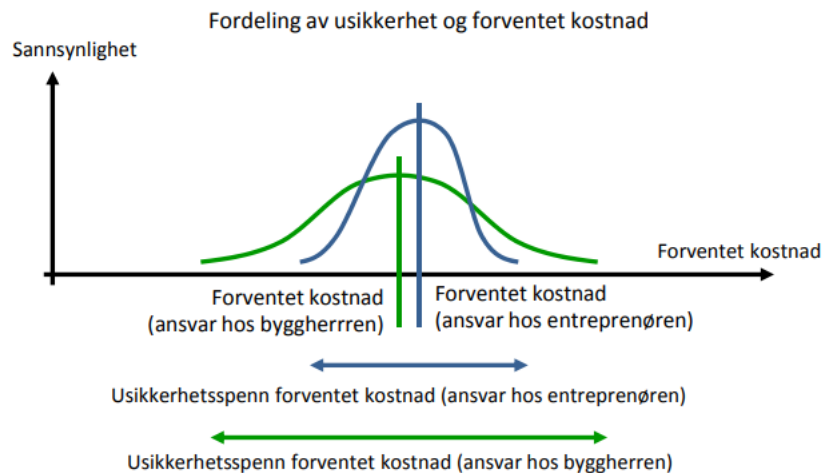
Balanserte kontrakter med hensiktsmessig risikofordeling er viktig for å skape tillit og forutsigbarhet mellom partene (Resell, 2022, s. 24). På bakgrunn av dette har Standard Norge utarbeidet standardkontrakter for ulike entreprisformer som anbefales brukt i bygg- og anleggsprosjekter i Norge. Kontraktsvilkårene i standardkontraktene er et resultat av grundige forhandlinger mellom de ulike aktørene i bransjen, og skal derfor representere balanserte løsninger som ivaretar begge partenes interesser (Bygg21, 2019). Dersom man velger å avvike fra standardkontraktene kan det skape usikkerhet og mistillit mellom partene, og det bør derfor være

nøye gjennomtenkt om man velger å gjøre dette. Standardkontraktene som er tiltenkt å regulere kontraktsforholdet mellom byggherre og entreprenør er *NS8407* for totalentrepriser og *NS8406* og *NS8405* for utførelsesentrepriser.

3.1.6 Kontraktstrategi

Før kontraktinngåelse med leverandører må prosjektorganisasjonen gjøre en rekke vurderinger og valg knyttet til gjennomføringen som har betydning for prosjektets suksessgrad. Disse vurderingene er en del av prosjektets kontraktstrategi, som er en strategi for hvordan et prosjekt skal gjennomføres for å nå sine mål (Finansdepartementet, 2008). Ifølge Lædre (2006) består en komplett kontraktstrategi av virkemidler for utvelgelse, virkemidler for fordeling av ansvar og virkemidler for prosess. Virkemidlene byggherren har for utvelgelse av entreprenør er prekvalifisering, tildelingskriterier og kontraheringsform. Ansvarsfordelingen mellom byggherre og entreprenør bestemmes i stor grad av ytelsesbeskrivelse, entrepriseform og kontraktstype. For å påvirke prosessen kan byggherren ta i bruk kontraktsbestemmelser og insentiver.

Grovt sett kan byggherren velge mellom to ulike tilnærminger som representerer ytterpunktene i valg av kontraktstrategi: Integrasjonsbasert eller separasjonsbasert. En integrasjonsbasert kontraktstrategi innebærer at styringsmuligheter og ansvar for usikkerhet i stor grad overføres til entreprenøren gjennom kontraktsforholdet, og at byggherren dermed betaler entreprenøren for å styre prosjektet (Lædre, u.å.). En separasjonsbasert kontraktstrategi innebærer derimot at byggherren beholder styringsmulighetene og ansvar for usikkerhet ved å selv ta ansvar for prosjektadministrasjonen. Hvilken kontraktstrategi som er mest hensiktsmessig avhenger både av prosjektspesifikke forhold og generelle forhold knyttet til byggherreorganisasjonen, lovverk og marked. Valg av kontraktstrategi kan ha stor innvirkning på kostnader og gjennomføringstid i prosjekter, og er derfor en viktig del av investeringsbeslutningen (Welde & Dahl, 2021). Generelt vil byggherren ved å velge en integrasjonsbasert kontraktstrategi redusere risiko knyttet til prosjektet sluttkostnad. Forventet sluttkostnad vil imidlertid være større enn ved en separasjonsbasert kontraktstrategi på grunn av risikopremien entreprenøren skal ha for å overta ansvaret for usikkerheten, som illustrert i figur 6.



Figur 6: Forventet kostnad og usikkerhetsspenn ved ulike tilnærminger til kontraktstrategi (Lædre, u.å.).

3.1.7 Entrepriseform

Entrepriseformen regulerer hvordan ansvaret for arbeidene struktureres i et prosjekt (Welde et al., 2018). Tradisjonelt sett deles entreprisformene inn i to hovedkategorier:

- Totalentreprise
- Utførelsesentreprise

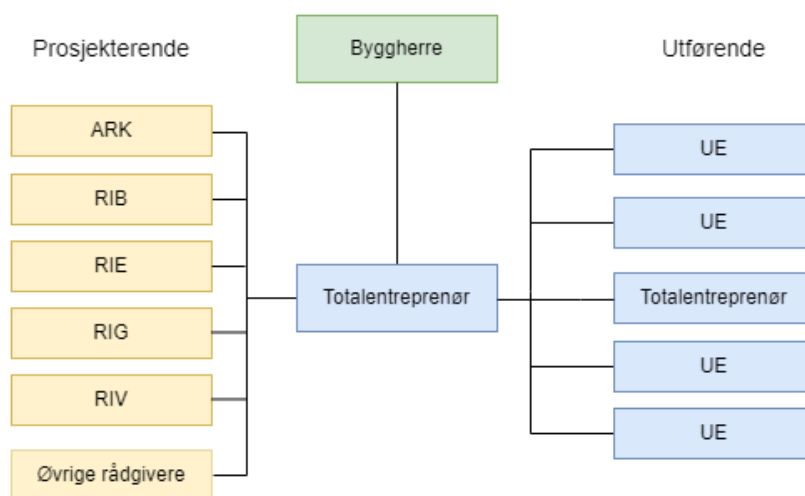
Forskjellen mellom de to hovedformene er i hovedsak hvor ansvaret for prosjekteringen ligger. I en totalentreprise har totalentreprenøren ansvaret for både prosjektering og utførelse av byggearbeidene. I utførelsesentrepriser beholder byggherren ansvaret for prosjekteringsarbeidet gjennom hele prosjektet, mens selve utførelsen av kontraktsarbeidene gjøres av en eller flere entreprenører. Både total- og utførelsesentrepriser kan organiseres på flere ulike måter, og utførelsesentrepriser kategoriseres ofte i tre ulike kategorier basert på hvordan ansvarsfordelingen hos entreprenørene struktureres.

Totalentreprise

I en totalentreprise har byggherren kun én kontraktspart å forholde seg til på leverandørsiden, og byggherren overlater både prosjektering og utførelse til entreprenøren ved kontraktinngåelse (Welde et al., 2018). Dette samsvarer med en integrasjonsbasert kontraktstrategi, hvor byggherren overfører ansvar for usikkerhet og styringsmuligheter til totalentreprenøren. Denne entrepriseformen er egnet dersom byggherren hverken har kapasitet eller erfaring til å koordinere og lede kontraktsarbeidene. Fordelen med å velge totalentreprise er at totalentreprenøren står fritt

til å velge kjente prosjekteringsløsninger som er tilpasset utstyret og kompetansen til totalentreprenøren (Lædre, u.å.). Samtidig kan totalentreprenøren velge prosjekterende og underentreprenører som er vant til å samarbeide med hverandre fra tidligere prosjekter.

Etter at totalentrepriskontrakten er signert og ansvaret for prosjekteringen overlates til totalentreprenøren, reduseres byggherrens påvirkningsmulighet i prosjektet. Byggherren kan fremdeles pålegge entreprenøren endringer gjennom endringsordre, men siden totalentrepriskontrakten er skrevet under og ansvaret for det prosjekterte materialet er overført til entreprenøren vil dette gi større merkostnader for byggherren enn før kontraktinngåelse. Hvis forprosjektet før kontraktinngåelse føres langt vil byggherren beholde fleksibiliteten knyttet til løsninger, samtidig som entreprenøren får mindre spillerom til å påvirke valg av løsninger (Høy & Storhaug, 2010). I motsatt tilfelle vil byggherren kunne utnytte entreprenørens kompetanse i større grad, men redusere sin egen fleksibilitet og påvirkningsmulighet. Når i prosjektet totalentreprenøren skal involveres er derfor noe byggherren må vurdere i tidligfasen av et prosjekt. En enkel prinsippskisse av organisasjonsstrukturen i en totalentreprise er vist i figur 7



Figur 7: Skisse av organisasjonsstruktur ved totalentreprise

En spesiell form for totalentreprise som hovedsakelig brukes i store, statlige utbyggingsprosjekt er det som kalles Offentlig Privat Samarbeid (OPS). OPS innebærer at ansvaret for finansiering, prosjektering, bygging og drift i en avtalt periode settes bort til et privat OPS-selskap. Byggherren godtgjørelse av leverandøren skjer gjennom en avtalt leiepris i et visst antall år etter at prosjekter er ferdigstilt (Direktoratet for forvaltning og økonomistyring, u.å.). En av fordelene med OPS er at leverandøren vil ha et insentiv velge løsninger som er økonomisk fordelaktige over tid fremfor å

velge billigere løsninger som gir økte kostnader i driftsfasen (Karlsen, 2007). OPS er mest utbredt i infrastrukturprosjekter og i store, offentlige prosjekter som skoler og sykehus.

Utførelsesentreprise

En utførelsesentreprise kjennetegnes ved at byggherren koordinerer prosjekteringsarbeidet, mens ansvaret for utførelsen av byggearbeidene settes bort til én eller flere entreprenører.

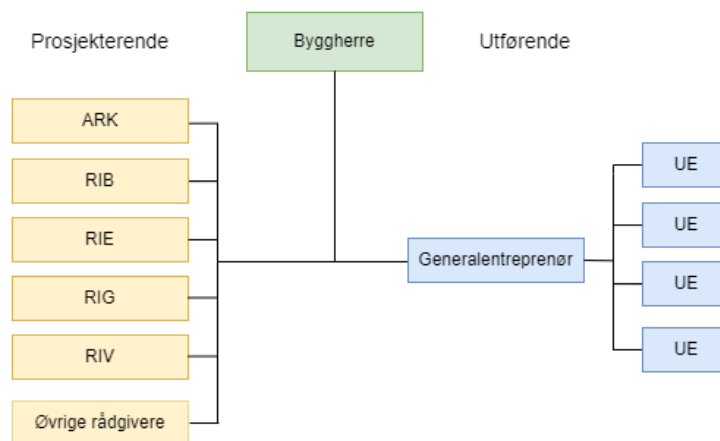
Utførelsesentrepriser kan organiseres på mange ulike måter avhengig av hvordan man ønsker å organisere arbeidet mellom de utførende. Det anbefales å ta utgangspunkt i kontraktstandarden NS8405 i prosjekter med utførelsesentreprise. I hovedsak skiller man mellom tre ulike former for utførelsesentrepriser:

- Generalentreprise
- Hovedentreprise
- Delte entrepriser

Generalentreprise

I en generalentreprise har byggherren kun inngått kontrakt med én entreprenør, som står ansvarlig for hele utførelsen av byggeprosjektet. Byggherren inngår kontrakter med de prosjekterende og styrer prosjekteringsprosessen, mens generalentreprenøren kontraherer alle underentreprenører og står for administrasjon av byggearbeidene. Byggherren får dermed fordelene av å kun ha én kontraktspart å forholde seg til når det gjelder utførelsen, samtidig som muligheten til å påvirke valg av løsninger er større enn ved en ren totalentreprise.

Karlsen (2007) peker på lavt innsatsbehov fra byggherren under selve byggingen og at byggherren har full over arbeidsgrunnlag og kostnader etter fullført prosjektering som fordeler ved valg av generalentreprise. Ulempene som nevnes er lav påvirkningsmulighet for byggherren etter kontraktinngåelse og at modellen i sin «rene» form ikke gir mulighet for parallell prosjektering og bygging. Ifølge Lædre (2006) har generalentreprise mange av de samme fordelene og ulempene som totalentreprise, bare i mindre grad. Figur 8 illustrerer organisasjonsstrukturen i en generalentreprise.

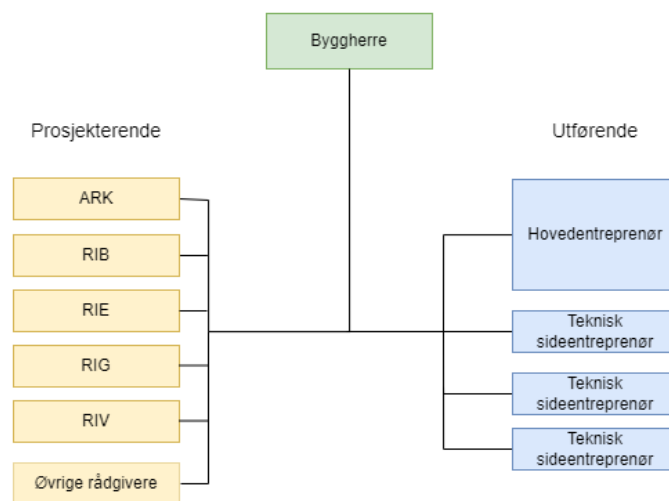


Figur 8: Skisse av organisasjonsstruktur i generalentreprise.

Hovedentreprise

En hovedentreprise innebærer at byggherren inngår kontrakt med prosjekterende, én hovedentreprenør og sideentreprenører (Lædre, u.å.). Som regel er alle de bygningsmessige arbeidene samlet i én kontrakt med det som kalles hovedentreprenøren, mens de tekniske fagene utføres i separate sideentrepriser. Hovedentreprenøren har i mange tilfeller ansvar for koordinering og fremdriftskontroll av de tekniske sideentreprenørene på byggeplassen mot en avtalt godtgjørelse (Direktoratet for byggkvalitet, u.å.).

Hovedentreprise kan være egnet i prosjekter der byggherren ønsker å ha en viss fleksibilitet og påvirkningsmulighet i gjennomføringsfasen, samtidig som kapasiteten eller kompetansen til å ta seg av koordineringen av byggearbeidene er begrenset. Ved hovedentreprise står byggherren fritt til å velge tekniske underentreprenører selv, noe som kan være en fordel dersom de tekniske arbeidene krever spesialkompetanse. I likhet med i en generalentreprise er det begrensede muligheter for parallell prosjektering og bygging, noe som kan føre til lengre byggetid enn ved andre entrepriseformer (Karlsen, 2007). Figur 9 illustrerer organisasjonsstrukturen i en hovedentreprise.

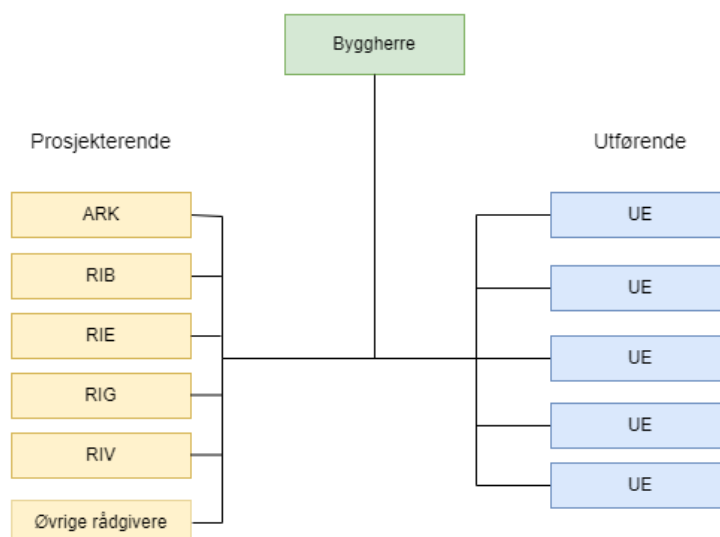


Figur 9: Illustrasjon av organisasjonsstrukturen i en hovedentreprise.

Delte entrepriser

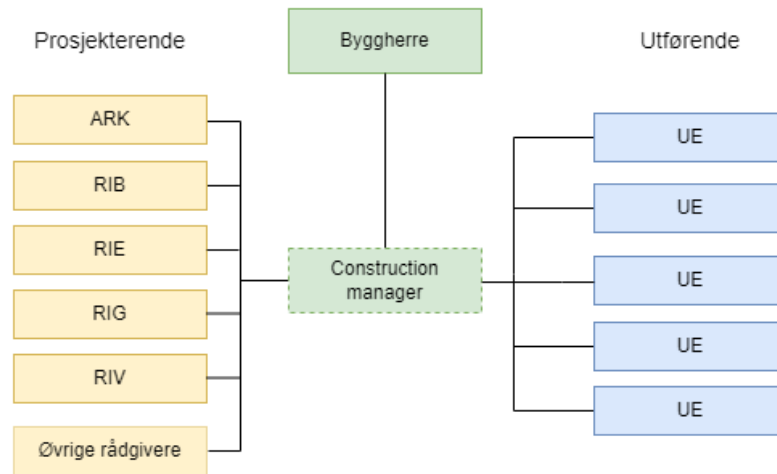
Delte entrepriser er den entrepriseformen som gir størst fleksibilitet for byggherren. Denne entrepriseformen innebærer at byggherren kontraherer både de prosjekterende og entreprenørene i alle fag. Alle arbeider som ikke er omfattet av kontraktene er byggherrens ansvar, og byggherren er ansvarlig for koordinering og fremdriftsoppfølging av de ulike entreprisene. Dette er en entrepriseform som krever stor tilstedeværelse fra byggherrens side i tillegg til kompetanse knyttet til prosjektledelse, prosjekteringsledelse og byggeledelse. Mange ulike kontrakter medfører også mange grensesnitt som må håndteres, og som potensielt kan gi grobunn for konflikter og uforutsette kostnader.

En fordel med delte entrepriser er at byggherren kan utnytte konkurransen i markedet ved å dele opp arbeidet i hensiktsmessige entrepriser med tanke på å få inn de beste tilbudene (Lædre, 2006). Siden byggherren beholder store deler av ansvaret for usikkerheten vil risikopremien i kontraktene være lavere enn i en totalentreprise, noe som i teorien resulterer i lavere tilbudspriser fra entreprenørene. Byggherren kan selv bestemme rekkefølgen på arbeidene, og dette gir gode muligheter for å legge opp til parallell prosjektering og bygging og en raskere byggefase. I og med at kontraktene inngås etter hvert som prosjektet skrider frem har byggherren bedre muligheter til å gjøre endringer enn i en total- eller generalentreprise, der valg av løsninger i prinsippet låses ved kontraktinngåelse før byggestart. Figur 10 illustrerer den overordnede organisasjonsstrukturen ved delte entrepriser.



Figur 10: Prinsippskisse av organisasjonsstruktur med delte entrepriser.

Construction Management (CM) er en variant av delte entrepriser der byggherren inngår avtale med en prosjektlederbedrift om administrasjonen av et prosjekt (Austeng et al., 1998). Den som har påtatt seg ansvaret for prosjektadministrasjonen styrer prosjektet og kontraherer alle de prosjekterende og utførende på vegne av byggherren mot en avtalt godtgjørelse. Byggherren beholder det overordnede ansvaret og tilhørende risiko for prosjektgjennomføringen, men slipper unna mye av ressursbruken knyttet til administrasjon av et prosjekt med delte entrepriser. Construction manageren har ingen risiko for prosjektgjennomføringen utover alminnelig erstatningsansvar for egen uaktsomhet, og modellen har derfor blitt kalt totalentreprise uten økonomisk risiko (Lædre, 2006). Figur 11 viser en prinsipiell organisasjonsstruktur ved bruk av denne modellen. Grønnfargen illustrerer at CM-bedriften er på byggherresiden i prosjektorganisasjonen, og stiplet ytterkant symboliserer at CM-bedriften ikke bærer økonomisk risiko.



Figur 11: Illustrasjon av organisasjonsstrukturen i en CM-modell.

3.1.8 Kontraktstype

Begrepet kontraktstype, også kalt vederlagsform, kompensasjonsformat eller prisformat, handler om hvordan godtgjørelsen for entreprenørens ytelser i prosjektet skal beregnes (Lædre, 2006).

Valg av kontraktstype har stor betydning for fordelingen av økonomisk risiko mellom byggherre og entreprenør, og er i stor grad bestemmende for incentivmekanismene som ligger i kontrakten (Karlsen, 2007). Kontraktstypene kan prinsipielt sett deles inn i hovedkategoriene priskontrakter og kostnadskontrakter basert på hvilket grunnlag vederlaget beregnes.

Priskontrakter

I priskontrakter er entreprenørens vederlag basert på pristilbudet til entreprenøren før kontraktinngåelse. Hvordan den økonomiske risikoen deles mellom byggherre og entreprenør avhenger av hvilken type priskontrakt som brukes. De vanligste variantene av priskontrakter er:

- **Fikssumkontrakt:** I fikssumkontrakter avtales en pris som ikke er regulerbar som følge av mengdeavvik, prisendringer eller forhold som oppstår i utførelsen, og kontraktssummen er i prinsippet låst etter kontraktinngåelse. Dette gir byggherren stor forutsigbarhet knyttet til det endelige vederlaget, men siden entreprenøren bærer den økonomiske risikoen må det forventes en høy risikopremie. Byggherren vil som regel ikke kunne fritta seg alt ansvar for usikkerheten i prosjektet, og vil hvis ikke annet er avtalt for eksempel ha ansvar for feil i prosjekteringsunderlaget før kontraktinngåelse (Lædre, 2006).
- **Fastpriskontrakt:** Denne kontraktstypen innebærer at det tilbys en fast pris på oppdraget basert på enhetspriser og mengder, men at prisen er regulerbar som følge av endringer i

mengde. Prisen justeres ikke etter lønns- og prisstigning (Lædre, 2006). Dette betyr at entreprenøren bærer risikoen for prisendringer, mens byggherren bærer risikoen for mengdeendringer. Byggherren har gjennom endringsordre mulighet til å gjøre endringer i spesifikasjonene, men kostnaden for dette må byggherren dekke (Karlsen, 2007).

- **Sumkontrakt:** En sumkontrakt innebærer at kontraktssummen beregnes på bakgrunn av enhetspriser og løst anslåtte mengder. Sumkontrakt har i likhet med fastpriskontrakt mengder som kan reguleres, men forskjellen er at enhetsprisene justeres etter lønns- og prisstigning.

Kostnadskontrakter

Kostnadskontrakter skiller seg fra priskontrakter ved at det endelige vederlaget beregnes etter de faktiske kostnadene i prosjektet. Ved bruk av kostnadskontrakter er det byggherren som bærer store deler av den økonomiske risikoen knyttet til sluttkostnaden. De kostnadskontraktene som brukes hyppigst er:

- **Enhetspriskontrakt:** Enhetspriskontrakter minner om sumkontrakter, og begrepene brukes ofte om hverandre (Lædre, 2006). I enhetspriskontraktene er det kun enhetspriser som er fastsatt, og det er ikke beregnet en kontraktssum basert på anslåtte mengder. Enhetsprisene kan justeres for lønns- og prisstigning dersom dette avtales mellom partene. Siden mengder ikke er gitt på forhånd gir denne typen kontrakter stor fleksibilitet med tanke på endret arbeidsomfang (Karlsen, 2007)
- **Regningsarbeider:** Regningsarbeider går også under betegnelsen kost pluss, og innebærer at leverandøren får betalt for selvkost i tillegg til en avtalt fortjenestemargin. Ved regningsarbeider vil med andre ord byggherren sitte med all økonomisk risiko med unntak av kostnader knyttet til reklamasjonsarbeider. Denne vederlagsformen egner seg dersom arbeidsomfanget er uklart eller hvis byggherren ønsker fleksibiliteten til å gjøre endringer underveis i prosjektet (Karlsen, 2007).

I praksis vil det også benyttes kombinasjoner av de nevnte kontraktstypene (Karlsen, 2007). For eksempel kan deler av kontraktsarbeidet utføres til fastpris, mens deler med uklart arbeidsomfang kan utføres på regning.

Det finnes mange varianter av de nevnte kontraktstypene, og en av de som brukes hyppig i byggeprosjekter er målpriskontrakt. Hensikten med målpriskontrakter er å stimulere partene til å

yte sitt beste ved å skape felles økonomiske interesser (EBA & Brodtkorb, 2013). Før kontraktinngåelse avtales en målpris for kontraktsarbeidet, samt hvordan en eventuell over- eller underskridelse skal fordeles mellom partene. Dersom sluttkostnaden blir lavere enn målprisen, deles besparelsen mellom partene i henhold til fordelingsnøkkelen som er avtalt. I motsatt tilfelle vil kostnadsoverskridelsen måtte dekkes av begge partene etter avtalt fordeling. Bruk av målpris gir begge parter et felles insentiv for å redusere kostnader, og er derfor ofte brukt i samspillskontrakter (Heimdal et al., 2020).

3.1.9 Samspillmodeller

De siste årene har bruken av såkalte samspillsentrepriser blitt stadig mer utbredt. Begrepet er litt misvisende fordi samspill ikke er en egen entrepriseform, men heller en måte å gjennomføre et prosjekt på som innebærer større integrasjon mellom partene i prosjektorganisasjonen. Til tross for at det har blitt gjort flere forsøk på å definere hva samspill er i litteraturen har det vært vanskelig å enes om én definisjon grunnet begrepets vaghet (Hosseini et al., 2020). Det finnes heller ingen Norsk Standard med kontraktsvilkår som regulerer bruken av samspill. Dette har ført til stor variasjon i innholdet i samspillskontraktene fra prosjekt til prosjekt. Ifølge studien til Bråthen et al. (2020) har et samspillsprosjekt følgende fire kjennetegn:

- Tidlig involvering av entreprenør.
- Felles prosjektutviklingsfase.
- Felles insentiver i gjennomføringsfase.
- Integreert organisasjon.

Involvering av entreprenør i prosjektutviklingsfasen gjør at byggherren får utnyttet entreprenørens byggetekniske kompetanse ved valg av løsninger større grad enn ved en tradisjonell gjennomføring. Dette gjøres ved at byggherre, entreprenør, rådgivere og eventuelt brukere gjennomfører en felles prosjektutviklingsfase hvor det utarbeides et prosjektforslag som prises samt grunnlagsdokumenter for gjennomføringsfasen. Felles insentiver gjennom for eksempel målpris med deling av over- eller underskridelse er et vanlig virkemiddel som skal sørge for at partene jobber sammen for å nå prosjektets målsetninger også i gjennomføringsfasen. En integreert prosjektorganisasjon med transparent økonomi skal sørge for et godt samarbeidsklima, bedre koordinering og informasjonsflyt og lavere konfliktnivå.

3.2 Kostnadsestimering og kostnadsutvikling

Kostnadsestimering og kostnadsstyring er to veldig sentrale aktiviteter innenfor prosjektledelse. Kostnader har direkte innvirkning på lønnsomheten i prosjektet, og nøyaktige kostnadsestimater er sentralt for å kunne ta beslutninger som sikrer økonomisk lønnsomhet. Kostnadsstyring handler om å bruke verktøy til å kontrollere kostnadsutviklingen slik at budsjettet holdes og at prosjektet får den lønnsomheten som er beregnet. Delkapitlene som følger inneholder relevant teori om disse to kjerneaktivitetene.

3.2.1 Generell informasjon om kostnadsestimering

Kostnadsestimering i prosjektsammenheng kan forstås som prosessen med å forutsi de finansielle ressursene som kreves for å fullføre prosjektet innenfor de rammene som er satt (Infrastructure and Projects Authority, 2021). Med andre ord er kostnadsestimering en prognose av de totale kostnadene i et prosjekt som gjøres på usikkert underlag og før kostnadene påløper. Begrepene «kostnadsestimat» og «kalkyle» brukes ofte om hverandre, men tradisjonelt sett a byggherreorganisasjoner brukt «kostnadsestimering» og entreprenører brukt «kalkyle» (NSP, 2013). Dette henger sammen med at kalkylebegrepet ofte har blitt forbundet med større nøyaktighet enn kostnadsestimat, som har blitt vurdert som et skjønsmessig anslag. I denne oppgaven vil kostnadsestimering bli brukt som et overordnet begrep, mens kalkyle vil bli brukt der det er snakk om et mer detaljert estimat.

Kostnadsestimatene spiller en viktig rolle som beslutningsunderlag i tidligfase, som grunnlag for budsjett, som basis for kostnadsoppfølging gjennom prosjektet og som kriterie for evaluering av prosjektene i etterkant. For prosjekteier vil en prognose av kostnadene være viktig for å vurdere om prosjektet er realiserbart og lønnsomt, mens det for entreprenør vil være viktig med en mer detaljert kostnadskalkyle for å sikre at det er en fortjeneste forbundet med gjennomføring av prosjektet (NSP, 2013). Forskjellen mellom prosjekteiers og entreprenørens innfallsvinkel har derfor stor betydning for hvordan kostnadsestimatene gjøres og brukes.

Kostnadsestimater baserer seg på det informasjonsgrunnlaget som er tilgjengelig på tidspunktet estimeringen utføres. Dersom forutsetningene for kostnadsestimatene endres, vil det få konsekvenser for kostnadene som ikke fanges opp av kostnadsestimatene. Endringene kan både skyldes feil i planlegging og prosjektering eller endrede behov hos kunden. God kostnadsstyring underveis i prosessen er avgjørende for å ha kontroll på kostnadene. Dette innebærer at man må

gjøre kostnadsestimater på ulike tidspunkt og i ulike faser av byggeprosessen. I enkelte tilfeller gjøres det bare justeringer i det eksisterende estimatet, mens i andre tilfeller utarbeides det helt nye kostnadsestimater. Før viktige beslutningspunkter som konseptvalg og investeringsbeslutning er det vanligvis forutsatt at det foreligger et oppdatert kostnadsestimat.

3.2.2 Estimatklasser

En følge av den naturlige usikkerhetsutviklingen gjennom byggeprosessens faser er at usikkerheten knyttet til kostnadsestimatene varierer. I tidligfase gjøres kostnadsestimatene på tynt og ufullstendig grunnlag, mens de utover i detaljprosjektering og utførelse baseres på detaljerte tegninger og spesifikasjoner (Rolstadås, 2021a). Prosjektets modenhetsgrad har betydning for hvilke metoder som er mest hensiktsmessige å bruke, samt nøyaktigheten av estimatene.

AACEI (Association for the Advancement of Cost Engineering International), som er en anerkjent ideell organisasjon som jobber med å bedre kompetansen innenfor kostnadsestimering og -styring, har laget et klassifiseringssystem for kostnadsestimering i ulike typer prosjekter.

Klassifiseringssystemet for byggeprosjekter skal fungere som en veiledning for å anvende generelle prinsipper om kostnadsestimering spesifikt til byggeprosjekter, blant annet for å bedre kommunikasjonen mellom interessenter som er involvert i planlegging, evaluering og bruk av kostnadsestimater (AACE International, 2020). AACEI definerer fem estimatklasser basert på modenhetsgraden til prosjektet, og angir typisk bruk, metode og nøyaktighet av kostnadsestimatene i de ulike klassene. En matrise over estimatklassene utarbeidet av AACEI er vist i figur 12.

ESTIMATE CLASS	Primary Characteristic	Secondary Characteristic		
	MATURITY LEVEL OF PROJECT DEFINITION DELIVERABLES Expressed as % of complete definition	END USAGE Typical purpose of estimate	METHODOLOGY Typical estimating method	EXPECTED ACCURACY RANGE Typical variation in low and high ranges at an 80% confidence interval
Class 5	0% to 2%	Functional area, or concept screening	SF or m ² factoring, parametric models, judgment, or analogy	L: -20% to -30% H: +30% to +50%
Class 4	1% to 15%	or Schematic design or concept study	Parametric models, assembly driven models	L: -10% to -20% H: +20% to +30%
Class 3	10% to 40%	Design development, budget authorization, feasibility	Semi-detailed unit costs with assembly level line items	L: -5% to -15% H: +10% to +20%
Class 2	30% to 75%	Control or bid/tender, semi-detailed	Detailed unit cost with forced detailed take-off	L: -5% to -10% H: +5% to +15%
Class 1	65% to 100%	Check estimate or pre bid/tender, change order	Detailed unit cost with detailed take-off	L: -3% to -5% H: +3% to +10%

Figur 12: Estimatklassematrise for byggeprosjekter (AACE International, 2020).

3.2.3 Tilnærminger til kostnadsestimering

Kostnadsestimering og -styring er en kjerneprosess innen prosjektledelse, og det eksisterer mye akademisk litteratur som omhandler dette temaet. Det er utviklet ulike metoder for å estimere kostnadene i et prosjekt, med egenskaper som gjør dem egnet i ulike faser og situasjoner. Grovt sett skilles det i litteraturen mellom kvalitative og kvantitative tilnærminger til kostnadsestimering. Kvalitative metoder baserer seg på erfaring fra den eller de som estimerer kostnadene, mens kvantitative metoder bruker analyse og databehandling av kostnadsinformasjon til å estimere prosjektets kostnader (Tayefeh Hashemi et al., 2020). Innenfor disse hovedkategoriene finnes det en rekke ulike metoder som i større eller mindre grad er i bruk i byggeindustrien i dag.

To prinsipielt ulike tilnærminger til kostnadsestimering er såkalt top-down- og bottom-up-estimering. Top-down-estimering innebærer at man bryter opp prosjektet grovt i ulike kostnadsposter og estimerer kostnadene av hver kostnadspost. Ved å summere kostnadspostene får man et estimat for totalkostnaden. Fordelen med en slik tilnærming er at estimatet ikke krever en høy detaljeringsgrad på prosjektet, i tillegg til at den er forholdsvis rask å gjennomføre. Metoden er ofte egnet i tidligfasen av prosjekter, der underlaget er tynt og få avklaringer er gjort (NSP, 2013). Den er også velegnet ved rammestyring, der man har en økonomisk ramme som ikke skal overskrides og som danner basis for bestemmelse av omfang.

Bottom up-estimering kan på mange måter sies å være det motsatte av top-down-estimering. Her starter man på bunnen av prosjektnedbrytningsstrukturen (heretter PNS) og estimerer kostnadene av alle identifiserte kostnadselementer. PNS er en hierarkisk oversikt over alle arbeidsoppgaver som må gjøres for å nå prosjektets mål (Rolstadås, 2021b). Totalkostnaden finnes ved å summere opp alle kostnadspostene oppover i PNS og eventuelt inkludere et tillegg for uteglemte kostnader. En slik tilnærming vil kunne gi mer nøyaktige estimater enn top-down, men den er vesentlig mer tid- og ressurskrevende. En forutsetning for nøyaktige resultater er imidlertid at prosjekteringen er tilstrekkelig detaljert, slik at grunnlaget som estimatene baserer seg på er pålitelig (Young, 2008).

Tradisjonelt sett har kostnadsestimater blitt fremstilt på deterministisk vis. Det vil si at man sier at angir beløpet på hver kostnadspost med en bestemt kroneverdi, og summerer kostnadene slik at man får ett bestemt beløp for totalkostnaden (Drevland, u.å.). En slik fremstilling antyder at det ikke er noe usikkerhet forbundet med estimatet. I stokastisk kostnadsestimering behandles inngangsverdiene som usikre. Kostnadspostene antas å ha en sannsynlighetsfordeling, og totalkostnaden får dermed en normalfordeling der man kan beregne seg frem til forventet kostnad

og tilhørende persentiler. En slik fremstilling gir et mer riktig bilde av kostnader og tilhørende usikkerhet, men stiller større krav til oppbygning av kalkyle, gjennomføring av prosessen og kompetanse.

3.2.4 Metoder for kostnadsestimering

Det eksisterer mange metoder for kostnadsestimering som i ulik grad er i bruk i byggeprosjekter i dag. Metodene kan prinsipielt klassifiseres i følgende fem kategorier ut ifra fundamentale fellestrekk ved metodene: Intuitive metoder, analoge metoder, parametriske metoder, analytiske metoder og syntetiske metoder (Tayefeh Hashemi et al., 2020; Torp et al., upublisert; Yang et al., 2022). Innenfor hver av kategoriene eksisterer det en rekke metoder som baserer seg på samme prinsipp for beregning av kostnadsestimater. Resten av delkapittelet er beskriver fundamentale prinsipper for hver kategori av kostnadsestimater, samt nevner eksempler på noen av de viktigste metodene i hver kategori.

Intuitive metoder

Denne metodikken baserer seg i stor grad på menneskelige vurderinger av fagfolk med erfaring og ekspertise (Yang et al., 2022). Det er lite bruk og behandling av objektive data involvert, noe som gjør at metoden egner seg best til grove overslag tidlig i prosjektet der omfanget er uklart og informasjonstilgjengeligheten er begrenset. *Ekspertvurderinger* er den formen for intuitive metoder som er mest omtalt i litteraturen. Metoden innebærer at en ekspert eller gruppe av eksperter gjør en kostnadsvurdering basert på et spesifikt sett med kriterier og ekspertise som de har opparbeidet seg på et fagfelt, produktområde, industri eller annen nisje (Torp et al., upublisert). Ved å bruke ekspertvurderinger kan man få relativt raske estimater på et begrenset informasjonsgrunnlag, men estimater utarbeidet av én ekspert vil kunne gi unyanserte estimater. Gruppeteknikker, hvor en gruppe eksperter ved hjelp av en fasilitator ledes gjennom en prosess med definerte regler og teknikker, vil kunne gi mer balanserte og nøyaktige estimater.

Analoge metoder

Denne typen estimeringsmetoder bruker historiske data fra tilsvarende prosjekter som utgangspunkt for kostnadsestimatene i et eksisterende prosjekt (Yang et al., 2022). Nøyaktigheten til slike metoder avhenger av likheten mellom prosjektet som estimeres og prosjektet som brukes som referanse. For å tilpasse estimatet til det aktuelle prosjektet gjøres det en vurdering av sentrale kostnadsdrivere og forskjellene mellom prosjektene her, før estimatet justeres i henhold til forskjellene (Jernbanedirektoratet, 2019). En vanlig kostnadsdriver som brukes i analog estimering

i byggeprosjekter er areal. I likhet med intuitive metoder er analoge metoder hovedsakelig egnet i tidlige stadier av prosjektutviklingen, og når de tilgjengelige referanseprosjektene er like det aktuelle prosjektet.

Parametriske metoder

Denne kategorien av metoder tar sikte på å utarbeide kostnadsestimater basert på en statistisk sammenheng mellom ulike kostnadsdrivere og kostnader i gjennomførte prosjekter (Tayefeh Hashemi et al., 2020). Kostnadsdrivere som kan være aktuelle i denne sammenhengen er areal, antall hotellrom eller antall kontorplasser. Som regel brukes en top-down-tilnærming der man i tidlige stadier vurderer kostnaden av prosjektet som helhet, før man etter hvert som prosjektet materialiserer seg bryter ned prosjektet i hensiktsmessige deler og vurderer kostnadene til alle delene i prosjektnedbrytningen (Torp et al., upublisert). *Regresjonsanalyse* er den mest utbredte formen for parameterestimering. Her brukes historiske data til å etablere en statistisk sammenheng mellom en eller flere kostnadsdrivere og sluttkostnad. Parametriske metoder er best egnet tidlig i prosjektutviklingen, før prosjekteringsunderlaget er fullstendig nok til å kunne utføre mer detaljerte kalkyler.

Analytiske metoder

Analytiske metoder gir generelt et mer nøyaktig kostnadsestimat enn de metodene som er nevnt tidligere, men er desto mer ressurskrevende å utarbeide. Metodikken bruker en bottom-up-tilnærming, noe som innebærer at prosjektet brytes ned i arbeidsaktiviteter på et forholdsvis detaljert nivå. Totalkostnaden finnes ved å summere opp kostnadene for alle aktiviteten i nedbrytningsstrukturen. I litteraturen skilles det mellom *ressursbasert estimering* og *enhetskostmetoden*. Førstnevnte metode innebærer å fastsette enhetsrater for hver ressurs i aktiviteten og estimere ressursbruken for å komme frem til en kostnad for aktiviteten (Finansdepartementet, 2008). Enhetskostmetoden innebærer at kostnaden til alle aktivitetene på det laveste nivået i prosjektnedbrytningsstrukturen estimeres ved å multiplisere kalkulert arbeidsmengde med enhetskostnaden for arbeidet (Barakchi et al., 2017). BIM-modeller kan i mange tilfeller inneholde detaljert informasjon om mengder, og ved å benytte dette verktøyet til mengdeuttak kaller man det for *BIM-basert estimering*. Analytisk estimering er tidkrevende og forutsetter et veldefinert prosjekteringsunderlag, men gir til gjengjeld relativt nøyaktige estimater (Hu & Skibniewski, 2021). Av den grunn brukes analytiske metoder ofte i senere stadier av prosjektet, for eksempel til estimering eller kontroll av anbud og endringsordre.

Syntetiske metoder

De senere årene har utviklingen av datateknologi gjort det mulig å benytte kunstig intelligens og maskinlæring til å utarbeide kostnadsestimater. Torp et al. (upublisert) har lansert begrepet syntetiske metoder for kostnadsestimater er utarbeidet ved bruk av datateknologi med minimal eller ingen menneskelig innflytelse. *Kunstige nevralt nettverk, case-based reasoning og støttevektormaskiner* er eksempler på syntetiske metoder som er nevnt hyppig i litteraturen i forbindelse med estimering av byggeprosjekter. Tayefeh et al. (2020) identifiserer styrkene til maskinlæringsteknikker på følgende vis: Evnen til å håndtere usikkerhet i metodene, evnen til å utarbeide gode estimater tross ufullstendig datagrunnlag og evnen til å trekke slutning til nye prosjekter basert på erfaringer fra tidligere prosjekter. Evnen til å produsere gode kostnadsestimater på begrenset datagrunnlag gjør at maskinlæringsteknikker er spesielt godt egnet for konseptuelle kostnadsestimater (estimatklasse 5). Enkelte av de syntetiske metodene krever imidlertid store datasett for å være i stand til å trene opp en algoritme som gir nøyaktige estimater (Elmousalami, 2021).

Sammensatte metoder

Det finnes mange flere metoder innenfor hver av kategoriene enn de som er nevnt her, men dette er de metodene som er hyppigst nevnt i litteraturen som omhandler byggeprosjekter. Det finnes også en del sammensatte metoder som kombinerer flere av de nevnte fundamentale metodene, deriblant metoden som i litteraturen kalles *kostnadsestimering under usikkerhet* eller *trinnvis kalkulasjon*. Dette er en stokastisk metode hvor det beregnes en sannsynlighetsfordeling av sluttkostnaden på bakgrunn av vurdert usikkerhet. Prosessen innebærer at det etableres en grunnkalkyle, ofte i form av tripplestimater (nedre verdi, mest sannsynlige verdi og øvre verdi) utarbeidet av en gruppe med eksperter (Drevland, u.å.). I tillegg gjøres det en separat vurdering av usikkerhetsfaktorer, der usikkerhetsfaktorene på lik linje som kostnadspostene tallfestes ved tripplestimering. Til slutt beregnes en sannsynlighetsfordelt sluttkostnad ved bruk av trinnvis kalkulasjon eller Monte Carlo-simulering. I Finansdepartementets KS-ordning er usikkerhetsanalyser i tilknytning til kostnadsestimater et sentralt element, og denne metoden er derfor utbredt i statlige investeringsprosjekter (Finansdepartementet, 2008).

3.2.6 Kostnadsstyring

De viktigste styringsvariablene i gjennomføringen av et prosjekt er tid, kostnad og arbeidsomfang (Rolstadås, 2011). Prosjektets funksjonelle krav og kvalitet er begrenset av disse styringsvariablene, og ved å justere en av disse faktorene kan man sørge for at prosjektet holder seg innenfor de fastsatte rammebetingelsene. Hvis man for eksempel ser at man ligger etter i fremdriften kan man forsere fremdriften ved å sette inn ekstra ressurser i utførelsen, men dette vil naturligvis medføre økte kostnader. Man kan også velge å øke kvaliteten i utførelsen for å oppnå økte inntekter og økt lønnsomhet, men dette vil gå utover én eller flere av de andre styringsvariablene. Hensikten med kostnadsstyring er å sørge for at prosjektet holder seg innenfor de rammebetingelsene som er satt, og kostnadsstyring bør derfor alltid ses i sammenheng med de andre styringsvariablene og prosjektets målsetninger.

Kostnadsstyring handler om å holde oversikt over kostnadsutviklingen i prosjektet og gjøre korrigerende tiltak for at kostnadene skal holde seg innenfor de rammebetingelsene som er satt. Begrepet omfatter alle aktiviteter som inngår i planlegging, strukturering og kontroll av kostnadene som er identifisert i prosjektbudsjettet (NSP, 2013). De to hovedfunksjonene med kostnadsstyring er å holde kontroll på alle kostnadene som er påløpt på et gitt tidspunkt og å lage en prognose for sluttkostnaden i prosjektet. Det er med andre ord ikke nok å bare holde kontroll på historiske kostnadstall i regnskapet. Man må også vurdere fremtidig utvikling for å kunne gjøre hensiktsmessige korrigerende tiltak. En rapport utarbeidet av forskningsprogrammet PS2000 (1997) kom frem til følgende fire bærebjelker for å sikre kvalitet i kostnadsstyringen : God planlegging, god oppfølging, god kontroll og korrigering ved avvik.

Kostnadsestimater brukes som prosjektoppfølgingsreferanse for kostnadsstyringen underveis, og det endelige referanseestimatet som det styres mot i gjennomføringen er budsjettet. Vedtatt budsjett fastsettes som regel ved investeringsbeslutning, og i studier av kostnadskontroll er det som regel avviket mellom vedtatt budsjett og sluttkostnad man ser på. Prosjekter strekker seg imidlertid over tid, noe som gjør at forutsetningene som lå til grunn for budsjettet kan endre seg (NSP, 2013). Dette kan for eksempel være prisjusteringer, omfangsendringer eller endre betingelser. Ved vesentlige endringer i forutsetningene er det vanlig at det utføres budsjettrevisjoner.

3.2.7 Endringshåndtering

Håndtering av endringer er en vesentlig del av kostnadsstyringen i prosjekter. Med endringer i byggeprosjekter menes avvik fra det omfanget eller tidsplanen som er avtalt i kontrakten (Keane et al., 2010). Ifølge Lædre (2006) skiller bygg- og anleggskontrakter skiller seg fra andre kontrakter ved at som regel tilkommer endringer fra kontraktsgrunnlaget. Dette kan enten være endringer som er beordret av byggherren, endringer i forutsetningene som forelå ved kontraktinngåelsen eller avvik eller mangler i beskrivelsen. Det er nødvendig med tilstrekkelig fleksibilitet i prosjektet til å gjøre endringer som sikrer at prosjektets strategiske målsetninger oppnås. Endringene kan imidlertid føre til en betydelig kostnadsøkning og økt byggetid i forhold til det som ble avtalt i kontrakten (Qi Hao et al., 2008). Håndtering av endringer fra opprinnelig kontrakt er derfor en sentral del av kostnadsstyringen i prosjekter.

Dersom en kontraktssum er avtalt vil alle kostnader som byggherren har ansvar for utover avtalt kontraktssum håndteres som endringer og gir tillegg til den avtalte kontraktssummen. Hvilke endringer som skal gi tillegg til kontraktssummen avhenger hvilken kontraktstrategi som er valgt, og hvordan risikofordelingen mellom byggherre og entreprenør er. Endringer som er beordret av byggherren kalles gjerne for byggherreinitierte endringer, og kostnaden for slike endringer er alltid byggherrens ansvar med mindre endringen skyldtes en beskrevet leveranse som ikke er priset. Ansvar for endringer som skyldes endrede forutsetninger eller feil/mangler i beskrivelsen kan ligge enten hos byggherre og entreprenør avhengig av hvordan kontrakten er utformet, og dette er en vanlig årsak til konflikter mellom partene (Welde et al., 2018).

Byggherreinitierte endringer gjøres med formål om å bedre prosjektresultatet og på den måten oppnå økt verdiskaping. Endringene vil imidlertid medføre økte kostnader, og hvorvidt en endring bør iverksettes må derfor vurderes i et nytte-kostnadsperspektiv. En studie gjennomført av Welde et al. (2014) viser at risiko gjerne undervurderes og nytte ofte overvurderes i kostnadsestimering i tidligfase av prosjekter, og dette kan også være tilfelle når det kommer til endringer. Store endringskostnader i et prosjekt kan ifølge Welde et al. (2018) tyde på mangelfull prosjektstyring. Dette kan gi redusert kostnadseffektivitet som følge av følgende forhold:

- Ineffektiv produksjon knyttet til gjennomføring av kontraktsarbeidene og omfangsstyring. Endringene kan gi uforutsette ringvirkninger i form av forsinkelser, forstyrrelser og

plunder og heft for resten av kontraksarbeidene. Endringer og tillegg til arbeidsomfanget som kommer sent i produksjonen kan redusere effektivitetene i gjennomføringen.

- Opportunistisk prising av endringer. Ved endringsarbeider har entreprenøren ingen konkurrenter å forholde seg til, noe som gjør at prisene kan settes uforholdsmessig høyt.
- Konflikter og tvister mellom partene. Dette kan være ressurskrevende å løse opp i, og vil kunne påvirke produksjonen negativt.

3.3 Litteraturstudie

3.3.1 Faktorer som påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene

For å kunne forbedre kvaliteten på kostnadsestimering av byggeprosjekter er det nødvendig å forstå mekanismene som fører til at kostnadsestimatene avviker fra faktisk kostnad. En stor del av forskningslitteraturen som omhandler kostnader i byggeprosjektet er derfor rettet mot å identifisere faktorene som fører til at prosjekter blir dyrere enn planlagt. Sayed et al. (2020) peker på manglende konsensus om hvilke faktorer som påvirker nøyaktigheten til kostnadene i størst grad som et stort problem. Dette er en medvirkende årsak til at man ikke har klart å lage en eksakt modell som kan produsere nøyaktige kostnadsestimater i byggeprosjekter. Formålet med studien til Sayed et al. (2020) var å skape en modell som kunne predikere kostnader nøyaktig, og for å få til det ble det gjort en vurdering av de viktigste påvirkende faktorene.

Basert på tidligere forskning ble 29 påvirkende faktorer identifisert, og det ble gjennomført en spørreundersøkelse blant rådgivende ingeniører og entreprenører med den hensikt å rangere faktorene (Sayed et al., 2020). 77,4% av deltakerne i spørreundersøkelsen besto av ingeniører med entreprenørbakgrunn, mens 22,6% av de spurte var rådgivende ingeniører. Pareto-prinsippet ble brukt for å komme frem til de ni viktigste faktorene, som er de faktorene som står for 80% av unøyaktigheten i estimatene. Faktorene som ble identifisert som de mest sentrale for kostnadsestimatenes nøyaktighet er gjengitt i tabell 8.

Tabell 8: Mest sentrale faktorer identifisert av Sayed (2020).

Rangering	Faktor
1	Markedsforhold
2	Erfaring hos kalkulatørene
3	Forhold på byggeplass
4	Krav til arbeid og utstyr
5	Transportproblemer
6	Periodiske betalinger
7	Tilgjengelighet av produktivitetsstandarder
8	Tilgjengelighet av strøm og vann
9	Tilgjengelighet av styrings- og finansdokumenter

Oberlender og Trost (2001) har forsøkt å utvikle en metode som skulle kunne forutsi nøyaktigheten til kostnadsestimater i tidligfase basert på en estimatscore. 45 elementer som kunne påvirke nøyaktigheten til kostnadsestimatene ble først identifisert, og for å redusere multikollinearitet mellom elementene ble de fordelt på 11 faktorgrupper ved hjelp av faktoranalyse. Vekten av hvert element ble bestemt ved lineær regresjon mellom prosentvis kostnadsoverskridelse i 67 utvalgte prosjekter og de 11 faktorene. Resultatet av analysen viste at det var fem faktorgrupper som utgjorde 76% av estimatscoren:

1. Prosessplanlegging
2. Kostnadsinformasjon og prosjektledelsens erfaring
3. Tilgjengelig tid til estimering
4. Forhold på byggeplass
5. Bud- og arbeidsklima

En lignende metode for å vurdere påliteligheten og kvaliteten til konseptuelle kostnadsestimater er blitt utviklet av An et al. (2011). Som et ledd i utvikling av metoden ble 25 påvirkende faktorer identifisert og videre raffinert til 20 faktorer ved bruk av Delphi-analyse med eksperter på kostnader i byggeprosjekter. Ekspertvurderinger og analytisk hierarkisk prosess ble brukt til å bestemme de påvirkende faktorenes relative vektning. Resultatet av analysen at de ti faktorene som hadde størst betydning for nøyaktigheten stod for 70% av påvirkningen på konseptuelle kostnadsestimater. De fem viktigste faktorene identifisert i denne studien er vist i tabell 9.

Tabell 9: Rangering av faktorer som påvirker kvaliteten til kostnadsestimatene, hentet fra An et al. (2011)

Rangering	Faktor	Relativ vektning
1	Tid til estimering	0,098
2	Nivå av planlegging	0,092
3	Nivå av kvalitetsdefinering	0,083
4	Tilgjengelig informasjon om grunnforhold	0,075
5	Nivå av tilgjengelig data	0,074

Hvilke faktorer som påvirker kvaliteten til estimatene i størst grad kan imidlertid variere gjennom de ulike fasene av et prosjekt. Dandan et al. (2020) har undersøkt påvirkende faktorer for kostnadsestimatenes nøyaktighet gjennom prosjekteringen, og kommet frem til hvilke faktorer som er mest kritiske på fem ulike stadier av prosjekteringen i byggeprosjekter i Jordan. Først ble aktuelle påvirkende faktorer identifisert gjennom litteraturstudie og ustrukturerte samtaler med eksperter, og datainnsamlingen ble gjort gjennom spørreundersøkelser av prosjektledere, arkitekter og kalkulatører med bakgrunn i byggebransjen. Deretter ble det gjort en regresjonsanalyse for å vurdere sammenhengen mellom faktorene og kostnadsestimatenes nøyaktighet i ulike faser. De fem viktigste faktorene identifisert på hvert stadie av prosjekteringen er vist i tabell 10.

Tabell 10: Faktorer som påvirker kostnadsestimatenes nøyaktighet i ulike faser av prosjekteringen, basert på funn fra Dandan et al. (2020).

Nr	Prosjekteringsfase 1	Prosjekteringsfase 2	Prosjekteringsfase 3	Prosjekteringsfase 4	Prosjekteringsfase 5
1	Prosjektbeskrivelse	Bruk av sjekklister for å sikre at alle viktige kostnadselementer inkluderes i kostnadsestimatene	Endringer i krav og fremdriftsplan	Kommunikasjon mellom prosjekteier og prosjekterende	Endringer i krav og fremdriftsplan
2	Arbeidsmengde for konsulenter under kostnadsestimering og tid avsatt til estimering	Prosjektbeskrivelse	Prosjektbeskrivelse	Byggherrens holdninger til endringer	Prosjektledelsens erfaring
3	Prosjektstørrelse og kompleksitet	Estimeringsmetode	Prosjektledelsens erfaring	Endringer i krav og fremdriftsplan	Byggherrens budsjettbegrensning
4	Estimeringsmetode	Prosjekttype	Byggherrens erfaringsnivå	Byggherrens budsjettbegrensning	Valuta- og prisendringer
5	Valuta- og prisendringer	Byggherrens budsjettbegrensning	Informasjonsflyt og kvalitet på informasjon mellom konsulenter og kalkulatører	Valuta- og prisendringer	Type byggherre

3.3.2 Årsaker til kostnadsoverskridelser

Det er mange studier som har tatt for seg kostnadsoverskridelser i prosjekter og prøvd å identifisere årsakene til at prosjektene blir dyrere enn planlagt. En av de mest siterte studiene som omhandler dette temaet er Flyvbjerg et al. (2003), som inkluderer 258 transportinfrastrukturprosjekter i 20 ulike land. Studien kommer frem til at 86% av prosjektene opplever kostnadsøkning fra kostnadsestimatet ved beslutning om å bygge til endelig sluttkostnad, og at den gjennomsnittlige kostnadsøkningen er på 28%. En tilhørende publikasjon undersøkte sammenhengen mellom størrelsen på kostnadsoverskridelse og varigheten fra beslutning om bygging til ferdigstilling, prosjektstørrelse og type eierskap (offentlig eller privat) (Flyvbjerg et al., 2004). Analysen viste at det var en positiv korrelasjon mellom varigheten på implementeringsfasen og prosentvis kostnadsoverskridelse, mens de andre to faktorene ikke hadde noen signifikant sammenheng med størrelsen på kostnadsoverskridelsen. Implementeringstiden er i denne studien definert som varigheten fra avgjørelsen om å bygge til byggeprosjektet er

ferdigstilt. Det konkluderes med at gjennomføringstiden kan ha stor innvirkning på kostnadene, og at dette er noe beslutningstakere i prosjektet bør ha i bakhodet (Flyvbjerg et al., 2004).

At kostnadsoverskridelser er et gjennomgående problem i bygg- og anleggsprosjekter har blitt bekreftet i flere studier (Odeck, 2004). En studie av 620 norske veiprojekter mellom 1992 og 1995 viser at gjennomsnittlig overskridelse i prosjektene var på 7,9%. Regresjonsanalyse ble brukt til å undersøke sammenhengen mellom ulike objektive, prosjektspesifikke variabler og avvik mellom estimert og faktisk kostnad. Resultatet av analysen viser at kostnadsoverskridelsen korrelerer negativt med størrelsen på estimatet, noe som i praksis betyr at de mindre prosjektene opplevde større avvik mellom estimert og faktisk kostnad. Gjennomføringstiden hadde en kvadratisk sammenheng med størrelsen på kostnadsoverskridelsen. Det vil si at størrelsen på kostnadsoverskridelsen økte med lengden på gjennomføringen opp til omtrent 200 uker. I prosjekter som varte mer enn 200 måneder var kostnadsoverskridelsen synkende med lengre gjennomføringstid. Forfatteren nevner reduksjon av usikkerhet over tid og bedre oversikt samt muligheter til å kontrollere årsakene til kostnadsoverskridelser som mulige forklaringer på denne observasjonen. Den siste faktoren som viste seg å ha en sammenheng med størrelsen på kostnadsoverskridelsen var regionen prosjektet ble bygget i (Odeck, 2004).

En nyere studie av norske veiprojekter indikerer at problemet med kostnadsoverskridelser ikke har bedret seg med årene. Studien baserer seg på data fra Statens Vegvesen og inkluderer 712 veiprojekter ferdigstilt mellom 2012 og 2016 (Welde & Dahl, 2021). Formålet med studien var å observere kostnadsutviklingen fra avtalefestet kontraktssum til sluttkostnaden på kontraksarbeidene og identifisere årsaker til eventuelle avvik. Alle kontraktene var av typen enhetspriskontrakter med justerbare mengder. Gjennomsnittlig kostnadsoverskridelse var på 17%, og 50% av prosjektene opplevde en kostnadsoverskridelse på over 10%. Små prosjekter (≤ 2 millioner USD) hadde en større gjennomsnittlig kostnadsoverskridelse enn store prosjekter (> 12 millioner USD), men sannsynligheten for overskridelse var større for store prosjekter. Prosjektvarighetens innvirkning ble også undersøkt, og analysen viste at prosjekter med lengre varighet opplevde både større prosentvis kostnadsoverskridelse og større sannsynlighet for kostnadsoverskridelse. Geografisk lokasjon hadde også en innvirkning på kostnadene, og urbane prosjekter hadde større sannsynlighet for overskridelse og større gjennomsnittlig overskridelse enn ikke-urbane prosjekter. Til tross for fleksible kontrakter i form av justerbare mengder var det endringsordre som stod for alt bidrag til kostnadsoverskridelse. Justering av mengder gjorde

kontrakt 1% billigere, mens endringsordrene utgjorde i gjennomsnitt 18% av opprinnelig kontraktssum.

En studie av Torp et al. (2016) undersøkte kostnadsutviklingen i planleggingsfasen av 110 norske veiprosjekter, og avdekket kritiske faktorer som påvirket kostnadsutviklingen i denne fasen. Først ble de aktuelle faktorene kartlagt gjennom en litteraturstudie. Deretter ble eksperter i form av erfarne prosjektledere og akademikere bedt om å rangere faktorene basert på innvirkningen de har på kostnadsutviklingen i planleggingsfasen av et prosjekt. Endringer i omfang, kompleksitet, lokasjonsbegrensninger og behov for spesielle konstruksjoner ble identifisert som de mest kritiske faktorene. Studien konkluderer med at brorparten av kostnadsøkningen i prosjekter skjer i planleggingsfasen

Adam et al. (2017) undersøkte i sin studie hvordan faktorer som forårsaker tids- og kostnadsoverskridelser i store, offentlige bygg- og anleggsprosjekter utvikler seg i litteraturen over tid. Studien resulterte i en rangering av rotårsaker som kan forklare tids- og kostnadsoverskridelser, basert på en litteraturstudie av 40 fagfellevurderte tidsskriftsartikler mellom 1985 og 2014. Årsaker relatert til ledelse rangeres som viktige gjennom hele analyseperioden, mens finansielle årsaker virker til å få mindre betydning i nyere artikler sammenlignet med i eldre artikler. Innunder kategorien «ledelse» faller blant annet manglende kontroll og oppfølging, byggherreinitierte endringsordre, utilstrekkelige prosjekteringsspesifikasjoner og manglende byggeplasskontroll.

Store deler av forskningen som undersøker kostnadsoverskridelser i prosjekter henter data fra offentlige infrastrukturprosjekter. Til tross for at byggeprosjekter og infrastrukturprosjekter har mange likhetstrekk, er det også store forskjeller i hvilke elementer som inngår i byggeprosessen og hvordan prosjektene gjennomføres som kan påvirke kostnadsbildet. En oversiktstudie av forskningsartikler som inkluderer byggeprosjekter i Asia og Afrika har undersøkt faktorer nevnt i forskningsartiklene, og basert på dette kommet frem til såkalte dominante årsaksfaktorer (Widiaputra & Arumsari, 2021). Dominante årsaksfaktorer er faktorer som trekkes frem i mer enn halvparten av artiklene som er undersøkt. De dominante årsaksfaktorene som nevnes er: Variasjoner i materialpris, upassende materialvalg, gjentakende arbeid grunnet dårlig kvalitet, endringer i prosjektering og arbeidstegninger, dårlig finansering og forsinkede betalinger (Widiaputra & Arumsari, 2021).

3.3.3 Tidligfasen og kostnadsprestasjon

Betydningen av tidligfasen for et prosjekts langsiktige suksess er blitt stadig mer anerkjent i litteraturen (Williams et al., 2019). På dette stadiet av et prosjekt er påvirkningsmulighetene i prosjektet store, samtidig som at kostnadene ved endringer er betydelig lavere enn senere i prosjektet. Samtidig er informasjonstilgjengeligheten lavere og konsekvensen av beslutningene som tas større enn på senere stadier av et prosjekt (Williams & Samset, 2010). Å legge ned tilstrekkelig med ressurser til utvikling og planlegging i denne fasen er med andre ord avgjørende for å sikre at prosjektets langsiktige, strategiske målsetninger oppnås.

Tidligfasen består av mange viktige prosesser som legger grunnlaget for resten av prosjektgjennomføringen. Planlegging i tidligfasen innebærer blant annet å sette prosjektmål, identifisere risiko, definere prosjektomfanget og innlede prosjekteringen (Hansen et al., 2018). En studie av suksessfaktorer i små prosjekter konkluderer med at planleggingsprosessen i tidligfasen er en kritisk faktor for å oppnå prosjektsuksess, og de organisasjonene som hadde færrest prosjekter med tids- og kostnadsoverskridelse over 5% hadde en mer strukturert tilnærming til tidligfasen enn de organisasjonene som hadde en større andel prosjekter med tids- og kostnadsoverskridelser (Gao et al., 2002). Dette indikerer at tilstrekkelig planlegging og gode beslutninger i tidligfase har stor betydning for taktisk suksess i prosjektet.

Definering av prosjektomfang er en av de viktigste prosessene i tidligfasen. Uklart prosjektomfang og manglende definering av prosjektet i tidligfase kan medføre kostnader som følge av endringer som må iverksettes på senere stadier i prosjektet (Hansen et al., 2018). I tillegg vil uforutsette endringer kunne forsinke fremdriften i prosjektet. Prosjektdefinering blir derfor sett på som en av de viktigste aktivitetene med tanke på å få til en suksessfull prosjektgjennomføring (George et al., 2008).

En av utfordringene knyttet til planlegging i tidligfasen er at det må legges ned store ressurser i en fase av prosjektet hvor man ikke nødvendigvis ser resultatene av ressursbruken umiddelbart. En studie av Gibson et al. (2012) viser at byggherrens kostnader knyttet til tidligfaseplanlegging i byggeprosjekter ligger på 2-5% av faktisk prosjektkostnad. I mindre prosjekter (<5 millioner USD) var 4,77% av den totale prosjektkostnaden knyttet til tidligfasen, mens i større prosjekter (≥5 millioner USD) var prosentandelen kun på 2%. Tidligfasekostnader er i den nevnte studien definert som alle kostnader som er brukt frem til godkjenning for å gjennomføre prosjektet. En studie basert på spørreundersøkelse av bedrifter i bygg- og anleggsbransjen i Singapore viser at

god tidligfaseplanlegging kan gi kostnadsbesparelse på opptil 15% senere i prosjektet, noe som indikerer at ressursbruk i tidligfase heller bør ses på som en investering enn en kostnad (Hwang & Ho, 2012).

Det er mye planlegging og mange undersøkelser som skal gjøres i tidligfasen, noe som gjør at det ofte er en vesentlig tidsbruk forbundet med denne fasen. I megaprojekter har tidligfasen typisk en varighet på ett til to år (Safa et al., 2013). En annen studie har undersøkt tre ulike caseprosjekter, og funnet ut at tidligfasen utgjør minst 20% av total prosjekttid (Nobelius & Trygg, 2002). Mange prosjekter har stramme tidsrammer å forholde seg til, noe som kan være utfordrende med tanke på å få tilstrekkelig tid til å gjennomføre nødvendige aktiviteter i tidligfase. En internasjonal studie av 60 store infrastrukturprosjekter fant ut at prosjekter initiert under tidspress ofte hadde satt av for lite tid til utvikling og evaluering av konsepter, noe som fører til at prosjektene ble mindre suksessfulle (Williams et al., 2019).

3.3.4 Endringenes innvirkning på kostnadsutviklingen

Endringer som iverksettes i gjennomføringsfasen kan få store konsekvenser for kostnadsbildet i et prosjekt. Mange studier har tatt for seg hvordan endringer påvirker tid- og kostnader i prosjekter, og kommet frem til at kostnadsoverskridelser ofte er en av de uønskede effektene av endringsordre (Shrestha & Fathi, 2019). På en annen side kan endringer være et viktig verktøy for å kontrollere kostnadene ved å finne besparelser i prosjektet (PMI, 2013, sitert i Shrestha & Fathi, 2019). Endringer kan med andre ord både bidra både til å holde seg innenfor budsjettet og til å gi kostnadsoverskridelser, og det å ha kontroll over endringer i prosjektet er helt essensielt for kostnadsprestasjonen i et prosjekt.

Kostnadene knyttet til endringer kan utgjøre en betydelig andel av prosjektkostnaden og være en sentral årsak til kostnadsoverskridelse i mange prosjekter. Data fra 30 gjennomførte byggeprosjekter i Nigeria viser at endringer har en signifikant innvirkning på prosjektkostnader og at 79% av kostnadsoverskridelsen i prosjektene som ble undersøkt skyldtes endringer. En studie av store byggeprosjekter i Egypt viste at gjennomsnittlig kostnadsoverskridelse som følge av endringsordre var på 11-15% av avtalt kontraktssum. Oyewobi et al. (2016) undersøkte årsaker og virkninger av endringsordre i 30 gjennomførte undervisningsbyggeprosjekter, og de kom frem til at endringsordre utgjorde 23,8% av opprinnelig kontraktssum. I tillegg til de direkte kostnadene forbundet med endringer viser studier at endringer kan påvirke fremdriften og medføre forlenget byggetid, noe som både kan gi betydelige indirekte kostnader som for eksempel finanskostnader

(Manzoor Arain & Sui Pheng, 2005; Oladapo, 2007; Oyewobi et al., 2016). Endringer kan også være en mulighet for entreprenøren til å få tilleggsutbetalinger som kan bidra til at ønsket fortjenestemargin oppnås (Manzoor Arain & Sui Pheng, 2005).

Det er mange faktorer som påvirker antallet og størrelsen på endringsordrene.

Prosjektkarakteristikker og kontraktstrategi påvirker behovet og tilgjengeligheten for fleksibilitet i prosjekt, noe som igjen får betydning for volumet av endringer. Shrestha og Fathi (2019) har undersøkt hvordan endringer påvirker kostnadsprestasjonen i 125 prosjekter gjennomført som totalentreprise. Gjennomsnittlig kostnad som følge av endringer i prosjektporteføljen var på 4,04% av opprinnelig kontraktssum. Dette var betydelig mindre enn lignende studier av prosjekter med delte entrepriser av samme forfatter, hvor endringsordre utgjorde henholdsvis 11,5% og 5,9% av kontraktssummen (Shrestha et al., 2019; Shrestha & Fernane, 2017). Størrelsen på endringskostnadene hadde en klar positiv korrelasjon med prosjektstørrelse i totalentrepriseprosjektene, noe som betyr at større prosjekter som regel opplever større endringskostnader (Shrestha & Fathi, 2019). Det ble også funnet at endringene i totalentreprisekontrakter førte til færre overskridelser enn ved delte entrepriser, med hhv. 21% kostnadsoverskridelse i totalentrepriseprosjektene og 42% kostnadsoverskridelse i prosjektene med delte entrepriser (Shrestha & Fathi, 2019).

I mange av artiklene funnet i litteraturstudien er det også blitt undersøkt hvilke typer endringer som forekommer hyppigst, samt hva og hvem som forårsaker endringene dem. De vanligste kildene til endringer er ifølge en studie av Oladapo (2007) endringer i spesifikasjoner og prosjektomfang, som regel initiert av byggherren i samråd med rådgivere. En annen studie viser at den gjennomsnittlige størrelsen på endringskostnadene som skyldes uforutsette forhold og endringskostnader som skyldes andre endringer er nesten identiske i rehabiliteringsprosjekter (Kim et al., 2020). Anees et al. (2013) utførte i sin studie en spørreundersøkelse av arkitekter, rådgivere, entreprenører og leverandører, og svarene avdekket at 48% av endringene var byggherreinitierte, 36% var initiert av entreprenør og 16% var initiert av rådgivere. Ombestemmelser og kundetilfredshet ble identifisert som de hovedårsakene til de byggherreinitierte endringene, mens manglende koordinering mellom rådgivere og entreprenør og feil og mangler i prosjekteringen ble rangert som de mest sentrale årsakene til endringer generelt (Anees et al., 2013).

4 Resultater fra casestudie

I dette kapitlet presenteres funn fra prosjektdokumenter i ti caseprosjekter hvor Insemi har vært involvert i prosjektledelsen. Casestudien tar for seg kostnadsutviklingen i prosjektene, årsakene til eventuelle estimatavvik og tidligfasens betydning for kostnadsprestasjonen. Resultatene presenteres på gruppenivå, og kostnadsutviklingen i hvert enkelt prosjekt blir ikke gjennomgått i detalj.

4.1 Informasjon om prosjektutvalget

I samråd med Insemi ble 10 byggeprosjekter valgt ut til casestudien. Det var ønskelig å velge litt ulike typer prosjekter for å kunne undersøke om dette kunne ha betydning for kostnadsutviklingen. Prosjektutvalget i denne casestudien besto av fire rene nybygg og seks rene rehabiliteringsprosjekter, mens det siste prosjektet hadde både nybygg og rehabilitering av eksisterende bygningsmasse. Alle prosjektene var ferdigstilt og overlevert i løpet av de siste åtte årene, men i to av prosjektene foregikk det fortsatt forhandlinger om sluttoppgjør. I disse tilfellene ble siste prognose på sluttkostnaden brukt som faktisk sluttkostnad.

Hvilken rolle Insemi har hatt og i hvilken grad Insemi har vært involvert varierer fra prosjekt til prosjekt. Tre av prosjektene er gjennomført av byggavdelingen i Insemi, som spesialiserte seg på gjennomføring av byggeprosjekter etter CM-modellen. Resten av prosjektene er gjennomført av prosjektutviklingsavdelingen (PU-avdelingen) i Insemi. I disse prosjektene har Insemi blitt hyret inn som prosjektleder på vegne av byggherren, og selve byggearbeidene har blitt ledet av andre aktører. I CM-prosjektene har Insemi hatt en rolle som ligner mer på en totalentreprenør enn byggherre, noe som blant annet innebærer at de har blitt involvert senere i prosjektet og ikke har vært involvert i de tidlige kostnadsestimatene. Når Insemi har blitt engasjert i prosjektene varierer også mellom PU-prosjektene, noe som gjorde at konseptuelle kostnadsestimater ikke var å finne i alle prosjektene.

Majoriteten av prosjektene Insemi er involvert i er næringsbygg, og dette gjenspeiler seg i prosjektutvalget. Åtte av prosjektene er næringsbygg hovedsakelig i form av kontorbygg, men også ett som utelukkende består av handelslokaler. To av prosjektene gjennomført av byggavdelingen består av en kombinasjon av boliger og handelslokaler. Fire av prosjektene har tatt i bruk samspill i gjennomføringen, og ni av prosjektene har oppnådd en eller annen form for

BREEAM-sertifisering. En sammenstilling av relevant informasjon om prosjektene er vist i tabell 11.

Tabell 11: Informasjon om prosjektutvalget.

ID	Prosjekttype	Entrepriseform	Kontrakttype	Samspill	BREEAM
1	Nybygg	Delte entrepriser (CM)	Regningsarbeider	Nei	Nei
2	Nybygg	Delte entrepriser (CM)	Regningsarbeider	Nei	Nei
3	Nybygg og rehabilitering	Delte entrepriser (CM)	Regningsarbeider	Nei	Very good
4	Rehabilitering	Totalentreprise	Regningsarbeider	Ja	Outstanding
5	Nybygg	Delte entrepriser	Regningsarbeider	Nei	Excellent
6	Rehabilitering	Totalentreprise	Fastpris	Nei	In-use
7	Rehabilitering	Totalentreprise	Fastpris	Ja	Excellent
8	Rehabilitering	Totalentreprise	Målpris	Ja	In-use
9	Rehabilitering	Totalentreprise	Fastpris	Ja	Very good
10	Nybygg	Totalentreprise	Fastpris	Nei	Excellent

4.2 Kostnadsutvikling i prosjektene

I prosjektutvalget er det identifisert mange kostnadsestimater på ulike stadier av prosjektene, fra tidligfaseestimer i konseptvalgutredningen til prognoser i gjennomføringsfasen. For å kunne vurdere og sammenligne kostnadsutviklingen i prosjektene ble det på forhånd definert fire stadier av prosjektet som det skulle hentes ut kostnadsestimater fra. De fire stadiene var konseptutvikling, forprosjekt, vedtatt budsjett og utførelse. I tillegg er sluttkostnad eller prognose for sluttkostnad hentet ut av dokumentene. Siden oppgaven er skrevet fra et byggherreperspektiv har det vært ønskelig å ta utgangspunkt i total prosjektkostnad, men det har ikke vært mulig å finne i alle prosjektene. I de prosjektene hvor dette ikke har vært tilgjengelig er fortrinnsvis byggekostnad brukt, og hvis ikke den har vært tilgjengelig har entreprisekostnad blitt brukt.

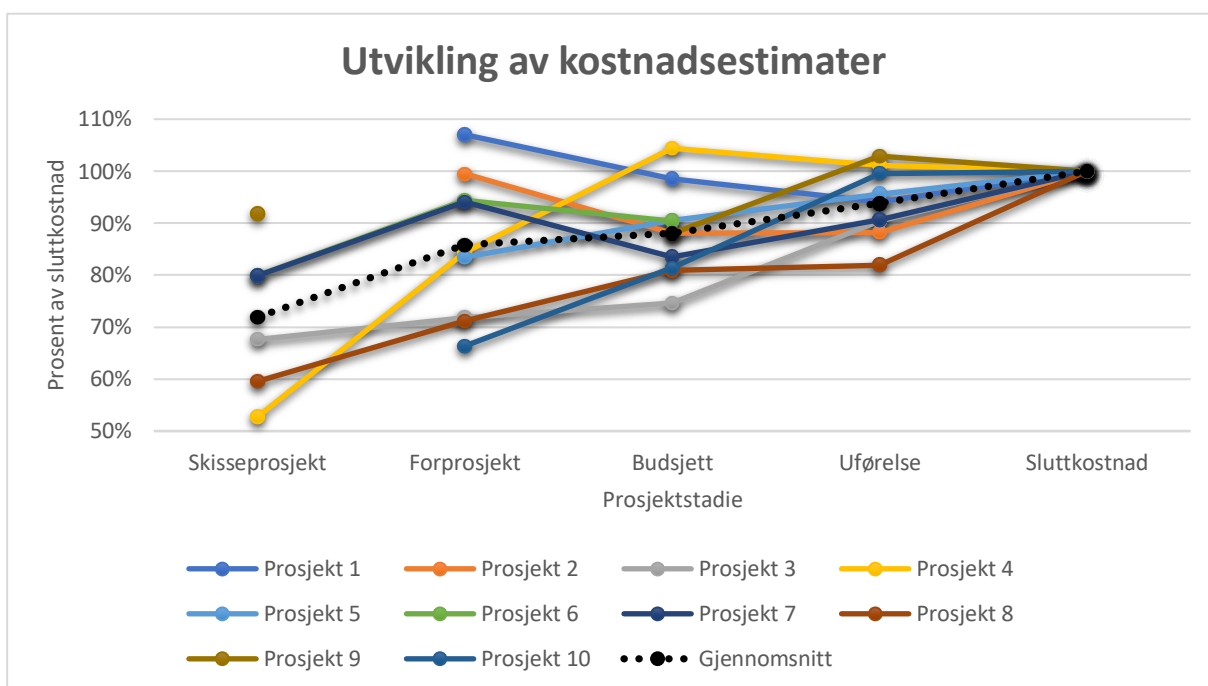
Variablene som er benyttet for å fremstille kostnadsutviklingen er relativt estimatavvik og andel av sluttkostnad. Gjennomsnitt, standardavvik og ekstremalverdier for disse variablene er fremstilt i tabell 12.

Tabell 12: Deskriptiv statistikk knyttet til relativt estimatavvik i prosjektutvalget.

Variabler	Konseptutvikling (n=6)	Forprosjekt (n=10)	Vedtatt budsjett (n=10)	Utførelse (n=9)
Gjennomsnittlig relativt estimatavvik [%]	44,3	18,2	13,5	7,7
Standardavvik [%]	29,7	16,1	7,1	6,5
Ekstremalverdier [%]	Maks: 95,9 Min: 9,9	Maks: 50,7 Min: 0,5	Maks: 23,6 Min: 0,6	Maks: 22,0 Min: 0,4
Andel av sluttkostnad [%]	71,9	84,6	87,5	93,8
Standardavvik [%]	13,3	11,6	7,7	6,4
Ekstremalverdier [%]	Maks: 91,8 Min: 52,1	Maks: 99,5 Min: 66,4	Maks: 104,4 Min: 74,6	Maks: 102,9 Min: 82,0

Det relative estimatavviket uttrykker avviket mellom kostnadsestimatet og sluttkostnaden, og er et mål på kostnadsestimatets nøyaktighet. Det gjennomsnittlige relative estimatavviket i konseptutviklingsfasen er på 39,5%, med et standardavvik på 23,3%. I forprosjektfasen, der endelig konsept er valgt og prosjekteringen av løsninger er i gang, har det gjennomsnittlige estimatavviket mer enn halvert seg fra konseptutviklingsfasen. Budsjett vedtas som regel etter at forprosjekt er ferdigstilt og før anskaffelse av entreprenør, og det gjennomsnittlige relative estimatavviket i prosjektutvalget er redusert ytterligere fra forprosjekt til vedtatt budsjett. Prognosen i utførelsen er det mest nøyaktige estimatet, med et gjennomsnittlig relativt estimatavvik på 7,7%. Spredningen av det relative estimatavviket reduseres også gradvis utover i prosjektet, fra 23,3% i konseptutviklingsfasen til 6,5% i utførelsen.

Estimatenes andel av sluttkostnaden er også et uttrykk for nøyaktigheten til estimatene. Denne variabelen kan i motsetning til relativt estimatavvik gi informasjon om hvorvidt avviket er negativt eller positivt. I konseptutviklingsfasen utgjør kostnadsestimatene i gjennomsnitt 71,9% av sluttkostnaden. Etter hvert som prosjektet skrider frem, øker prosentandelen. Den øker til 84,6% i forprosjektfasen, 87,5% ved vedtatt budsjett og 93,8% under utførelsen. Dette indikerer at kostnadene underestimeres i tidlige stadier i prosjektet, og at prosjektene i gjennomsnitt opplever en økning i kostnadene sammenlignet med det som var estimert.



Figur 13: Utviklingen av kostnadsestimater i alle prosjektene i prosjektutvalget, uttrykt som prosentvis andel av sluttkostnad.

Figur 13 viser utviklingen av kostnadsestimatenes andel av sluttkostnad i alle prosjektene som ble undersøkt i dokumentstudien. Det var kun ett av prosjektene som hadde et vedtatt budsjett som var høyere enn sluttkostnad. I prognosen fra utførelsesfasen var det to av prosjektene som overestimerte kostnadene og som opplevde en nedgang til faktisk kostnad. Alle prosjektene opplevde en økning i kostnadene fra estimatene i konseptutvikling- og forprosjektfasen.

4.3 Faktorer som påvirker kostnadsutviklingen

I dokumentstudien er det blitt samlet informasjon fra prosjektene som gjør det mulig å analysere sammenhenger mellom ulike variabler og estimatavvik. Det er benyttet data fra endringslogger

mellom entreprenør og byggherre for å undersøke hvordan endringer i utførelsesfasen har påvirket kostnadsprestasjonen i prosjektet. Videre har estimatavvikene blitt vurdert opp mot entreprisform, kontraktstype, type BREEM-sertifisering, samt ressurs- og tidsbruk i tidligfase for å undersøke om det finnes en korrelasjon mellom kostnadsøkningen og noen av disse faktorene.

4.3.1 Endringer

I ni av de ti prosjektene som ble undersøkt var det mulig å finne endringslogger som viste endringene som var rapportert fra entreprenør til byggherren, med tilhørende kostnadskonsekvens. Dette var endringer som byggherren hadde ansvar for, enten i form av byggherreinitierte endringer, mangler i beskrivelsen eller endrede forutsetninger. Det ble videre gjort en vurdering av hvilke endringer som var byggherreinitierte, og hvilke endringer som skyldtes andre forhold som byggherren hadde ansvar for. I alle prosjektene med unntak av to var det kun de ti største endringene som ble vurdert. Årsaken til det var at det var kun i to av prosjektene prosjektet det var mulig å sortere ut de byggherreinitierte endringene automatisk, og derfor ble alle endringene inkludert i disse to prosjektene. Innsamlet data om endringene i prosjektutvalget er fremstilt i Tabell 1313.

Tabell 13: Data knyttet til endringer i prosjektutvalget

ID	Endringer inkludert	Andel av totale endringskostnader [%]	Andel byggherreinitierte endringskostnader [%]	Totale endringskostnader [NOK]	Andel av entreprisekostnad [%]
1	10	58,1	54,9	10 786 154	4,2
2	67	100	61,8	78 536 169	9,1
3	-	-	-	-	-
4	902	100	24,0	102 782 718	10,3
5	10	59,9	88,2	87 599 030	13,1
6	10	77,2	23,6	41 438 155	15,6
7	10	61,8	87,5	125 207 064	19,6
8	10	61,6	76,1	98 784 731	17,1
9	10	93,7	96,8	31 747 378	17,3
10	10	77,9	92,4	147 435 740	19,1
Gjennomsnitt		69,0	64,1	80 479 682	13,9
± SD		± 17,5	± 28,2	± 44 898 331	± 5,2

Tabellene viser at endringskostnadene utgjør over 10% av faktisk entreprisekostnad i åtte av de ti prosjektene. I gjennomsnitt utgjør endringskostnadene 80 479 682 NOK, noe som tilsvarer 13,9%

av gjennomsnittlig faktisk entreprisekostnad. Standardavviket er på 5,2%, noe som indikerer at spredningen i hvor stor andel endringskostnadene utgjør av entreprisekostnad i prosjektutvalget er ganske stor. Kostnaden for de endringene som er blitt vurdert som enten byggherreinitierte endringer eller øvrige endringer i denne dokumentstudien utgjør 69% av de totale endringskostnadene. 64,1% av endringskostnadene ble vurdert til å være byggherreinitierte, noe som betyr at 35,9% av endringskostnadene skyldtes øvrige endringer som for eksempel endrede forutsetninger, uforutsette forhold eller mangler i tilbudsbeskrivelsen.

Det er betydelig variasjon i andelen endringskostnader som er initiert av byggherren mellom prosjektene, noe som viser seg i det store standardavviket på 28,2%. De to prosjektene med størst andel byggherreinitierte endringer var prosjekt 9 og 10, med henholdsvis 96,8% og 92,4% byggherreinitierte endringer. I den andre enden av skalaen finner man prosjekt 6 med kun 23,6% byggherreinitierte endringer, tett etterfulgt av prosjekt 4 med 24% byggherreinitierte endringer.

Dersom man skiller mellom prosjektene gjennomført som totalentreprise og prosjektene gjennomført etter CM-modellen ser man at forskjellen i andel byggherreinitierte endringskostnader er minimal. Det er derimot en vesentlig forskjell i endringskostnadens andel av entreprisekostnaden mellom de to entrepriseformene. I prosjektene med totalentreprise utgjør endringene 16,0% av entreprisekostnaden, mens i prosjektene gjennomført etter CM-modellen er endringskostnadene kun på 8,8% av entreprisekostnaden. Hvordan endringene fordeler seg mellom prosjektene med ulik entrepriseform er vist i tabell 14.

Tabell 14: Endringsdata fordelt mellom prosjektene med totalentreprise og utførelsesentreprise.

Entrepriseform	Antall prosjekter	Andel endringskostnader [%]	Byggherreinitierte endringskostnader [%]
Totalentreprise	6	16,0	66,7
Utførelsesentreprise (CM)	3	8,8	68,3

Kontraktstypen har ofte en sammenheng med entrepriseform. Som man kan se av prosjektinformasjonen i tabell 11 har de fleste av totalentreprisekontraktene i prosjektutvalget fastpriskontrakt, og alle utførelsesentreprisene har regningsarbeidskontrakt. Ett av totalentrepriseprosjektene har imidlertid regningsarbeidskontrakt. Kostnader knyttet til endringer fordelt på prosjektene med fastpris- og regningsarbeidskontrakt er vist i tabell 15.

Tabell 15: Endringsdata i prosjektene fordelt på kontraktstype.

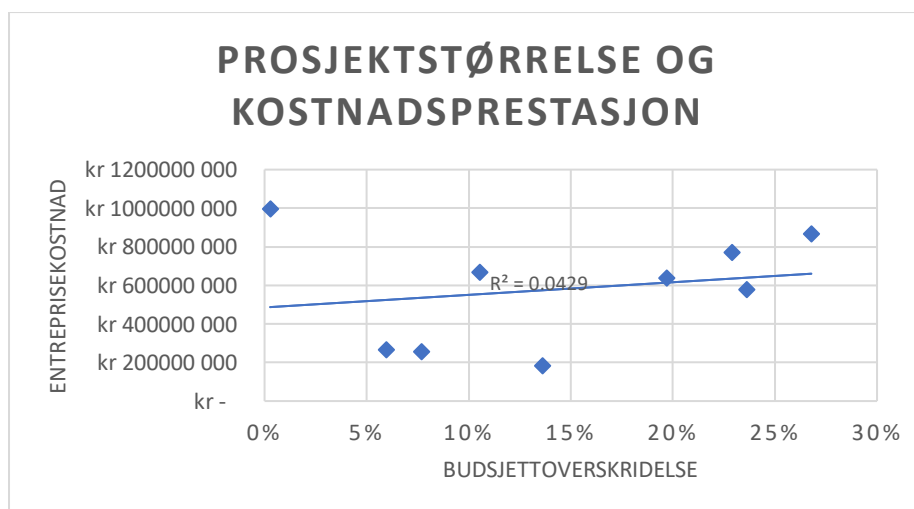
Entrepriseform	Antall prosjekter	Andel endringskostnader [%]	Byggherreinitierte endringskostnader [%]
Fastpris	4	17,9	75,1
Regningsarbeider	4	9,2	57,2

4.3.2 Sammenheng mellom estimatavvik og prosjektspesifikke variabler

For å kunne sammenligne kostnadsutviklingen i de ulike prosjektene og vurdere sammenhengen med prosjektspesifikke forhold er det valgt å se på avviket mellom vedtatt budsjett og faktisk kostnad. Budsjettet er det kostnadsestimatet som det styres mot i utførelsen, og det er derfor er godt mål på kostnadsprestasjonen i prosjektet. De prosjektspesifikke variablene som ble undersøkt i denne studien var prosjektstørrelse, entrepriseform, kontrakttype og prosjekttype.

Prosjektstørrelse

For å studere sammenhengen mellom prosjektstørrelse og kostnadsutvikling ble faktisk entreprisekostnad brukt som mål på prosjektets størrelse. Figur 14 viser relativt estimatavvik plottet mot entreprisekostnad i prosjektutvalget. For prosjektutvalget som helhet er sammenhengen mellom variablene svak, men hvis man ser bort fra utliggerprosjektet med entreprisekostnad på omtrent 1.000.000.000 NOK og kun 0,3% budsjettoverskridelse er det en positiv korrelasjon mellom entreprisekostnad og budsjettoverskridelse ($R^2 = 0,59$). Fra det lille prosjektutvalget i denne dokumentstudien kan man ikke utelukke at størrelsen på prosjektet har en innvirkning på kostnadsprestasjonen i et prosjekt.



Figur 14: Sammenheng mellom prosjektstørrelse og relativt estimatavvik fra budsjett i prosjektutvalget.

Entrepriseform

Undersøkelsene som er gjort viser at det er liten forskjell i budsjettets nøyaktighet hvis man skiller mellom prosjekter med ulike entrepriseformer i prosjektutvalget. De seks totalentrepriseprojektene hadde et gjennomsnittlig relativt estimatavvik på 14,3% mellom budsjett og sluttkostnad, mens prosjektene gjennomført som delte entrepriser med CM-administrasjon hadde 14,8% gjennomsnittlig økning av kostnadene fra budsjett. Differansen mellom totalentreprise og delte entrepriser var derfor kun på 0,5 prosentpoeng.

Kontrakttype

Det var en klar sammenheng mellom entrepriseform og valg av kontrakttype. Fire av de seks totalentrepriseprojektene hadde fastpriskontrakt. I CM-prosjektene hadde Insenti som Construction Manager fastpriskontrakt med sine underentreprenører, mens kontrakten med byggherren var en regningsarbeidskontrakt med påslagsprosent for fortjeneste. Et av totalentrepriseprojektene hadde regningsarbeider med fast påslag, mens det siste hadde en målpriskontrakt med én fast og én variabel del. Prosjektene med regningsarbeidskontrakt hadde den minste gjennomsnittlige kostnadsøkningen fra budsjett med 11,9% økning. Fastpriskontraktene opplevde en gjennomsnittlig kostnadsøkning på 15,5%, mens målprisprosjektet økte kostnadene med 23,6% fra budsjett.

Prosjekttype

Skiller man mellom nybygg- og rehabiliteringsprosjekter finner man også en liten forskjell relativt estimatavvik mellom prosjektene. De seks nybyggprosjektene hadde et relativt estimatavvik på 16,9% mellom budsjett og faktisk kostnad. Det relative estimatavviket hos de fem rehabiliteringsprosjektene var til sammenligning kun på 12,7%. Det prosjektet som både besto av et nybygg og rehabilitering av eksisterende bygningsmasse ble inkludert i begge kategoriene.

BREEAM-sertifisering

I prosjektutvalget var det stor spredning i graden av BREEAM-sertifisering. De ulike BREEAM-nivåene stiller forskjellige krav til bærekraft i prosjektet, noe som potensielt kan påvirke kostnadsutviklingen. I dette prosjektutvalget virker det ikke som at grad av BREEAM-sertifisering påvirket nøyaktigheten til kostnadsestimatene. Prosjektene med BREEAM In-Use, Very Good, Excellent og de som ikke var BREEAM-sertifiserte varierte mellom 14,8% i In-Use-prosjektene til 17,7% i Excellent-prosjektene. Det ene prosjektet som hadde den høyeste BREEAM-

sertifiseringen, Outstanding, hadde et relativt estimatavvik på kun 0,3%. I og med at det kun var ett prosjekt i denne kategorien er det vanskelig å si om dette var en faktor som bidro til et lavere relativt estimatavvik, men i og med at de andre kategoriene hadde liten variasjon er det nærliggende å tro at graden av BREEAM-sertifisering ikke påvirker det relative estimatavviket mellom budsjett og faktisk kostnad.

En sammenstilling av dataene som er presentert i dette delkapittelet er fremstilt i 16.

Tabell 16: Kostnadsutvikling fra vedtatt budsjett i ulike kategorier av utvalgte, prosjektspesifikke variabler.

Variabel	Kategori	Antall prosjekter	Relativt estimatavvik mellom budsjett og sluttkostnad
Entrepriseform	Totalentreprise	6	14,3
	Delte entrepriser (CM)	4	14,8
Kontrakttype	Regningsarbeider	5	11,9
	Fastpris	4	15,5
	Målpris	1	23,6
Prosjekttype	Nybygg	6	16,9
	Rehabilitering	5	12,7
BREEM-sertifisering	Usertifisert	2	17,2
	In-Use	2	14,8
	Very Good	2	16,9
	Excellent	3	17,7
	Outstanding	1	0,3

4.3.3 Ressursbruk i tidligfasen

I enkelte av prosjektene som ble studert var det mulig å finne dokumentasjon på hvor mye tid og penger som ble brukt i tidligfasen av prosjektene. I litteraturen blir tidligfasen definert som perioden fra et behov eller en idé oppstår til endelig beslutning om å gjennomføre prosjektet tas. I og med at Insenti ikke var prosjekteier, men fungerte enten som byggherrens representant eller CM-bedrift, er det ikke mulig å finne tidspunktet idéen til prosjektene oppsto. Det er også vanskelig å identifisere når beslutning om gjennomføring av prosjektet ble tatt, da dette er en beslutning som ligger i hendene til prosjekteier. For å forenkle datainnhenting og gjøre det mulig å sammenligne prosjektene ble tidligfasen i dette tilfellet definert som skisse- og

forprosjekt. I prosjektene gjennomført som totalentreprise ble kun den delen av forprosjektet som ble gjennomført før kontrahering inkludert som en del av tidligfasen.

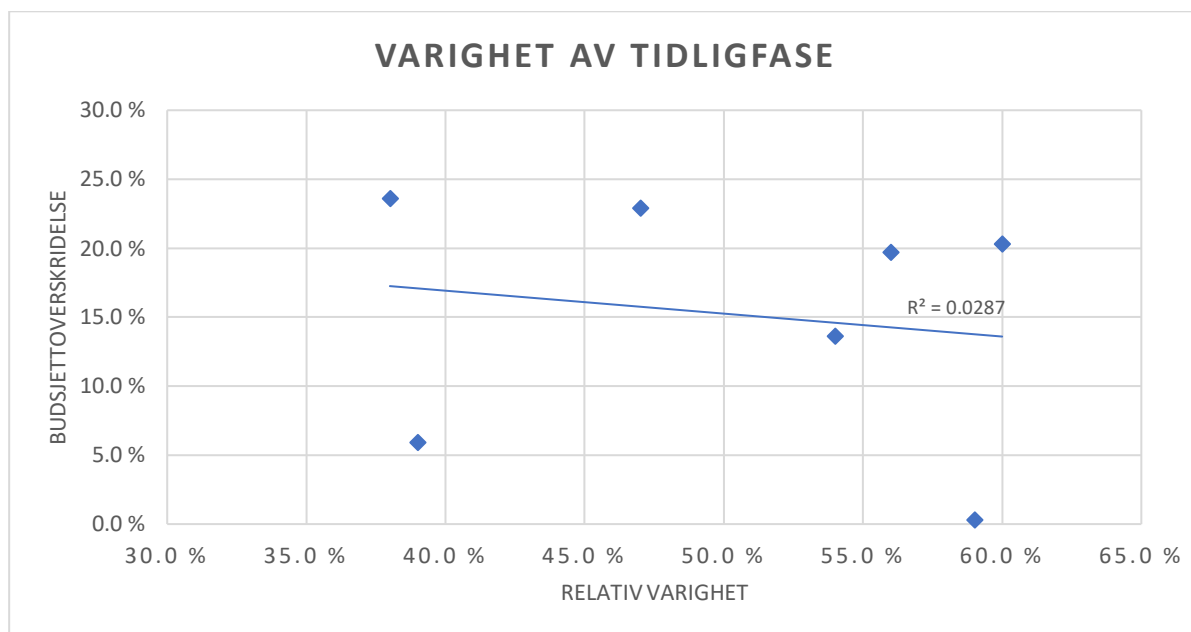
Seks av de ti prosjektene som ble undersøkt som hadde dokumentasjon på varigheten av tidligfasen. For å kunne sammenligne tallene mellom prosjektene ble varigheten av tidligfasen relativt til total gjennomføringstid beregnet. Varigheten av tidligfasen varierte fra 16 til 46 måneder, mens relativ varighet av tidligfasen varierte fra 38 til 60% av total gjennomføringstid. I en del av prosjektene ble varigheten av tidligfasen lenger enn planlagt grunnet problemer med å få de nødvendige godkjenningene til å starte gjennomføringsfasen og stillstand i prosjektene. Dette ble ikke tatt høyde for i vurderingen av varigheten av tidligfasen, og det er varigheten fra start av skisseprosjekt til ferdig forprosjekt som er inkludert.

Kostnadene relatert til tidligfasen ble funnet ved å studere regnskapsrapporter, månedsrapporter og kostnadsestimater utarbeidet etter at tidligfasen var gjennomført. Det var kun fire prosjekter som hadde dokumentasjon som gjorde at man med forholdsvis stor sikkerhet kunne fastslå kostnaden knyttet til tidligfase. Det var kun kostnader relatert til planlegging og utvikling av prosjektet som ble inkludert i tidligfasekostnaden. I likhet med varigheten av tidligfasen ble tidligfasekostnaden normalisert etter byggekostnaden. Gjennomsnittlig relativ tidligfasekostnad i prosjektutvalget var på 3,9%, og varierte fra 2,6 til 4,9%. En sammenstilling av ressursbruken i tidligfase er gitt i tabell 17.

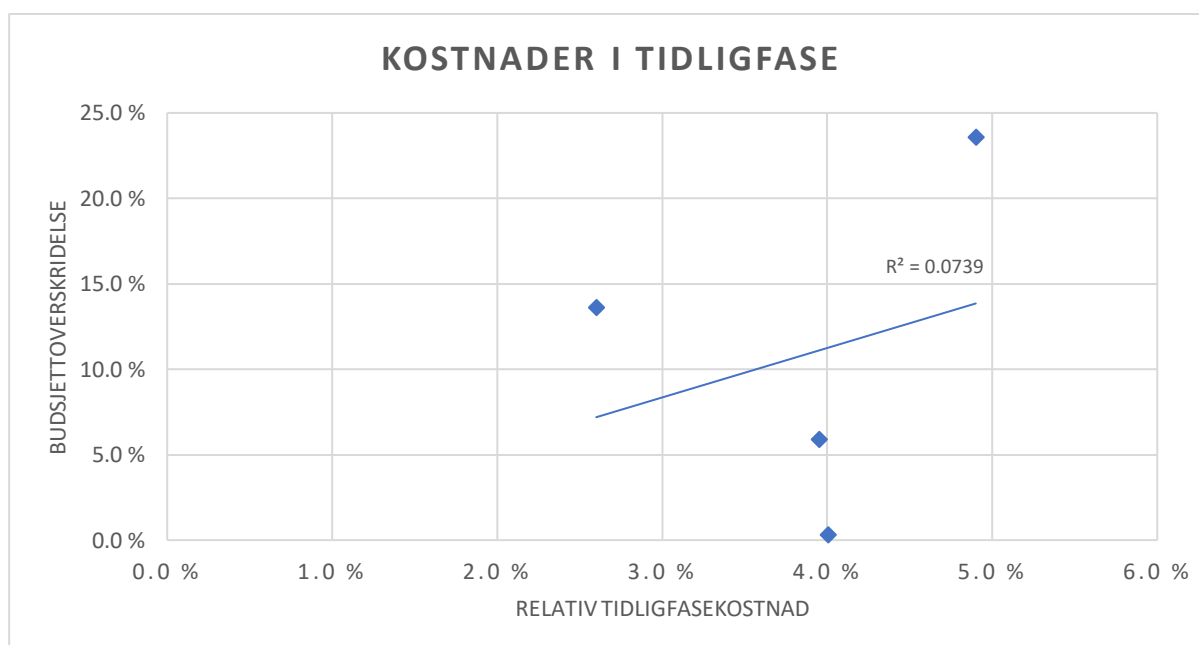
Tabell 17: Ressursbruk i tidligfasen.

Variabel	Antall prosjekter	Gjennomsnitt	Standardavvik	Maksimum	Minimum
Varighet tidligfase [mnd]	7	27,3	11,3	16	46
Relativ varighet av tidligfasen	7	50,4%	9,2%	38%	60%
Kostnader tidligfase [MNOK]	4	23,0	18,0	4,7	43,5
Relativ tidligfasekostnad	4	3,9%	0,9%	2,6%	4,9%

For å vurdere hvilken påvirkning ressursbruk i tidligfasen hadde på kostnadsutviklingen ble korrelasjonen mellom relativt estimatavvik mellom budsjett og faktisk kostnad og tids- og pengebruk i tidligfasen. Sammenhengen mellom variablene er vist i figur 15 og figur 16. Det er ingen observerbar sammenheng mellom verken varighet eller kostnader i tidligfasen og kostnadsprestasjonen i form av avviket mellom budsjett og faktisk kostnad i prosjektutvalget.



Figur 15: Korrelasjon mellom varighet av tidligfase og relativt estimatavvik



Figur 16: Korrelasjon mellom kostnader i tidligfase og relativt estimatavvik

4.4 Kostnadsestimeringsprosessen

Det ble gjort et forsøk på å finne dokumentasjon på hvordan kostnadsestimeringsprosessen var, og hvilke metoder som ble brukt. Det var vanskelig å finne dokumentasjon på selve prosessen, men ved å studere dokumentene knyttet til kostnadsestimatet og ustrukturerte samtaler med prosjektlederne var det mulig å få et generelt overblikk over hvordan kostnadsestimatene ble utarbeidet.

I tidligfaseestimatene ble i mange tilfeller kalkulasjonsverktøyet ISY Calcus ofte brukt til å utarbeide estimatene. I ISY Calcus er det en innebygd kostnadsdatabase fra historiske prosjekter som brukes til å finne enhetspriser på elementer på ulike nivåer. Kontoplanen bygges opp etter NS3451 Bygningsdelstabellen, og man kommer frem til en total kostnad for hver bygningsdel ved å multiplisere med antall kvadratmeter bygg. Dette er med andre ord en parametrisert estimeringsmetode der antall kvadratmeter bygg brukes som parameter for å justere estimatet til det aktuelle prosjektet. I enkelte av prosjektene ble også analogestimering benyttet i tidligfase ved at data fra lignende prosjekter Insemi har vært involvert i ble brukt til å estimere kostnadene for det aktuelle prosjektet. Sent i forprosjektet, i detaljprosjektering og under gjennomføring ble hovedsakelig analytisk nedenfra og opp-estimering. Budsjettet ble i de fleste prosjektene utarbeidet i forprosjektfasen, og det ble derfor brukt analytisk estimering basert på et underlag med middels detaljeringsgrad.

I tillegg til grunnkalkylen ble det i de aller fleste estimatene lagt til reserver i form av forventet tillegg og usikkerhetsavsetning. Enkelte av tidligfaseestimatene som ble satt bort til eksterne spesialister på kostnadsestimering tok i bruk usikkerhetsanalyse og Monte Carlo-simulering for å beregne disse avsetningene, men i de aller fleste estimatene ble forventet tillegg og usikkerhetsavsetning satt som en gitt prosentandel av henholdsvis grunnkalkylen og forventet prosjektkostnad. Det ble ikke funnet noen dokumentasjon på hvordan denne prosentatsen ble bestemt.

5 Resultater fra intervjuer

I dette kapitlet presenteres funnene som ble gjort i de seks semistrukturert intervjuene som ble gjennomført. Hensikten med intervjuene er å innhente erfaringer fra personer som har vært involvert i kostnadsestimering og kostnadsstyring av byggeprosjekter i en årrekke, og som dermed har erfaring om hvordan dette foregår i virkelige byggeprosjekter i Norge. Det er mye som skjer i et prosjekt som ikke fanges opp i dokumentstudier, og ved å gjennomføre intervjuer kan man derfor avdekke noen av forholdene som ikke nødvendigvis kommer frem i dokumentene. Videre er det mulig å se om det er samsvar mellom de objektive funnene i casestudien og de subjektive funnene i intervjuene. Diskusjon og sammenligning av funnene blir gjort i kapittel 6.

5.1 Kostnadsutvikling

Det første temaet i intervjuet var kostnadsutvikling i byggeprosjekter. Her ble intervjuobjektene spurt om hva som forårsaker kostnadsoverskridelser, hvilke tiltak som kan iverksettes for å unngå det samt hvilken betydning tidligfasen har for kostnadsprestasjonen. En sammenstilling av svarene fra intervjuobjektene er gitt i delkapitlene som følger.

5.1.1 Årsaker til kostnadsoverskridelser

Alle intervjuobjektene ble spurt om hva de anser som de vanligste årsakene til kostnadsoverskridelser basert på deres erfaringer. Intervjuobjektene listet opp en rekke forhold som kan påvirke kostnadsbildet i prosjekter og føre til at prosjekter blir dyrere enn det som er estimert. En sammenstilling av årsakene som ble nevnt av intervjuobjektene er vist i tabell 18.

Tabell 18: Årsaker til kostnadsoverskridelser identifisert i intervjuene.

RESPONDENT

ÅRSAKER	Offentlig byggherre	Rådgiver byggøkonomi	Privat eiendomsutvikler	Prosjektleder #1	Prosjektleder #2	Prosjektleder #3
GRUNNFORHOLD	X	X				
KOMPLEKSITET	X					
GRENSESNIITTSPROBLEMER	X					
DÅRLIGE SPESIFIKASJONER	X			X		X
UFORUTSETTE FORHOLD	X		X	X	X	
POLITISKE PROSESSER	X					
DÅRLIG SAMARBEID	X	X				
MANGLENDE KOMPETANSE	X					
MATERIALPRISER			X		X	
LØNNS- OG PRISSTIGNING			X		X	
MARKEDSUSIKKERHET	X					
BEHOVSENDERINGER	X					
KVALITETSHEVING				X		X
OMFANGSENDERINGER					X	X
ENDRINGER SENT I PROSJEKTET		X				

Intervjuobjektene ble ikke bedt om å skille mellom rotårsaker og utløsende årsaker. Dette gjør at enkelte av de årsakene som ble nevnt kan være rotårsaker til andre nevnte årsaker. Eksempelvis kan behovsendringer og dårlige spesifikasjoner være rotårsaker til at endringer må gjøres sent i prosjektet.

Uforutsette forhold er den årsaken som ble hyppigst nevnt av respondentene. Uforutsette forhold er et vidt begrep, og kan omfavne både eksterne hendelser og interne forhold. Fire av de seks informantene nevnte dette som faktor som kunne bidra til kostnadsoverskridelser, spesielt i rehabiliteringsprosjekter. Årsaken som ble nevnt flest ganger etter uforutsette forhold var dårlige spesifikasjoner i tilbudsunderlaget. Entreprenøren har kun priset de spesifikasjonene som står i

tilbudsunderlaget, og alle endringer utover dette gir merkostnader som kan medføre kostnadsoverskridelse. Uklare kontrakter nevnes også i sammenheng med denne årsaken. En av prosjektlederne forklarte at uklare spesifikasjoner og kontrakter ofte fører til uenigheter mellom byggherre og entreprenør, som igjen driver kostnadene oppover i prosjektet.

Årsaker som blir trukket frem to ganger er grunnforhold, dårlig samarbeid, materialpriser, lønns- og prisstigning, kvalitetsheving og omfangsendringer. To av respondentene påpekte at økte kostnader ikke alltid var uønsket, og at man måtte skille mellom «kontrollerte kostnadsoverskridelser» og uønskede kostnadsoverskridelser.

5.1.2 Tiltak for å unngå kostnadsoverskridelser

Intervjuobjektene ble spurt om hvilke tiltak som kunne gjøres for å unngå kostnadsoverskridelser. Videre følger et sammendrag av svarene fra hver enkelt respondent.

Offentlig byggherre

Representanten fra den offentlige byggherren mener at det bør gjøres tiltak tilpasset hver enkelt usikkerhet. Markedsundersøkelser for å redusere markedsusikkerheten og grunnundersøkelser for å redusere usikkerheten knyttet til grunnforhold ble trukket frem som eksempler på tiltak som kunne iverksettes. Kontraktstrategien ble nevnt som et viktig element med tanke på å unngå kostnadsoverskridelser. Kontrakten kan for eksempel deles opp en måte som man tror at markedet responderer bra på, og hvis man ønsker å overføre mest mulig av risikoen til entreprenøren kan man velge totalentreprise. Et siste tiltak som nevnes er å sette kompetente folk som har erfaring med lignende prosjekter i prosjektorganisasjonen.

Rådgiver byggøkonomi

I begynnelsen av prosjektene er det ifølge denne respondenten veldig viktig å definere og konkretisere prosjektets målsetninger. Videre er det viktig at disse målsetningene er kjent i hele prosjektorganisasjonen slik at alle drar i samme retning. Det å holde seg til de beslutningene som tas og unngå for mye endringer underveis ble også nevnt som viktig for å unngå at kostnadene løper løpsk. Kostnadsstyrt prosjektering og prosjektoptimalisering er tiltak som respondentens bedrift ofte gjør i de prosjektene som de er involvert i for å holde kontroll på kostnadene. Å lage gode kontrakter, unngå større endringer og ha en hensiktsmessig kontraktstrategi ble trukket frem som viktige tiltak i utførelsen.

Privat eiendomsutvikler

Denne respondenten understreket viktigheten av å analysere prosjektet godt og lage gode gjennomføringsplaner. Respondenten nevnte også overføring av risiko gjennom kontraktene og ulike former for forsikringsavtaler som tiltak som kan iverksettes for å sikre seg mot eventuelle kostnadsoverskridelser. Det å gjøre gode analyser i tidligfase ble trukket frem som avgjørende for å avdekke risiko og gjøre tiltak for å sikre seg mot risikoen som er avdekket.

Prosjektleder #1

Det viktigste for å unngå kostnadsoverskridelser er ifølge denne respondenten å ha god oversikt over prosjektet. Det å ha kontroll over prosjektets rammer og hele tiden avstemme påløpte kostnader opp mot budsjettet blir trukket som avgjørende tiltak for å unngå kostnadsoverskridelser. I tillegg mente respondenten at det er viktig at endringer som dukker opp prises kontinuerlig slik at man alltid har kontroll på kostnadsutviklingen i prosjektet. På den måten kan man se når kostnadsoverskridelsene kommer og gjøre korrigerende tiltak.

Prosjektleder #2

God styring og økonomioppfølging ble av denne respondenten trukket frem som viktige faktorer for å holde kostnadene under kontroll. I rehabiliteringsprosjekter er det viktig å vurdere uforutsette forhold og eventuelt finne billigere løsninger og omprioriteringer. For å unngå kostnadsoverskridelser i nybygg er det ifølge respondenten viktig å holde seg til den planen man har lagt og unngå for store endringer underveis.

Prosjektleder #3

Nøkkelen for å få til en god kostnadsprestasjon ligger ifølge denne respondenten i forprosjektfasen. Det å ha en tilstrekkelig tid til å gjøre en ordentlig gjennomgang og utvikling av prosjektet i denne fasen trekkes frem som en viktig faktor for å kostnadsutviklingen senere i prosjektet. Da får byggherren tid til å komme med innvendingene sine før prosjektet går over i utførelsesfasen og endringene blir mer kostbare.

5.1.3 Tidligfasens betydning for kostnadsprestasjonen

Flere av respondentene var inne på tidligfasens betydning på spørsmålene om årsaker til kostnadsoverskridelser og tiltak for å unngå kostnadsoverskridelser. Respondentene ble spurt direkte om hvilken betydning de mener tidligfasen har for kostnadsprestasjonen. En oppsummering av svaret fra hver enkelt respondent er gjengitt videre i dette delkapittelet.

Offentlig byggherre

Denne respondenten hevder at tidligfasene er helt avgjørende. I tidligfasen velger man det konseptet som man tror løser behovet best, noe som er avgjørende for kostnadseffektiviteten. Det hjelper lite å bygge billig hvis man ikke har valgt riktig konsept som løser det behovet som utløste byggeaktiviteten. Da blir bygget uansett en merkostnad. Ved siden av det strategiske elementet ved valg av konsept mener respondenten at man i tidligfase legger til rette for at man styre prosjektet på en bra måte. I tidligfase bestemmes blant annet kontraktstrategi i prosjektet, i tillegg til at det gjøres tiltak som for eksempel markedsanalyse, grunnundersøkelser og forankring av konsept med bruker og oppdragsgiver. Alt dette vil ifølge respondenten redusere behovet for tilpasninger og endringer i utførelsesfasen. I tillegg ble nøyaktig estimering nevnt som en viktig faktor i tidligfasen, fordi kostnadsestimatet legger grunnlaget for økonomistyringen senere i prosjektet.

Rådgiver byggøkonomi

Denne respondenten mener at tidligfasen spiller en svært viktig rolle for kostnadsprestasjonen i prosjektet. I tidligfasen settes premissene for prosjektet, og i og med at det er få beslutninger som er låst er det her man har mulighet til å påvirke prosjektet i størst grad uten kostnadene øker betydelig. Det er viktig å legge ned et minimum av ressurser i denne fasen, men det er ikke nødvendigvis slik at det blir veldig mye bedre om man legger ned mye ressurser i tidligfasen. Det som er viktig er å gjøre de riktige tingene og finne de områdene der skoen trykker. Respondenten er av den oppfatning at det å haste inn i en utførelsesfase uten å gjøre tilstrekkelig forarbeid i tidligfasen kan få store konsekvenser for kostnadene senere i prosjektet. I enkelte tilfeller kan også reguleringsprosessen føre til at tidligfasen varer lenger enn planlagt, noe som kan gi økte kostnader for byggherren. I slike tilfeller vil det ofte være en bedre løsning å stanse prosjektvirksomheten i stedet for å holde prosjekteringen i gang.

Privat eiendomsutvikler

Det å bruke mye tid i tidligfase og planlegge godt anses som ekstremt viktig fra denne respondentens ståsted. Vedkommende tror at det er litt annerledes i eiendomssektoren enn den er for andre aktører i verdikjeden. Det er nødvendig å gi entreprenøren tilstrekkelig spillerom til å kunne legge ned en god innsats i planleggingsfasen, da det til syvende og sist er entreprenøren som skal prise arbeidene. Hvis ikke de har lagt ned en god nok innsats vil de kanskje ikke være bekvem med å ta risiko, noe som vil gjøre det dyrere for dem som prosjekteier.

Prosjektleder #1

Denne respondenten påpeker at tidligfasen er viktig fordi det er der man setter rammene og bestemmer størrelsen på reservene. Hvis byggherren har trange rammer og har bestilt et prosjekt som estimeres til å ligge tett opp til rammen med lite reserver, blir det ifølge respondenten ofte problemer med kostnadsoverskridelser. Det å sette klare mål og rammer i tidligfase er viktig for å vite hvilket nivå man skal legge seg på i utførelse og hva man skal prioritere senere i prosjektet. Det er ikke nødvendigvis ressursbruken som avgjør om tidligfasen blir vellykket, men heller at man gjør de riktige prioriteringene med de ressursene man har tilgjengelig i tidligfasen.

Prosjektleder #2

Tidligfasen har stor betydning for kostnadsprestasjonen i prosjektet ifølge denne respondenten. Først og fremst fordi man avdekker informasjon og dermed får mindre uforutsette hendelser, noe som gir bedre forutsigbarhet i prosjektet. Respondenten opplever det som lønnsomt å legge en del ressurser i skisse- og forprosjektfasen, og at det i de fleste tilfeller vil være fordelaktig med et godt gjennomarbeidet forprosjekt når man skal over i detaljprosjekteringen. Samtidig nevnes det eksempler på at man enkelte ganger har gått for langt i utviklingen av en løsning i tidligfase, noe som gav merkostnader fordi man valgte å gå for en annen løsning enn den man brukte mye ressurser på å utvikle. Det samme gjelder i totalentreprisekontrakter, der man vil få mer igjen for å overlate deler av tidligfasearbeidet til totalentreprenøren.

Prosjektleder #3

Denne respondenten var inne på hvor viktig tidligfasen er på forrige spørsmål, og konkluderer her med at tidligfasen er veldig viktig for kostnadsprestasjonen. Det at man har tenkt godt gjennom prosjektet før utførelsen og har hatt en ordentlig gjennomgang av prosjektet med byggherre og eventuelt leietaker vil gjøre at det genereres færre endringer i utførelsesfasen. Respondenten er av den oppfatning at det ofte settes av litt for lite tid til prosjektutvikling i forprosjektfasen, spesielt hvis man ikke har gjennomført et godt skisseprosjekt. Ofte er leietaker på plass allerede i forprosjektfasen og skal flytte inn i bygget til et gitt tidspunkt, og da kan det gjerne bli litt hastverk med å bli ferdig med forprosjektet og komme i gang med bygging.

Oppsummering

Det er en unison enighet blant intervjuobjektene at tidligfasen er avgjørende for kostnadsprestasjonen i et prosjekt. Følgende aspekter ved tidligfasen ble av flere av intervjuobjektene trukket frem som viktige med tanke på å bedre kostnadsprestasjonen:

- Muligheten til å påvirke prosjektet uten at endringskostnadene er store.
- Man kan tilrettelegge for en god gjennomføringsfase ved fastsetting av tydelige rammer og målsetninger.
- Muligheten for å redusere behovet for endringer og forenkle planleggingen gjennom undersøkelser og informasjonsinnhenting.

Enkelte av respondentene mente at det ofte bevilges for lite tid til prosjektutvikling i tidligfasen, spesielt til utarbeidelse av forprosjekt. Andre mente imidlertid at det ikke nødvendigvis handlet om at tiden var for knapp, men at det ofte gjøres feil prioriteringer og at prosessen dermed blir ineffektiv. Det var bred enighet om at det må legges ned et godt stykke arbeid i tidligfasen, men det er ikke nødvendigvis slik at mer ressursbruk i tidligfasen gir et bedre sluttresultat og færre kostnadsoverskridelser. Det som er viktig er at man gjør de riktige prioriteringene i tidligfasen.

5.2 Kostnadsestimering

Det andre temaet som intervjuobjektene ble spurt om var kostnadsestimering i byggeprosjekter. Spørsmålene omhandlet blant annet hvordan kostnadsestimatene blir utarbeidet, hvilke faktorer som påvirker nøyaktigheten til estimatene og hvilke prosjekter som anses som de mest utfordrende å estimere. De viktigste funnene er gjengitt i de neste delkapitlene.

5.2.1 Kostnadsestimeringsprosessen

Fremgangsmåte

I intervjuene kommer det tydelig frem at det er forskjeller i hvilken tilnærming de ulike respondentenes bedrifter har til prosessen rundt kostnadsestimering. Den offentlige byggherren har et kvalitetssystem som gir klare retningslinjer for når i prosjektet kostnadsestimater skal utarbeides og hvilke metoder som skal benyttes. I prosjekter hos denne organisasjonen skal det som et minimum utarbeides ett kostnadsestimater i tidligfase, og ett estimat rett før oppstart bygging for å få en styrings- og kostnadsramme til gjennomføringen. Det skal alltid utføres usikkerhetsanalyse i tilknytning til kostnadsestimatet. I de største prosjektene gjøres det ofte et kostnadsestimat i utførelsen for å verifisere rammen som ble satt før bygging.

Hos rådgiveren innenfor byggøkonomi er det ingen fast fremgangsmåte for hvordan kostnadsestimatene utarbeides, og det avhenger i stor grad av hva kunden ønsker av dem. Det er kunden som bestemmer hvor mye tid de kan bruke på estimeringen, som igjen påvirker fremgangsmåten. I skisse- og reguleringsfasen brukes ofte geometriske parametere, for eksempel bruttoareal eller antall enheter, som utgangspunkt for en kalkylemodell. I forprosjektfasen hentes det ut mer detaljerte mengder, ofte fra en BIM-modell, og estimatet utføres på et mer detaljert nivå. I detaljprosjekteringen gjøres det som regel en analytisk nedenfra og opp-estimering fra det laveste nivået i prosjektnedbrytningsstrukturen. I tilfeller der kunden kun ønsker et raskt estimat, for eksempel i forbindelse med tomtekjøp, hender det at det gjøres et raskt overslag basert på lignende prosjekter.

Den private eiendomsutvikleren fortalte at det i eiendomssektoren hovedsakelig er to kritiske punkter hvor man bruker ressurser på å utarbeide kostnadsestimater. Det første kritiske punktet er før man skal gi bud på en tomt. På dette stadiet av prosjektet er estimatet grovt og baserer seg på erfaringstall fra gjennomførte prosjekter. For å komme frem til et mest mulig nøyaktig estimat forsøker man å avdekke og fastsette kostnadene knyttet til de usikkerhetene som finnes i prosjektet. Det andre kritiske punktet er før salgsstart og etablering av kontrakt med entreprenør. Her utarbeides det et mer detaljert estimat basert på timer og materialer, samt innhenting av priser fra underentreprenører.

I Insenti er det ikke noen felles retningslinjer for hvordan hvordan kostnadsestimatene skal utarbeides i bedriften. En av prosjektlederne forklarte at man i skissefasen tar utgangspunkt i erfaringstall og kommer frem til et estimat ved å gange enhetsprisene på hvert fag med areal. Deretter gjøres det en justering basert på kompleksitet, kvalitetsnivå og usikkerhet i prosjektet. I forprosjektet går man mer detaljert til verks og gjør en analytisk estimering på det prosjekteringsunderlaget som er tilgjengelig. På bakgrunn av forprosjektet blir et budsjett vedtatt, og i gjennomføringsfasen rapporteres sluttprognose og kostnader fortløpende mot budsjettet som er vedtatt. En lignende fremgangsmåte beskrives av en av de andre prosjektlederne. Den siste av prosjektlederne forklarte at selve kostnadsestimeringen som regel overlates til enten kalkylesjefen i Insenti eller eksterne aktører, og at de gangene vedkommende utførte kostnadsestimater var det som regel grove estimater basert på erfaringstall.

Metoder og verktøy

Intervjuobjektene ble spurt om hvilke metoder og verktøy de vanligvis bruker i forbindelse med kostnadsestimeringen. Metodene som brukes varierer ut ifra hvilken fase prosjektet befinner seg i. Flere av intervjuobjektene fortalte at man i tidligfase som regel tar utgangspunkt i historiske kostnadstall fra gjennomførte prosjekter, enten i form av en kostnadsdatabase eller tall fra sammenlignbare prosjekter. Bruttoareal blir vanligvis brukt som parameter for å finne totalkostnaden basert på pris per kvadratmeter bygg. Respondentene opplyste om at det alltid gjøres justeringer basert på prosjektspesifikke forhold. Mot slutten av forprosjektfasen og i detaljprosjektering og utførelse har man et såpass detaljert underlag at det i all hovedsak er analytisk estimering som brukes.

Intervjuobjektene ramset opp en del ulike metoder og verktøy som de bruker i forbindelse med kostnadsestimeringen. En oversikt over metoder og verktøy som ble nevnt av respondentene er vist i **Error! Reference source not found.** De prinsipielle metodene som ble nevnt for utarbeidelse av grunnkalkyle er ikke inkludert, da respondentene opplyste om at dette varierer gjennom prosjektet som beskrevet i avsnittet over.

Tabell 19: Metoder og verktøy avdekket i intervjuene.

METODER OG VERKTØY

RESPONDENT	Usikkerhets analyse	Monte Carlo-simulering	Sensitivitets analyse	Excel	ISY Calcus	Norsk prisbok	Erfaringstall	BIM
OFFENTLIG BYGGHERRE	X	X		X		X	X	
RÅDGIVER BYGGØKONOMI	X			X	X	X		X
PRIVAT EIENDOMSUVIKLER			X	X				
PROSJEKTLEDER #1				X	X	X		
PROSJEKTLEDER #2				X		X	X	
PROSJEKTLEDER #3						X	X	
SUM	2	1	1	5	2	5	3	1

MS Excel og Norsk Prisbok er de verktøyene som er mest utbredt blant respondentene. Norsk Prisbok er et digitalt oppslagsverk for den norske byggebransjen med en oppdatert kostnadsdatabase for ulike bygningstyper, bygningsdeler og bygningselementer som av respondentene brukes til å hente ut priser. MS Excel brukes til å utarbeide selve kalkylemodellen og beregne kostnadsestimatet. Tre av respondentene fortalte at de i tillegg bruker erfaringstall fra

gjennomførte prosjekter i egen organisasjon til å innhente prisinformasjon til kostnadsestimeringen. Kun to av respondentene rapporterte at de ofte gjør systematiske usikkerhetsanalyser i forbindelse med kostnadsestimatene.

5.2.2 Faktorer som påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene

Intervjuene avdekket flere faktorer som kan påvirke nøyaktigheten til kostnadsestimatene. Mange av respondentene nevnte informasjonstilgjengelighet som en svært viktig faktor for å treffe på kostnadsestimatene. Kostnadsestimatene baseres seg på informasjon, og jo mer informasjon som er tilgjengelig, jo mer nøyaktig blir estimatene. En av respondentene var også inne på prosjektets modenhet med tanke på beslutninger som en viktig faktor. Dersom få beslutninger er tatt er usikkerheten stor, og nøyaktigheten til kostnadsestimatet blir lavere. Hvilken fase prosjektet befinner seg i er med andre ord viktig for hvilken nøyaktighet man kan forvente av et kostnadsestimat.

Respondenten fra den offentlige byggherren mente at prosjektkompleksitet er en faktor som gjør det mer utfordrende å estimere kostnadene nøyaktig. Spesialprosjekter som ikke er bygget så mange ganger før og som det er vanskelig å finne prisinformasjon om i kostnadsdatabaser ble trukket frem som særlig utfordrende. To av prosjektlederne påpekte at kvaliteten på underlaget er viktig for å kunne estimere nøyaktig, og at det er helt essensielt at man har gjort en skikkelig avklaring om kvalitetsnivået som ønskes. Det å forstå risikoene som eksisterer i et prosjekt ble av eiendomsutvikleren ansett som den aller viktigste faktoren for å treffe på estimatene.

De viktigste faktorene som ble nevnt i intervjuene var:

- Informasjonstilgjengelig.
- Prosjektkompleksitet.
- Prosjektets modenhet.
- Prosjektfase.
- Kvalitet på underlag.
- Risikoforståelse.

5.2.3 Utfordrende prosjekter

Avslutningsvis ble intervjuobjektene spurt om hvilke typer prosjekter de anser som mest utfordrende med tanke på kostnadsestimering og -styring. Flere av respondentene var inne på at

store og komplekse prosjekter er de mest utfordrende prosjektene i denne sammenhengen. Respondenten fra konsultentselskap innen byggøkonomi forklarte at det i store prosjekter blir veldig store prosjekteringsgrupper, noe som gjør at informasjonsflyten blir utfordrende og at det er vanskelig å få oversikt over prosjektet. Respondenten fra den offentlige byggherren hevdet at unike, spesielle prosjekter er de mest utfordrende, siden det er få sammenlignbare prosjekter som man kan hente ut kostnader fra. I slike prosjekter må det gjerne hentes inn spesialkompetanse fra eksterne spesialister. Unike prosjekter som ikke er gjennomført før var også noe som ble trukket frem av respondenten fra den private eiendomsutvikleren.

Alle de tre prosjektlederne fra Insemi trakk frem rehabiliterings- og ombyggingsprosjekter som utfordrende i kostnadsestimeringsøyemed. Årsaken er at det ofte er uforutsette ting som dukker opp i denne typen prosjekter, og hvis man ikke har gjort gode nok undersøkelser i forkant er man nødt til å gjøre mange antagelser. Eldre rehabiliteringsprosjekter der dokumentasjonen på det eksisterende bygget er mangelfull blir nevnt som spesielt utfordrende. Nybyggprosjekter har generelt mindre uforutsett, selv om grunnforhold er en faktor som kan medføre store kostnadsøkninger. En av prosjektlederne mente at små prosjekter kan være utfordrende, fordi små kostnadsøkninger kan gi prosentvis store avvik fra estimert kostnad sammenlignet med store prosjekter.

De prosjektene som ble nevnt som mest utfordrende av respondentene var:

- Store prosjekter.
- Komplekse prosjekter.
- Unike, spesiell prosjekter.

6 Diskusjon

I denne avhandlingen har litteraturstudie av eksisterende teori, dokumentstudie av gjennomførte byggeprosjekter og intervjuer blitt brukt til å innhente data som kan bidra til å besvare oppgavens forskningsspørsmål. I dette kapittelet diskuteres funnene som er gjort, og resultatene fra undersøkelsene i kapittel 4 og 5 sammenlignes og vurderes opp mot det teoretiske grunnlaget fra kapittel 3. Avslutningsvis i kapittelet diskuteres valg av forskningsmetode med tanke på å besvare oppgavens problemstilling, samt kvalitet på innsamlet data og svakheter ved metoden.

6.1 Kostnadsutvikling og estimatavvik

Kostnadsutviklingen i byggeprosjekter er i denne avhandlingen blitt studert både gjennom litteraturstudie, casestudie og intervjuer. I litteraturstudien er det flere funn som indikerer at kostnadsoverskridelser er et tilbakevendende problem i bygg- og anleggsprosjekter. De fleste av de omfattende studiene som er funnet er gjort på transportinfrastrukturprosjekter, og gjennomsnittlig kostnadsoverskridelse i disse studiene varierer mellom 28% og 7,9%. Årsaken til at det i hovedsak er studier av transportinfrastrukturprosjekter som er identifisert er trolig at dette som regel er offentlige prosjekter der kostnadsdata er mer tilgjengelig enn hos prosjekter i privat regi. Transportinfrastrukturprosjekter har imidlertid store likhetstrekk med byggeprosjekter når det kommer til planlegging og gjennomføring, og det er derfor nærliggende å tro at kostnadsutviklingen i slike prosjekter er sammenlignbar med kostnadsutviklingen i byggeprosjekter.

Dataene fra casestudien indikerer at kostnadsoverskridelser er et problem også i byggeprosjekter. Beslutning om å gjennomføre byggeprosjektet tas ofte i forprosjektet før kontrahering av entreprenør, og det gjennomsnittlige relative estimatavviket fra forprosjektet til sluttkostnaden er i prosjektutvalget på 18,2%. Dette estimatavviket legger seg omtrent midt i det spennet av prosentvis kostnadsoverskridelse som ble avdekket i litteraturstudien. Gjennomsnittlig relativt estimatavvik reduseres etter hvert som prosjektet modnes, fra 44,3% i skissefasen til 7,7% i utførelsen. Det at kostnadsestimatene blir mer og mer treffsikre utover i prosjektene er i tråd med beskrivelsen i ACEIs estimatklassematrise (Figur 12) og det som blir beskrevet av respondentene i intervjuene. Det er verdt å merke seg at avviket mellom prognosen i utførelsen og sluttkostnaden er relativt høy. Dette til tross for at prognosen er hentet fra perioden rundt milepælen «tett bygg», som ofte er ganske sent i byggeprosessen. Dette tyder på at de uforutsette

kostnadsoverskridelsene først blir synlige helt mot slutten av prosjektet, noe som gjør det utfordrende å gjøre korrigerende tiltak for å unngå kostnadsoverskridelser.

6.2 Faktorer som kan bidra til kostnadsoverskridelser

Årsakene til at byggeprosjekter opplever kostnadsoverskridelser er mange og sammensatte. Det kan være vanskelig å peke på generiske årsaker da dette kan variere fra prosjekt til prosjekt. I tillegg er det ikke nødvendigvis slik at en påvist sammenheng mellom to ulike variabler betyr at det er en årsakssammenheng mellom variablene. Det blir derfor mer presist å si at momentene som trekkes frem i denne diskusjonen er faktorer som kan medføre kostnadsoverskridelser i et byggeprosjekt.

6.2.1 Prosjektvarighet

Flere av studiene i litteraturstudien fant ut at prosjektvarigheten har en innvirkning på kostnadsprestasjonen. Tre av de utvalgte studiene fant en positiv korrelasjon mellom gjennomføringstid og prosentvis kostnadsoverskridelse, noe som indikerer at lenger gjennomføringstid tenderer til å gi større prosentvis kostnadsoverskridelse. En mulig forklaring på denne sammenhengen er at usikkerheten er større i et prosjekt som varer lenger. Sannsynligheten for at prisene endrer seg eller at noe uforutsett skal skje blir større jo lenger varighet prosjektet har. I tillegg vil forsinkelser i fremdriften ofte være et resultat av et eller annet uforutsett har oppstått i et prosjekt, noe som igjen påvirker kostnadsbildet negativt. Studien til Odeck (2004) fant imidlertid ut at lenger gjennomføringstid kun medførte større kostnadsoverskridelse opp til ett visst punkt. Ved gjennomføringstid over 200 uker viste det seg faktisk at prosentvis kostnadsoverskridelse i prosjektutvalget var synkende. En mulig forklaring på dette er at prosjekter med lenger gjennomføringstid gir bedre muligheter for kostnadsstyring og kontroll med kostnadene. Det skal sies at det var en relativt liten andel av prosjektene i den nevnte studien som hadde gjennomføringstid på over 200 uker, så observasjonen kan ha vært en ren tilfeldighet.

Alle de nevnte studiene undersøkte sammenhengen mellom varigheten på selve gjennomføringen og kostnadsprestasjonen. I casestudien var det varigheten på tidligfasen som ble undersøkt. Syv av de ti prosjektene i prosjektutvalget hadde dokumentasjon som gjorde det mulig å finne varigheten på tidligfasen, og blant disse syv prosjektene var det ingen observerbar sammenheng mellom overskridelse av budsjett og varighet på tidligfasen. Dette underbygger påstanden flere av

intervjuobjektene var inne på om at det ikke nødvendigvis er tidsbruken i tidligfasen som er avgjørende, men heller kvaliteten på det arbeidet som gjøres. En av respondentene var inne på at tiden i forprosjektet ofte blir knapp, og at lenger varighet vil gi byggherren bedre muligheter til å tenke gjennom prosjektet og gjøre endringer før det blir veldig kostbart. Samtidig kan lenger varighet på tidligfasen også være et resultat av problemer med å få de nødvendige godkjenningene for å kunne starte opp byggearbeidene. Varigheten på tidligfasen kan med andre ord både ha positive og negative virkninger på kostnadsprestasjonen. Med et såpass lite prosjektutvalg er det vanskelig å finne en sammenheng da utliggerer får stor betydning, og det kan derfor være at flere prosjekter i prosjektutvalget hadde gitt en observerbar sammenheng.

6.2.2 Prosjektstørrelse

Det er vanskelig å slå fast om prosjektstørrelse er en faktor som kan bidra til kostnadsoverskridelser i et byggeprosjekt. Funnene i litteraturstudien er sprikende på dette området. En av studiene fant ingen sammenheng, mens to av studiene fant ut at mindre prosjekter opplevde større prosentvis kostnadsoverskridelse. I intervjuene ble større prosjekter trukket frem som utfordrende med tanke på kostnadsestimering av to av intervjuobjektene, mens en av intervjuobjektene mente at mindre prosjekter er mer utfordrende fordi det skal mindre til for å få en større prosentvis overskridelse.

Hvis man ser bort fra ett stort prosjekt i prosjektutvalget, som skilte seg ut med en særegen kostnadsprestasjon, er det indikasjoner på at prosjektstørrelse kan ha noe å for kostnadsprestasjonen. Ser man bort fra det nevnte prosjektet var det de største prosjektene som opplevde de største kostnadsoverskridelsene. Disse resultatene var mer i tråd med det flere av respondentene nevnte i intervjuene. Med så sprikende resultater er det imidlertid sannsynlig at prosjektstørrelse ikke har så stor betydning for kostnadsprestasjonen sammenlignet med andre faktorer.

6.2.3 Uforutsette forhold

Uforutsette forhold er den årsaksfaktoren som blir nevnt av flest i intervjuene. Begrepet er forholdsvis bredt og uklart, og kan omfavne både eksterne og interne forhold i prosjektet. Det sier seg selv at uforutsette hendelser kan få stor betydning for hvordan kostnadene utvikler seg sammenlignet med det som ble estimert, da man kun estimerer på bakgrunn av det som foreligger ved estimeringstidspunktet. Det man imidlertid vet er at det kommer til å dukke opp uforutsette

forhold i et prosjekt, og det å planlegge for uforutsette hendelser og gjøre snarlige tiltak for å minimere kostnadskonsekvensen er avgjørende for at det ikke skal få for store innvirkninger på kostnadsbildet.

Usikkerhetsavsetningen er konstruert for å dekke uforutsette forhold som kan oppstå, og i enkeltprosjekter er det forståelig at usikkerhetsavsetningen noen ganger overskrides som følge av uforutsette hendelser. Dersom uforutsette forhold er det som fører til at prosjekter i gjennomsnitt opplever kostnadsoverskridelser, tyder det på at størrelsen på usikkerhetsavsetningen er for liten. Som flere av intervjuobjektene er inne på kan gode undersøkelser i planleggingsfasen minimere antallet uforutsette hendelser og sørge for at det settes av nok reserver til å kunne håndtere konsekvensene av de uforutsette hendelsene.

6.2.4 Dårlige spesifikasjoner

I intervjuene ble dårlige spesifikasjoner i tilbudsunderlaget trukket frem som en fremtredende årsak til kostnadsoverskridelser. Entreprenøren priser tilbudet sitt basert på de spesifikasjonene som er gitt i tilbudsunderlaget, og eventuelle feil og mangler vil bli behandlet som endringer som entreprenøren skal ha ekstra betalt for. Hvor stor betydning dette har for kostnadsprestasjonen avhenger blant annet av entrepriseform og kontraktstype. I en generalentreprise med fastpriskontrakt er det veldig viktig at spesifikasjonene er gode, mens i en totalentreprise med regningsarbeidskontrakt har det mindre å si da godtgjørelsen beregnes på bakgrunn av medgåtte timer og materialer. Hvis underlaget ikke er tilstrekkelig definert vil det også være mer utfordrende å estimere kostnadene. I tillegg kan uklare spesifikasjoner føre til uenighet mellom partene om hva som skal leveres, noe som kan føre til konflikter og redusert produktivitet i utførelsesfasen.

6.2.5 Kontraktstrategi

Prosjektets kontraktstrategi er i stor grad bestemmende for hvordan prosjektet gjennomføres og hvor risiko plasseres i prosjektet. Entrepriseform og kontraktstype er blant de viktigste valgene som tas med tanke på plassering av ansvar og risiko mellom aktørene i et prosjekt. Dokumentstudien undersøkte sammenhengen mellom entrepriseform og kontraktstype i prosjektutvalget og kostnadsutviklingen. Det var svært liten forskjell mellom totalentrepriseprosjektene og prosjektene gjennomført med delte entrepriser i en CM-modell når det kommer til relativt estimatavvik fra budsjett. Sorteterer man prosjektene basert på kontraktstype ser man at det er en forskjell i relativt

estimatavvik, med 11,9% i prosjektene med regningsarbeider og 15,5% i prosjektene med fastpris. Dette funnet er noe overraskende, da fastpriskontrakt i utgangspunktet skal være mer forutsigbar for byggherren med tanke på sluttkostnaden. En mulig forklaring er at det er gjort større endringer i fastpriskontraktene, og at endringene prises høyere i en fastpriskontrakt. Tabell 14 viser at fastpriskontraktene har nesten dobbelt så høy andel endringskostnader, og også større andel byggherreinitierte endringer. Det kan være at feil vederlagsmodell er valgt i akkurat disse prosjektene, og at regningsarbeider ville gitt mindre kostnadsoverskridelse. Med så få prosjekter i prosjektutvalget er det imidlertid vanskelig å fastslå om forskjellen er reell eller om den skyldtes tilfeldigheter.

6.2.6 Prosjektkompleksitet

Prosjektkompleksitet er en faktor som blir trukket frem både i litteraturstudien og av intervjuobjektene. Flere av respondentene nevnte at det å ha god oversikt over prosjektet er viktig for å kunne ha kontroll på kostnadene. I komplekse prosjekter er det gjerne mange ulike aktører som er involvert i prosjektet på samme tid, noe som gjør det mer utfordrende å holde oversikten. Det stilles samtidig større krav til prosjektadministrasjonen for å få til en effektiv informasjonsflyt gjennom prosjektet. De nevnte momentene vil gjøre det vanskeligere både å estimere nøyaktig og styre kostnadene mot budsjett.

BREEAM-sertifisering er ikke nødvendigvis et godt mål på prosjektets kompleksitet, men det å skulle sertifisere et bygg bringer inn en del momenter som gjør prosjektet mer komplekst. Det stilles ulike krav for å få sertifisert bygget til de ulike nivåene i BREEAM-klassifiseringen, og generelt vil det kreve mer ressurser jo høyere nivå man ønsker å oppnå. Det ble imidlertid ikke funnet noen klar sammenheng mellom budsjettoverskridelse og nivå av BREEAM-sertifisering. Faktisk var det prosjektet som hadde sluttkostnad nærmest det som var budsjettetert som hadde den høyeste BREEAM-sertifiseringen. Dette tyder på at man har utarbeidet gode rutiner for å estimere kostnaden for å BREEAM-sertifisere et bygg. BREEAM-sertifisering stiller krav til dokumentasjon og kontroll i prosjektet, noe som kan gjøre det enklere å holde kontroll på kostnadene.

6.3 Endringer

6.3.2 Endringenes betydning for kostnadsprestasjonen

Resultatene fra dokumentstudien viser at endringer har stor betydning for kostnadene i et prosjekt. Gjennomsnittlig endringskostnad i de ni prosjektene hvor endringskostnadene var oppgitt var på litt over 80 millioner kroner, noe som tilsvarte 13,9% av gjennomsnittlig, faktisk entreprisekostnad. I enkelte av prosjektene var endringskostnaden helt oppe i 20% av entreprisekostnaden. Det er liten tvil om at endringer kan gi store kostnadseskaleringer i utførelsesfasen av et prosjekt. Disse funnene er helt i tråd med teorien om at endringer i utførelsesfasen kan være kostbare, da kontraktene er inngått og mange beslutninger er låst. Samtidig kan endringer være nødvendig for å nå prosjektets samfunns- og effektmål, samtidig som at det kan gi bedret lønnsomhet som følge av en større oppside knyttet til inntekter enn nedside ved ekstra kostnader. Temaet i denne oppgaven er imidlertid kostnader, og det er derfor kun kostnadssiden ved endringer som blir betraktet.

I intervjuene ble endringer hyppig nevnt som en årsak til kostnadsoverskridelser. Som respondenten fra rådgiverbedriften var inne på er det endringer som iverksettes sent i prosjektene som er mest kritisk med tanke på kostnadseskalering. Mot slutten av prosjektene er kontraktene signert og fremdriften planlagt, og endringer kan forstyrre arbeidsflyten og dermed få konsekvenser utover entreprisen som gjennomfører endringen. I totalentrepriser, hvor totalentreprenøren har planlagt fremdriften og har det overordnede ansvaret for gjennomføringen, kan endringer som forstyrrer fremdriften bli kostbart.

Det er flere tiltak som kan gjøres for å redusere endringskostnadene i et prosjekt. Først og fremst er det viktig å adressere behovet for fleksibilitet i prosjektet. Deretter bør man planlegge gjennomføringen slik at man har den nødvendige fleksibiliteten. Dette kan for eksempel gjøres ved å velge en kontraktstrategi som gir større fleksibilitet i utførelsen. Som rådgiveren innen byggøkonomi var inne på er det også mulig å få ned prisnivået på endringer ved å legge inn opsjoner i kontrakten. Dette forutsetter imidlertid at man har gjort en grundig gjennomgang av behov i tidligfasen, slik at man vet hvilke alternative løsninger som kan være aktuelle i utførelsen.

6.3.1 Type endringer i prosjektutvalget

Et av forskningsspørsmålene omhandlet hva slags type endringer og avvik som har størst innvirkninger på kostnadsbildet i et prosjekt. For å undersøke dette ble det skilt mellom byggherreinitierte endringer og endringer som skyldes andre forhold i prosjektene i dokumentstudien. Byggherreinitierte endringer omfatter i denne sammenheng alle endringer som enten leietaker eller byggherren har beordret. Av de endringene som ble undersøkt var 64,1% av endringskostnadene et resultat av byggherreinitierte endringer, mens de resterende 35,9% av endringskostnadene skyldtes andre forhold som avvik eller mangler i beskrivelsen eller endrede forutsetninger. Den høye andelen byggherreinitierte endringskostnader indikerer at prosjektene i prosjektutvalget har hatt et stort behov for fleksibilitet i utførelsen. Behovet for fleksibilitet er noe som burde vært adressert og hensyntatt ved valg av kontraktstrategi. Dersom en byggherre har et prosjekt hvor man ønsker fleksibilitet i utførelsen, samtidig som kapasiteten til å styre prosjektet er begrenset, vil det i et kostnadsperspektiv være mer hensiktsmessig å velge en CM-modell med regningsarbeider fremfor totalentreprise med fastpris.

Et interessant funn som underbygger påstanden om at valg av entrepriseform kan ha vært lite gjennomtenkt i enkelte av prosjektene er at totalentrepriseprosjektene i gjennomsnitt har nesten dobbelt så høy andel endringskostnader som CM-prosjektene. Dette strider litt mot teorien presentert i delkapittel 3.1.6, hvor det påpekes at en integrasjonsbasert kontraktstrategi skal gi en mer forutsigbar sluttkostnad for byggherren fordi mer av ansvaret overføres til entreprenøren. De fleste av totalentrepriseprosjektene hadde fastpriskontrakt mellom byggherre og entreprenør, men det betyr absolutt ikke at den avtalte kontraktsummen er den prisen byggherren må betale til slutt. Dersom byggherren kommer med endringsordre skal entreprenøren ha ekstra betalt, og siden endringskostnadene er høyere i totalentrepriseprosjektene enn i CM-prosjektene kan det tyde på at endringene prises høyere i totalentrepriser enn i utførelsesentrepriser.

Det faktum at brorparten av prosjektene er næringsbygg kan være en årsak til at gjennomsnittlig endringskostnad i prosjektutvalget er så høyt som 13,9% og at omtrent 2/3 av endringskostnadene skyldes byggherreinitierte endringer. Som nevnt i teoridelen er brukermedvirkningen ofte større i næringsbygg enn i boligbygg, noe som kan føre til at det iverksettes flere endringer i utførelsen. Dette gjelder spesielt hvis leietaker først kommer på plass i selve utførelsen. I den prosjektspesifikke delen av intervjuet med en av prosjektlederne kom det frem at dette var tilfellet i et av prosjektene som ble studert. Resultatet av den sene involveringen av leietaker var at byggherren iverksatte mange endringer sent i prosjektet, og både andelen byggherreinitierte

endringskostnader og totale endringskostnader ble høyere enn i mange av de andre prosjektene i prosjektutvalget. Med flere boligprosjekter i prosjektutvalget er det sannsynlig at andelen byggherreinitierte endringer ville vært lavere enn det er i dette prosjektutvalget.

6.4 Tidligfasen

6.4.1 Innvirkning på kostnadsprestasjonen

Funnene som er gjort i litteraturstudien tyder på at tidligfasen er veldig viktig med tanke på holde seg innenfor budsjett og unngå kostnadsoverskridelser. De to viktigste prosessene i tidligfasen er å velge konsept og planlegge utførelsen av det valgte konseptet. Førstnevnte prosess er viktig for prosjektets langsiktige verdiskaping. Som respondenten fra den offentlige byggherren var inne på vil et konsept som ikke løser et behov kunne betraktes som et lite kostnadseffektivt prosjekt, da man ikke får den ønskelige verdien av de økonomiske ressursene som brukes. Dersom man finner ut at det planlagte konseptet ikke løser behovene som var utløsende for tiltaket må det gjøres store endringer som kan få store konsekvenser for kostnadene i prosjektet og samfunnet for øvrig. Planleggingen av utførelsen i tidligfasen vil påvirke kostnadsutviklingen senere i prosjektet direkte. Dette ble påvist i en av studiene identifisert i litteraturstudien, hvor det ble funnet en sammenheng mellom kvaliteten på tidligfasen og tids- og kostnadsoverskridelser.

Det at tidligfasen er viktig for kostnadsprestasjonen er en oppfatning som deles av respondentene med praktisk erfaring fra byggeprosjekter. For det første kan man ved å legge ned en god innsats i tidligfasen gjøre at behovet for endringer reduseres, noe som igjen vil redusere sannsynligheten for tids- og kostnadsoverskridelse. I tillegg vil et veldefinert prosjekt med klare og tydelige målsetninger gjøre det enklere for aktørene å samarbeide og gjøre de riktige prioriteringene i prosjektet. Som flere av respondentene påpeker er det i tidligfasen det er minst kostbart å påvirke prosjektet, og denne fasen bør derfor utnyttes til det fulle.

6.4.2 Varighet og ressursbruk

For å gjennomføre en god tidligfase er man nødt til å legge ned ressurser til å utvikle prosjektet og gjøre nødvendige undersøkelser. Som flere av respondentene var inne på er det viktig å legge ned tilstrekkelig med ressurser i denne fasen, men mange av respondentene hevdet også at det ikke nødvendigvis er en sammenheng mellom kostnader i tidligfasen og hvor vellykket tidligfasen blir. For å undersøke betydningen av ressursbruken i tidligfasen for kostnadsprestasjonen ble det i dokumentstudien sett om det var en sammenheng mellom prosentvis kostnadsoverskridelse og

kostnadene forbundet med tidligfasen. Det ble ikke funnet noen sammenheng her, noe som underbygger det som ble sagt i intervjuene. Så lenge det avsettes nok midler til å gjennomføre de nødvendige prosessene er det mer avgjørende at kvaliteten på arbeidet i tidligfasen er god nok, og at de riktige undersøkelsene og beslutningene tas.

Varigheten på tidligfasen er også en faktor som har blitt undersøkt i denne studien. Noen av respondentene mente at man i enkelte tilfeller hadde litt for mye hastverk med å komme i gang med utførelsen, og at forprosjektfasen hadde en tendens til å bli litt for kort. Samtidig kan problemer i reguleringsprosessen føre til stillstand i prosjektet og at tidligfasen blir mye lengre enn planlagt, noe som heller ikke er gunstig. Analysen av prosjektene i dokumentstudien viser at det ikke er noen klar sammenheng mellom varigheten på tidligfasen, definert som skisse- og forprosjektfasen, og avviket fra budsjett. Dette tyder på at varigheten av tidligfasen ikke er av stor betydning for kostnadsprestasjonen, og at det er andre forhold som har større betydning for kvaliteten på tidligfasen enn varigheten.

I utgangspunktet var det ønskelig å undersøke objektive mål som kan gjenspeile innsatsen som ble lagt ned i tidligfase, og se om det var noen sammenheng med kostnadsprestasjonen. Det hadde derfor vært mer relevant å se på timebruken i tidligfasen i stedet for varigheten, da dette er et bedre mål på arbeidsmengden. Det er mange forhold som kan påvirke varigheten på tidligfasen, som ikke nødvendigvis påvirker kvaliteten på det arbeidet som gjøres. Årsaken til at varighet ble valgt fremfor timeforbruk var at det var lettere å finne dokumentasjon på varigheten enn timeforbruket. I tillegg henger timeforbruket i større grad sammen med pengebruken, og det ble derfor ansett som lite hensiktsmessig å undersøke begge disse variablene.

6.4 Kritiske faktorer for kostnadsestimatenes nøyaktighet

For å kunne gjøre tiltak for å forbedre kostnadsestimeringen i prosjekter er man nødt til å vite hvilke faktorer som påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene. Faktorer som går igjen i flere av de identifiserte studiene er blant annet informasjonstilgjengelighet, kvaliteten på planleggingen, prosjektdefinering, tilgjengelig tid til estimering, prosjektledelsens erfaring og markedsforhold. Informasjonstilgjengelighet var også noe som ble nevnt av flere av respondentene, i tillegg til prosjektkompleksitet, prosjektfase, kvaliteten på underlaget og risikoforståelse. Jo mer informasjon som er tilgjengelig i prosjektet, jo lettere er det både å estimere kostnader og vurdere

risiko. For å kunne estimere nøyaktig er det derfor viktig å sørge for at man tilegner seg nok informasjon gjennom å gjøre gode undersøkelser og definere prosjektet tilstrekkelig.

Studien til Dandan et al. (2020) er interessant fordi den får frem hvordan faktorene som påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene endrer seg gjennom prosjektet. I de tidlige prosjekteringsfasene er det prosjektbeskrivelsen som er den viktigste faktoren, sammen med blant annet tilgjengelig tid- og mannskap til estimering, bruk av sjekklister, prosjektkompleksitet og estimeringsmetode. I detaljprosjekteringen er det imidlertid endringer, prosjektledelsens erfaring og kommunikasjon mellom prosjekteier og prosjekteringsteam som er de mest kritiske faktorene med tanke på å oppnå ønsket nøyaktighet på kostnadsestimatene. Dette betyr at det i tidligfase er selve estimeringsprosessen som er viktig. Senere i prosjektet, når prosjekteringsunderlaget er veldefinert, er det selve styringen mot kostnadsestimatene og ikke estimeringen i seg selv som er utfordrende.

I intervjuene er det også tydelig å se at faktorene som ble nevnt bærer preg av hvilken rolle respondenten har i byggeprosessen i det daglige. Prosjektlederne i Insenti, som involveres på et eller annet tidspunkt i tidligfasen og er med i hele gjennomføringen, var opptatt av viktige styringsprinsipper som det å ha oversikten i prosjektet. Rådgiveren innen byggøkonomi, som har kostnadsestimering som sin kjernevirksomhet, var på sin side mer opptatt av viktigheten av informasjonstilgjengelighet. Eiendomsutvikleren, som er mest involvert i veldig tidlige stadier av prosjektet og kun tar overordnede beslutninger i gjennomføringen, nevnte risikoforståelse og informasjonsinnhenting som de viktigste faktorene for få nøyaktige kostnadsestimater.

Sammenligner man funnene i litteraturstudien med det som ble funnet i intervjuene ser man at ingen av respondentene nevner estimeringsmetode, en faktor som er hyppig nevnt i litteraturstudien. Spesielt i tidligfase anses valg av estimeringsmetode som en viktig faktor for nøyaktigheten til kostnadsestimatene. Som nevnt i teoridelen finnes det mange ulike estimeringsmetoder med ulike egenskaper. Enkelte produserer raske estimater og er enkle å forstå, men dette kan gå på bekostning av nøyaktigheten. Andre metoder er mer tidkrevende og avanserte, men produserer til gjengjeld nøyaktige estimater. Årsaken til at estimeringsmetode ikke nevnes av respondentene kan være at det er vanlig å holde seg til den metoden man er vant med og som man er trygg på at man behersker, og at man derfor ikke får erfaring med flere metoder. En annen årsak kan være at det er vanskelig å sammenligne ulike estimeringsmetoder, da man i virkelige prosjekter ikke bruker flere ulike metoder på det samme estimeringsgrunnlaget. Dette

gjøres imidlertid i forskningen, og da finner man at valg av estimeringsmetode er en faktor som påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene.

6.5 Tiltak for å forbedre estimeringsprosessen

Kostnadsutviklingen i prosjektutvalget viser tydelig at kostnadene underestimeres i tidligfasen. Avvikene er innenfor det forventede usikkerhetsspennet som er angitt i de ulike estimatklassene av ACEI, men det at kostnadene underestimeres i mer eller mindre alle prosjektene indikerer at kostnadsestimeringen kan forbedres.

Først og fremst er det viktig å definere prosjektets målsetninger og rammer for å finne ut hvor mye ressurser som skal legges i kostnadsestimering. Hvis de økonomiske rammene er trange og lønnsomhet er et viktig mål bør det kanskje settes av mer midler og tid til å gjøre grundige kostnadsestimater enn hvis økonomien er underordnet de øvrige målsetningene. I tillegg bør det utarbeides klare retningslinjer for hvordan kostnadsestimeringen i bedriften skal være. Dette vil gjøre at kostnadsestimeringsprosessen blir mer systematisert, i tillegg til at man sørger for at prosessen er slik man ønsker i hele bedriften.

Som nevnt i forrige delkapittel er tilstrekkelig informasjon om prosjektet viktig for å kunne estimere kostnadene nøyaktig i tidligfase. Man må derfor sørge for å definere prosjektet tilstrekkelig, lage en tydelig prosjektbeskrivelse og gjøre gode undersøkelser. I tillegg burde man, i alle fall i komplekse prosjekter, gjøre en systematisk vurdering av usikkerhetene i prosjektet. På den måten vil man ha et mye bedre grunnlag for å vurdere størrelsen på usikkerhetsavsetning. Dette vil i de fleste tilfeller gi et mer nøyaktig estimat enn det å bruke en tilfeldig prosentsats, forutsatt at de vurderingene som er gjort i usikkerhetsanalysen er gode. I flere av prosjektene i prosjektutvalget var reserven som ble lagt til grunnkalkylen på 10-15%. Basert på de undersøkelsene som er gjort her bør prosentsatsen være mye høyere i starten, og gradvis reduseres etter hvert som usikkerheten reduseres utover i prosjektet.

Ut ifra funnene i dokumentstudien og intervjuene virker det som at metodene som brukes å estimere kostnader i norske byggeprosjekter er veldig tradisjonelle. Estimatenes er i hovedsak basert på erfaringstall og subjektive vurderinger, og moderne metoder som tar i bruk kunstig intelligens virker å være lite utbredt. I prosjektoppgaven jeg skrev om samme tema ble det identifisert flere studier som viste at syntetiske metoder, spesielt metoder som brukte kunstige

nevrale nettverk, produserte mer nøyaktige estimater enn tradisjonelle metoder. Syntetiske metoder kan prosessere mye større mengder data og finne flere sammenhenger enn tradisjonelle metoder, og skal man tro forskningen er dette fremtiden innen kostnadsestimering. Det kan derfor være verdt å følge med på utviklingen på dette området, og vurdere å ta det i bruk for å bedre nøyaktigheten til tidligfaseestimatene.

Dokumentasjon av prosessen og forutsetninger som ligger til grunn for estimatet er også noe som kan være nyttig og føre til at kostnadsestimeringen over tid bedres. Det var utfordrende å finne informasjon om hvordan prosessen rundt utarbeidelsen av estimatene var og hvilke forutsetninger som lå til grunn for estimatene i dokumentstudien. Ved å forbedre dokumentasjonen vil man ha bedre forutsetning for å kunne foreta sluttevalueringer, slik at man kan lære av de feilene som er gjort og gjøre kontinuerlige forbedringer av prosessen. I tillegg vil sporbarheten i prosjektet bli bedre, noe som kan være fordelaktig dersom det blir utskiftninger i prosjektadministrasjonen i løpet av prosjektet.

6.6 Vurdering av forskningsmetoden

I dette delkapittelet gjøres det en vurdering av metoden som er brukt til å innhente data i denne oppgaven. I tillegg gjøres det en vurdering av svakheter ved de undersøkelsen som er gjort.

6.6.1 Litteraturstudie

Litteraturstudien ble gjennomført på en semisystematisk måte. Dette innebærer at det var strenge retningslinjer for fremgangsmåten for å innhente litteratur, men selve utvelgelsen ble gjort basert på subjektive evalueringskriterier. Dette var en metode som fungerte bra, og som bidro til at relevant informasjon ble identifisert. Enkelte av søkefrasene ga imidlertid store mengder treff, og søkefrasene kunne med fordel vært raffinert og omformulert for å redusere antall treff og finne mer relevante studier. Bruk av snowballing-metoden gjorde imidlertid at mange gode studier ble inkludert, og det ble derfor gjort en vurdering på at det ikke var nødvendig å gjennomføre et raffinert søk etter hovedsøket.

6.6.2 Casestudie

Det var en tidkrevende prosess å innhente relevant data fra prosjektene. Selv om mappestrukturen var lik i prosjekthotellet til alle prosjektene var det forskjeller i dokumentplasseringen, noe som

førte til at datainnhenting ble detektivarbeid. For å forenkle documentsøket tok jeg kontakt med de respektive prosjektlederne, noe som effektiviserte prosessen og gjorde at jeg fant de dokumentene jeg ønsket. Siden Insenti kun jobber som byggherrens representant var det ikke alle kostnadsestimater som var mulig å finne i prosjekthotellet til Insenti. Det var også vanskelig å vite om kostnadsestimatene inkluderte alle kostnader, eller om byggherren holdt noen av kostnadene for seg selv. I og med at oppgaven har et byggherreperspektiv hadde det mest ideelle vært å ha direkte tilgang til byggherrens dokumenter, men det ble ikke brukt tid på dette i denne oppgaven.

6.6.3 Intervjuer

Dataen som ble innhentet gjennom semistrukturerte intervjuer med erfarne prosjektledere, eiendomsutviklere og eksperter på kostnadsestimering fungerte som et bra kvalitativt supplement til de kvantitative, objektive dataene som ble innhentet i dokumentstudien. Spørsmålene som ble stilt var relevante med tanke på å besvare forskningsspørsmålene, men enkelte av spørsmålene var vanskelige å besvare i et intervjuformat. En bedre løsning kunne vært å kombinere intervjuene med en spørreundersøkelse. En spørreundersøkelse ville gitt mer konkrete svar på enkelte spørsmål, samtidig som at det ville vært enklere å sammenligne og presentere svarene i tabeller.

6.6.4 Svakheter ved metoden

Casestudien i denne oppgaven har flere svakheter som bør påpekes. For det første består prosjektutvalget kun av ti prosjekter. Det er vanskelig å påvise sammenhenger og trekke konklusjoner med så få prosjekter i utvalget. Resultatene kan gi indikasjoner på hvordan kostnadsutviklingen og kostnadsestimeringen er i byggeprosjekter, men det er ikke grunnlag for å trekke generelle slutninger utover hvordan tilstanden er i akkurat disse prosjektene. I tillegg til at det er få prosjekter i utvalget er det i hovedsak næringsbygg som studeres, og alle prosjektene er gjennomført i privat regi. Et bredere prosjektutvalg med en større variasjon av ulike bygningstyper og både offentlige og private prosjekter ville gitt et mer representativt bilde på hvordan tilstanden er i norske byggeprosjekter generelt.

7 Konklusjon

Byggebransjen har i lang tid vært beryktet for sine kostnadsoverskridelser. Mange studier har vist at det er vanlig at kostnadene eskalerer utover i byggeprosjektene. Byggeprosjekter er komplekse i den forstand at det er mange aktører involvert i ulike faser av prosjektet, og nye krav til bærekraft og innovasjon kan bidra til at kompleksiteten øker ytterligere. For å være i stand til å bedre kostnadsprestasjonen i byggeprosjekter må man forstå mekanismene bak kostnadsoverskridelsene, og det er det som er utgangspunktet for denne masteroppgaven. Oppgaven har gjennom en litteraturstudie av eksisterende forskningslitteratur, en casestudie av ti byggeprosjekter og seks intervjuer med erfarne personer som jobber i norsk byggenæring forsøkt å besvare de fem forskningsspørsmålene som ble definert.

Hva er årsakene til kostnadsoverskridelser i byggeprosjekter?

Undersøkelsene som er gjort i casestudien samsvarer med funnene som er gjort i litteraturstudien, som er at byggeprosjekter i gjennomsnitt opplever kostnadsoverskridelser sammenlignet med tidlige kostnadsestimater. Den gjennomsnittlige kostnadsøkningen fra vedtatt budsjett i prosjektutvalget var på 13,5%. Det er vanskelig å peke på årsakene til at kostnadene eskalerer utover i prosjektet, men det er tydelig at endringer i prosjektet er en viktig bidragsyter til uforutsette kostnadsøkninger. Endringer nevnes av flere av intervjuobjektene, og i casestudien ble det funnet at gjennomsnittlig endringskostnad i prosjektutvalget var på 13,9% av den faktiske entreprisekostnaden. Uforutsette forhold er en faktor som nevnes av mange av respondentene, noe som indikerer at usikkerhetsavsetningene ikke er tilstrekkelige og at det ikke gjøres nok undersøkelser i planleggingsfasen. Dårlige spesifikasjoner i tilbudsbeskrivelsen som ligger til grunn for kontrakten identifiseres også som en årsak til kostnadsoverskridelser i intervjuene. Dette er en rotårsak til endringer senere i prosjektet, i tillegg til at det kan bidra til å skape konflikter mellom oppdragsgiver og entreprenør.

Funnene i casestudien tyder på at valg av kontraktstrategi kan bidra til kostnadsoverskridelser i et prosjekt. Fastpriskontrakter skal i teorien gi en mer forutsigbar sluttkostnad for byggherren, men i denne casestudien hadde fastpriskontraktene større gjennomsnittlig budsjettoverskridelse enn regningsarbeidskontraktene. En mulig årsak var at feil kontraktstype ble valgt i fastpriskontraktene, og at en annen kontraktstype hadde vært mer hensiktsmessig i akkurat disse prosjektene. Andre faktorer som kan bidra til kostnadsoverskridelse er prosjektstørrelse, prosjektvarighet og prosjektkompleksitet. Funnene i casestudien gir ikke en klar sammenheng

mellom disse faktorene og budsjettoverskridelse, men funn i litteraturstudien og i intervjuene tyder likevel på at det kan ha en betydning.

Hvilke typer endringer gir de største kostnadsøkningene for byggherren?

I prosjektutvalget som er brukt i denne studien er det byggherreinitierte endringer som står for den største andelen av de totale endringskostnadene. 64,1% av de gjennomsnittlige endringskostnadene i prosjektutvalget kunne tilegnes byggherreinitierte endringer. Dette kan ha sammenheng med at prosjektutvalget i hovedsak består av næringsbygg, hvor leietaker ofte er veldig involvert i byggeprosessen.

Andelen byggherreinitierte endringskostnader var tilnærmet lik mellom prosjektene med totalentreprise og prosjektene med utførelsesentreprise (Construction Management-modell). Totalentrepriseprosjektene hadde imidlertid nesten dobbelt så høye endringskostnader som prosjektene gjennomført etter CM-modellen, målt som prosentandel av faktisk entreprisekostnad. Tilsvarende hadde prosjektene med fastpriskontrakt nesten dobbelt så høye endringskostnader som prosjektene gjennomført som regningsarbeider, og andelen byggherreinitierte endringer var 17,9 prosentpoeng høyere i fastprisprosjektene. Dette funnet tyder på at endringer prises høyere i totalentrepriser enn i utførelsesentrepriser, og at valg av kontraktstype og entrepriseform ikke nødvendigvis var riktig med tanke på kostnadsbildet.

Hvilken innvirkning har tidligfasen for kostnadsprestasjonen i et prosjekt?

Tidligfasen har stor innvirkning for kostnadsprestasjonen i et prosjekt. Det er gjennom planlegging og undersøkelser i tidligfasen man legger grunnlaget for det som skjer i gjennomføringsfasen av et prosjekt. I intervjuene kom det frem at det å gjøre gode undersøkelser og definere prosjektet godt i tidligfasen reduserer behovet for endringer underveis i gjennomføringen, noe som igjen kan være med på å redusere sannsynligheten for kostnadsoverskridelse. Valg av konsept har stor betydning for å løse behovet som er utløsende for tiltaket, og hvis selve konseptet må endres for å oppnå de strategiske målsetningene vil dette få store konsekvenser for kostnadsbildet i prosjektet. Ved å ha veldefinerte prosjektrammer og målsetninger sørger man for at prosjektet har en tydelig retning, noe som gjør det lettere å få til en effektiv byggeprosess.

Casestudien undersøkte om det var en sammenheng mellom tidligfasens varighet og kostnader forbundet med tidligfasen og kostnadsprestasjonen i form av budsjettoverskridelse. Det var ingen klar sammenheng mellom noen av disse variablene og kostnadsprestasjonen i prosjektutvalget i denne studien. I intervjuene ble det påpekt at det er viktig å sette tilstrekkelig tid og ressurser til å kunne gjøre nødvendige undersøkelser og planlegging godt i tidligfasen, men at det viktigste er at man gjør de riktige valgene og prioriteringene. Enkelte intervjuobjekter hevdet at tidligfasen, og da spesielt forprosjektfasen, hadde en tendens til å være litt kort fordi man ønsker å komme i gang med bygging så fort som mulig.

Hvilke faktorer påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene i størst grad?

Det er mange faktorer som påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene. Kostnadsutviklingen i prosjektutvalget viser at prosjektfase har betydning for nøyaktigheten til kostnadsestimatene. Estimaten blir gradvis mer nøyaktige jo lenger ut i prosjektet man kommer. En av årsakene til det er at prosjektet blir mer definert, noe som betyr at man har bedre informasjonsgrunnlag for estimeringen. I tidligfase er det gjerne faktorer knyttet til selve estimeringen som er viktig, mens i utførelsen er det faktorer knyttet til gjennomføringen og ikke estimeringen i seg selv som påvirker nøyaktigheten i størst grad. De viktigste faktorene som er identifisert i denne oppgaven er:

- Informasjonstilgjengelighet.
- Prosjektkompleksitet.
- Prosjektfase.
- Kvaliteten på prosjektbeskrivelsen.
- Kvaliteten på planleggingen.
- Estimeringsmetode.
- Tilgjengelig tid til estimering.
- Risikoforståelse.
- Prosjektledelsens erfaring.
- Markedsforhold.

Hvordan kan man forbedre kostnadsestimeringen i byggeprosjekter?

Å gjøre et godt forarbeid i tidligfasen er avgjørende for å bedre kostnadsestimeringen i byggeprosjekter. Det å ha et godt underlag og tilstrekkelig informasjon er nødvendig for å kunne estimere nøyaktig, og dette sørger man for ved å gjøre gode undersøkelser og definere prosjektet

tilstrekkelig i tidligfase. Utover dette anbefales følgende tiltak for å bedre kostnadsestimeringen i prosjekter:

- Utarbeide klare retningslinjer for kostnadsestimering og dokumentasjon av prosessen. Dette vil sørge for at kostnadsestimeringen holder høy kvalitet, samtidig som det sikrer sporbarhet og muliggjør etterevaluering av prosessen.
- Gjøre en systematisk usikkerhetsanalyse for å identifisere risiko i prosjektet. Dette vil gi et bedre grunnlag for å vurdere størrelsen på avsetningene i prosjektet, gi mer realistiske estimater og tydeliggjøre hvilke undersøkelser som bør gjøres for å redusere usikkerheten i prosjektet.
- Gjøre et bevisst valg av estimeringsmetode i tidligfasen. Undersøkelsen i denne studien tyder på at det er tradisjonelle analoge og parametriske metoder som brukes i tidligfase. Ved å ta i bruk metoder som bruker kunstig intelligens vil man potensielt kunne spare tid og få mer nøyaktige estimater.

Anbefalinger til videre forskning

Denne oppgaven avdekker flere momenter knyttet til kostnadsutvikling og kostnadsestimering som bør undersøkes i fremtidig forskning. Det mest interessante funnet var den store andelen endringskostnader i prosjektene med totalentreprise og fastpriskontrakt sammenlignet med prosjektene med utførelsesentreprise og regningsarbeidskontrakt. Fremtidige studier bør gjøre en systematisk gjennomgang av et større og bredere prosjektutvalg for å se om dette er tilfellet også i større skala. Det bør også undersøkes om endringer prises høyere i totalentrepriser enn i utførelsesentrepriser, og eventuelt hvor stor forskjellen er. Hvis det viser seg at endringer prises høyere i totalentrepriser vil det kunne få stor betydning for hva byggherren vektlegger ved valg av kontraktstrategi.

I tillegg bør det gjøres målrettede undersøkelser knyttet til bruken og implementeringen av syntetiske metoder for kostnadsestimering av byggeprosjekter. På dette området eksisterer det et gap mellom forskningslitteraturen og det som faktisk gjøres i reelle prosjekter. Forskningen bør rette seg mot hvilke barrierer som hindrer bruken av syntetiske metoder, og hvordan man ta i bruk den nye teknologien på en god måte i praksis.

8 Referanser

- Adam, A., Josephson, P.-E. B., & Lindahl, G. (2017). Aggregation of factors causing cost overruns and time delays in large public construction projects: Trends and implications. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(3), 393–406.
<https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2015-0135>
- An, S., Cho, H., & Lee, U.-K. (2011). Reliability assessment of conceptual cost estimates for building construction projects. *International Journal of Civil Engineering*, 9(1), 9–16.
- Andersen, B., Kvalheim, E. V., & Volden, G. H. (2016). *Prosjektmodeller og prosjekteierstyring i statlige virksomheter* (Concept-rapport Nr. 50). NTNU.
https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010703/CONCEPT_50_norsk_web.pdf/bc68f43d-262a-40d1-b9c9-dfeaff26d1a5?version=1.0
- Anees, M. M., Mohamed, H. E., & Abdel Razek, M. E. (2013). Evaluation of change management efficiency of construction contractors. *HBRC Journal*, 9(1), 77–85.
<https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2013.02.005>
- Austeng, K., Elvenes, B. O., Hynne, H., Klakegg, O. J., & Skjønhals, T. (1998). *Gjennomføringsmodeller og kontraktstrategier* (STF38 A98610). PS 2000.
- Barakchi, M., Torp, O., & Belay, A. M. (2017). Cost Estimation Methods for Transport Infrastructure: A Systematic Literature Review. *Procedia Engineering*, 196, 270–277.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.199>
- Berg, H., Nyhus, O. H., & Bukkestein, I. (2022). *Kostnadskontroll i statlige prosjekter med og uten ekstern kvalitetssikring* [Concept arbeidsrapport].
- Bråthen, S., Laingen, M., Torgersen, P., & Woldseth, M. K. (2020). *Samspillprosjekter i bygg- og anleggsbransjen* (Concept rapport Nr. 61). Ex ante akademisk forlag.
- Bygg21. (2015). *Veileder for fasenormen «Neste Steg»*.

- Bygg21. (2019). *Samhandling i byggeprosjekter*. <https://bygg21.no/rapporter-og-veiledere/samhandling-i-byggeprosjekter/bygg21s-anbefalinger/>
- Dandan, T. H., Sweis, G., Sukkari, L. S., & Sweis, R. J. (2020). Factors affecting the accuracy of cost estimate during various design stages. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 18(4), 787–819. Scopus. <https://doi.org/10.1108/JEDT-08-2019-0202>
- Direktoratet for byggkvalitet. (u.å.). 3.2.5. *Entrepriseformer*. Direktoratet for byggkvalitet. Hentet 29. mai 2023, fra <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/tilsyn/del-3--vedlegg/vedlegg-3.2/3.2.5.-entrepriseformer>
- Direktoratet for forvaltning og økonomistyring. (u.å.). *Offentleg Privat Samarbeid (OPS) | Anskaffelser.no*. Hentet 30. mai 2023, fra <https://anskaffelser.no/nn/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/offentleg-privat-samarbeid-ops>
- Drevland, F. (u.å.). *Kostnadsestimering under usikkerhet* (Concept temahefte Nr. 4). https://www.ntnu.no/documents/1261860271/1262010610/CONCEPT_kostnadsestimering_til+WEB.pdf/7fe95f32-0477-4468-b0e5-54589687c16d
- EBA, & Brodtkorb, H. C. (2013). *Veileder om samspillsentreprise*. <https://anskaffelser.no/sites/default/files/veileder.pdf>
- Eikeland, P. T. (2001). *Samspillet i Byggeprosessen* [SiB Rapport]. <http://v1.prosjektnorge.no/files/pages/362/samspillet-i-byggeprosessen-eikeland.pdf>
- Elmousalami, H. H. (2021). Comparison of Artificial Intelligence Techniques for Project Conceptual Cost Prediction: A Case Study and Comparative Analysis. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 68(1), 183–196. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2972078>
- Finansdepartementet. (2008). *Veileder nr 7—Kontraktstrategi*.

- Flyvbjerg, B., Holm, M. K. S., & Buhl, S. L. (2003). How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? *Transport Reviews*, 23(1), 71–88. Scopus.
<https://doi.org/10.1080/01441640309904>
- Flyvbjerg, B., Holm, M. S., & Buhl, S. (2002). Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or Lie? *Journal of the American Planning Association*, 68(3), 279–295.
<https://doi.org/10.1080/01944360208976273>
- Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M., & Buhl, S. L. (2004). What Causes Cost Overrun in Transport Infrastructure Projects? *Transport Reviews*, 24(1), 3–18.
<https://doi.org/10.1080/0144164032000080494a>
- Gao, Z., Smith, G. R., & Minchin, R. E. (2002). Budget and Schedule Success for Small Capital-Facility Projects. *Journal of Management in Engineering*, 18(4), 186–193.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2002\)18:4\(186\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2002)18:4(186))
- George, R., Bell, L. C., & Edward Back, W. (2008). Critical Activities in the Front-End Planning Process. *Journal of Management in Engineering*, 24(2), 66–74.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2008\)24:2\(66\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2008)24:2(66))
- Gibson, J., Irons, K. T., & Ray, M. P. (2012). *Front End Planning for Buildings*. 1–14.
[https://doi.org/10.1061/40798\(190\)41](https://doi.org/10.1061/40798(190)41)
- Hansen, M., & Hovland, S. (2021). *Brukermedvirkning i tidligfase for å oppnå well-being* [Masteroppgave]. NTNU.
- Hansen, S., Too, E., & Le, T. (2018). Retrospective look on front-end planning in the construction industry: A literature review of 30 years of research. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CONSTRUCTION SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*, 8(1), Artikkel 1.
- Heimdal, E., Prestros, L., & Rise, T. (2020). *Kontraktmodeller og incentiver*.

- Hosseini, A., Wondimu, P. A., Klakegg, O. J., Andersen, B. S., & Lædre, O. (2020). *Samspill i bygg- og anleggsprosjekter: Teori og praksis*. Ex ante akademisk forlag Trondheim.
<https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2680113>
- Hu, M., & Skibniewski, M. J. (2021). A Review of Building Construction Cost Research: Current Status, Gaps and Green Buildings. *Green Building & Construction Economics*, 2(1), 1–17.
- Hwang, B.-G., & Ho, J. W. (2012). Front-End Planning Implementation in Singapore: Status, Importance, and Impact. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(4), 567–573. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000456](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000456)
- Høy, T., & Storhaug, O. (2010). *Anbefalinger til kontraktstrategi for Statens vegvesens utbyggingskontrakter*. Statens vegvesen Region øst.
- Infrastructure and Projects Authority. (2021). *Cost Estimating Guidance*.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/970022/IPA_Cost_Estimating_Guidance.pdf
- Jernbanedirektoratet. (2019). *Veileder—Kostnadsestimering i tidligfase*.
- Karlsen, J. T. (2007). *Prosjektledelse—Fra initiering til gevinstrealisering* (4. Utgave). Universitetsforlaget.
- Keane, P., Sertyesilisik, B., & Ross, A. D. (2010). Variations and Change Orders on Construction Projects. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 2(2), 89–96. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LA.1943-4170.0000016](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000016)
- Kim, J. J., Miller, J. A., & Kim, S. (2020). Cost Impacts of Change Orders due to Unforeseen Existing Conditions in Building Renovation Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(8), 04020094. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001888](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001888)
- Kolltveit, B. Johs., Sjetnan, B., Wolff, E., & Langlo, J. A. (2022). *Tidligfase i BA-prosjekter* (Sluttrapport fra BONUS I-prosjektet NSP-0008). Norsk Senter for Prosjektledelse.

- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2017). *Styring av store statlige byggeprosjekter i tidligfase* [Veileder].
- Lilleland-Olsen, M. (2019, mars 27). *Verdien av god tidligfase*. Metier OEC.
<https://www.prosjektbloggen.no/verdien-av-god-tidligfase>
- Lædre, O. (u.å.). *Gjøre det selv eller betale andre for jobben* [Concept temahefte nr. 3]. NTNU.
- Lædre, O. (2006). *Valg av kontraktstrategi i bygg- og anleggsprosjekt* [Doktoravhandling]. NTNU.
- Manzoor Arain, F., & Sui Pheng, L. (2005). The potential effects of variation orders on institutional building projects. *Facilities*, 23(11/12), 496–510.
<https://doi.org/10.1108/02632770510618462>
- Nobelius, D., & Trygg, L. (2002). Stop chasing the Front End process—Management of the early phases in product development projects. *International Journal of Project Management*, 20(5), 331–340. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(01\)00030-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(01)00030-8)
- Noble, H., & Heale, R. (2019). Triangulation in research, with examples. *Evidence-Based Nursing*, 22(3), 67–68. <https://doi.org/10.1136/ebnurs-2019-103145>
- NSP. (2013). *Temahefte Estimering—Teori og Praksis*. <https://prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2019/11/temahefte-estimering-rev4-A5-trykkversjon.pdf>
- Oberlender, G. D., & Trost, S. M. (2001). Predicting Accuracy of Early Cost Estimates Based on Estimate Quality. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127(3), 173–182.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2001\)127:3\(173\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2001)127:3(173))
- Odeck, J. (2004). Cost overruns in road construction—What are their sizes and determinants? *Transport Policy*, 11(1), 43–53. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00017-9](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00017-9)
- Oladapo, A. A. (2007). A quantitative assessment of the cost and time impact of variation orders on construction projects. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 5(1), 35–48.
<https://doi.org/10.1108/17260530710746597>

- Oyewobi, L. O., Jimoh, R., Ganiyu, B. O., & Shittu, A. A. (2016). Analysis of causes and impact of variation order on educational building projects. *Journal of Facilities Management*, 14(2), 139–164. <https://doi.org/10.1108/JFM-01-2015-0001>
- PMI. (2013). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK)* (5. utgave). Project Management Institute.
- PS 2000. (1997). *Kostnadsstyring i prosjekt*. NTNU.
- Qi Hao, Weiming Shen, Joseph Neelamkavil, & Russ Thomas. (2008, juli 15). *Change management in construction projects*. International Conference on Information Technology in Construction, Santiago, Chile.
- Resell, J. (2022). *Konflikter i norske byggeprosjekter* [Masteroppgave]. NTNU.
- Reusch, M. (2023). Tiltakshaver. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/tiltakshaver>
- Rolstadås, A. (2011). *Praktisk prosjektstyring* (5. utgave). Tapir Akademisk Forlag.
- Rolstadås, A. (2021a). Kostnadsestimat – prosjektledelse. I *Store norske leksikon*. http://snl.no/kostnadsestimat_-_prosjektledelse
- Rolstadås, A. (2021b). WBS – prosjektledelse. I *Store norske leksikon*. http://snl.no/WBS_-_prosjektledelse
- Safa, M., Haas, C., Hipel, K., & Gray, J. (2013). Front End Planning Tool (FEPT) Based on an Electronic Process Management. *Journal of Construction Engineering and Project Management*, 3, 1–12. <https://doi.org/10.6106/JCEPM.2013.3.2.001>
- Samset, K. (2014). *Prosjekt i tidligfasen* (2. utgave). Fagbokforlaget.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (8. utgave). Pearson Education Limited.

- Sayed, M., Abdel-Hamid, M., & El-Dash, K. (2020). Improving cost estimation in construction projects. *International Journal of Construction Management*, 0(0), 1–20.
<https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1853657>
- Shrestha, P. P., & Fathi, M. (2019). Impacts of Change Orders on Cost and Schedule Performance and the Correlation with Project Size of DB Building Projects. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 11(3), 04519010.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LA.1943-4170.0000311](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000311)
- Shrestha, P. P., & Fernane, J. D. (2017). Performance of Design-Build and Design-Bid-Build Projects for Public Universities. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(3), 04016101. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001241](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001241)
- Shrestha, P. P., Shrestha, K. K., & Zeleke, H. B. (2019). Probability of change orders and the effect on cost and schedule for new public school buildings. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(6), 1087–1104. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2018-0017>
- SINTEF. (u.å.). *Byggeprosess*. SINTEF. Hentet 8. mars 2023, fra <https://www.sintef.no/fagomrader/byggeprosess/>
- Tayefeh Hashemi, S., Ebadati, O. M., & Kaur, H. (2020). Cost estimation and prediction in construction projects: A systematic review on machine learning techniques. *SN Applied Sciences*, 2(1703). <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03497-1>
- Torp, O., Belay, A. M., Thodesen, C., & Klakegg, O. J. (2016). Cost Development Over-time at Construction Planning Phase: Empirical Evidence from Norwegian Construction Projects. *Procedia Engineering*, 145, 1177–1184. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.152>
- Torp, O., Klakegg, O. J., & Drevland, F. (upublisert). *Ukjent (Ch 5—Cost estimation in Target Value Design)*.

- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2017). *Probability & statistics for engineers & scientists* (9. utgave). Pearson Education Limited.
- Welde, M., & Dahl, R. E. (2021). Cost Escalation in Road Construction Contracts. *Transportation Research Record*, 2675(9), 1006–1015. <https://doi.org/10.1177/03611981211005462>
- Welde, M., Dahl, R. E., Torp, O., & Aass, T. (2018). *Kostnadsstyring i entreprisekontrakter* (Concept rapport 55). NTNU.
- Welde, M., & Klakegg, O. J. (2022). Avoiding Cost Overrun Through Stochastic Cost Estimation and External Quality Assurance. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1–14. <https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3173175>
- Welde, M., Samset, K., Andersen, B., & Austeng, K. (2014). *Lav prising – store valg* (Concept rapport Nr. 39). NTNU.
- Widiaputra, A. B., & Arumsari, P. (2021). Analysis of the dominant factors causing cost overrun in building construction projects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 794(1), 012008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012008>
- Williams, T., & Samset, K. (2010). Issues in Front-End Decision Making on Projects. *Project Management Journal*, 41(2), 38–49. <https://doi.org/10.1002/pmj.20160>
- Williams, T., Vo, H., Samset, K., & Ekins, A. (2019). The front-end of projects: A systematic literature review and structuring. *Production Planning & Control*, 30(14), 1137–1169. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1594429>
- Wohlin, C. (2014). Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering - EASE '14*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/2601248.2601268>

World Bank. (1996). *Evaluation Results 1994*. The International Bank of Reconstruction and Development.

WSP. (u.å.). *Kostnadsstyring*. WSP Norge. Hentet 31. juli 2023, fra <https://www.wsp.com/nb-no/tjenester/kostnadsstyring>

Yang, S.-W., Moon, S.-W., Jang, H., Choo, S., & Kim, S.-A. (2022). Parametric Method and Building Information Modeling-Based Cost Estimation Model for Construction Cost Prediction in Architectural Planning. *Applied Sciences*, *12*(19), Artikkel 19.
<https://doi.org/10.3390/app12199553>

Young, M. (2008). A Better Cost-Estimating Tool. *Defence AT&L*, *July-August 2008*.
<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1016400.pdf>

AACE International. (2020). *56R-08: Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Building and General Construction Industries* (Recommended Practice No. 56R-08). <https://aacei-pittsburgh.org/wp-content/uploads/2021/11/cost-estimating-classification-system.pdf>

Vedlegg

Vedlegg A – Generell intervjuguide

Intervjuguide til masteroppgave om kostnadsestimering og -utvikling i byggeprosjekter

Introduksjon

Mitt navn er Jon Breivold. Jeg er student på bygg- og miljøteknikk på NTNU i Trondheim, og skriver dette semesteret masteroppgave innenfor hovedprofilen byggeprosess. Oppgaven bygger videre på prosjektoppgaven jeg skrev høsten 2022 om kostnadsestimering i byggeprosjekter, men i tillegg til kostnadsestimering ser jeg også på kostnadsutvikling og årsaker til kostnadsoverskridelser i byggeprosjekter. Jeg ønsker å intervju aktører med ulike perspektiv og tilnærminger til kostnader i prosjekter, for på den måten å få frem ulike synspunkter knyttet til problemstillingen.

Bakgrunn for oppgaven

Kostnader er sammen med tid og kvalitet de viktigste styringsparameterne i et prosjekt, og det å ha kontroll på kostnadene er viktig for å sikre økonomisk bærekraft og lønnsomhet. Kostnadsbildet i et prosjekt utgjør et viktig underlag for beslutninger i tidligfase, og for å kunne styre kostnadsutviklingen er man avhengig av å gjøre kostnadsestimater på flere stadier i prosjektet. Estimaterne gjøres på usikkert underlag med den informasjonen man har tilgjengelig på tidspunktet estimatene utarbeides. For å kunne forutsi en fremtidig utvikling av kostnadene er det hensiktsmessig å ha kunnskap om hvilke forhold som fører til økte kostnader prosjekter.

Formålet med oppgaven er å se på kostnadsutviklingen i byggeprosjekter, og avdekke årsaker til kostnadsoverskridelser. I tillegg ønsker oppgaven å kartlegge tidligfasens betydning for kostnadsprestasjonen, samt hvilke typer endringer som fører til de største kostnadsoverskridelsene. For å besvare problemstillingen er følgende fem forskningsspørsmål definert:

FS1: Hva er årsakene til kostnadsoverskridelser i byggeprosjekter?

FS2: Hvilke typer endringer gir de største kostnadsøkningene for byggherren?

FS3: Hvilken påvirkning har tidligfasen for kostnadsprestasjonen i et prosjekt?

FS4: Hvilke faktorer påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene i størst grad?

FS5: Hvordan kan man forbedre kostnadsestimeringen i byggeprosjekter?

I tillegg til intervjuer vil datagrunnlaget i masteroppgaven bestå av et litteraturstudium og et dokumentstudie av kostnadsestimeringen og -utviklingen i 10 prosjekter i Insenti AS sin prosjektportefølje. Hensikten med intervjumaterialet er å supplere objektiv data fra dokumentstudiet med subjektive synspunkter fra aktører med ulike perspektiver til kostnader i et byggeprosjekt.

Gjennomføring av intervjuet

Intervjuet gjennomføres som et semistrukturert dybdeintervju over den digitale møteplattformen MS Teams. At intervjuet er semistrukturert innebærer at spørsmålene i utgangspunktet følger den rekkefølgen som er gitt i intervjuguiden, men at det er åpent for eventuelle avsporinger og oppfølgingsspørsmål dersom det skulle være behov for det. Anslått varighet på intervjuet er 45-60 minutter. For at respondentene skal få tilstrekkelig tid til å forberede seg oversendes intervjuguiden minimum tre dager i forkant av gjennomføringen av intervjuet. For å forenkle prosessen med

bearbeiding av intervjumaterialet er det ønskelig at intervjuet tas opp. Dersom du ikke ønsker at intervjuet skal tas opp må du gi beskjed i forkant av intervjuet.

Personvern

Deltakelsen i studien er frivillig, og intervjuobjektet kan når som helst trekke seg fra studien uten å oppgi grunn. Alle opplysninger fra intervjuet vil da bli slettet og vil ikke bli brukt i prosjektoppgaven. Respondenten vil være anonymisert, men navnet på bedriften vil bli brukt i oppgaven.

Spørsmål

Generell informasjon

1. Kort introduksjon av deg selv. Navn, alder og utdanning.
2. Hva slags stilling har du i bedriften i dag? Antall år i bedriften og i nåværende stilling?
3. Hvilken erfaring har du med kostnadsestimering og -styring av prosjekter fra tidligere?
4. Hvilken rolle har du i byggeprosessen til vanlig, og hvilken rolle har du hatt tidligere?

Kostnadsutvikling

5. Hva anser du som de vanligste årsakene til kostnadsoverskridelser i byggeprosjekter?
6. Hvilke typer endringer og avvik påvirker kostnadsbildet i størst grad?
7. Hvilke tiltak kan gjøres for å unngå kostnadsoverskridelser?
8. Hvilken betydning har tidligfasen for kostnadsprestasjonen i prosjektet?

Prosess for kostnadsestimering

9. Hvordan er fremgangsmåten for utarbeidelse av kostnadsestimater i din bedrift i de ulike prosjektfasene?
10. Hvilke metoder og verktøy er det som brukes for å utarbeide kostnadsestimater?
11. Hvor mye ressurser opplever du at det legges i utarbeidelsen av kostnadsestimater?
12. Hvilke faktorer mener du påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene i størst grad?
13. Hvordan spiller prosjekttype inn på prosess og metode for kostnadsestimering?
14. Hvilke prosjekter anser du som de mest utfordrende med tanke på kostnadsestimering og -styring, og hvorfor?
15. Har du noen kommentarer eller innspill som du ønsker å få frem avslutningsvis?

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og lest informasjonen ovenfor, og samtykker herved til

- Å delta på studien som intervjuobjekt, og
- At intervjuet tas opp og transkriberes til oppgaven.

_____ (Deltakers underskrift og dato)

Vedlegg B – Oppgavebeskrivelse

Jon Breivold

Oppgavebeskrivelse

Masteroppgave V2023

Bakgrunn

Temaet for oppgave er kostnadsutvikling og kostnadsestimering i byggeprosjekter. Oppgaven bygger på prosjektoppgaven min om kostnadsestimering skrevet høsten 2022, der det ble avdekket store forskjeller i tilnærmingen til Insepti AS og Statsbygg på dette området. Samtidig ble det avdekket et avvik mellom innholdet i nyere forskningslitteratur og det som gjøres i praksis. Kostnadsestimering i tidligfase anses som en av kjerneprosessene i en byggeprosess, og det legger grunnlaget for beslutningstaking, kostnadsstyring og lønnsomhet senere i byggeprosessen.

Formål

Masteroppgavens formål er å systematisere og forbedre kostnadsestimeringen av byggeprosjekter. For å få et bilde på dagens praksis vil jeg se på kostnadsutviklingen fra idéfase til overlevering i ulike typer byggeprosjekter hvor Insepti har vært en sentral aktør i prosjektadministrasjonen. Jeg ønsker å se på hvordan kostnadsestimatene endrer seg gjennom de ulike fasene, samt å avdekke årsakene til eventuelle avvik mellom faktisk og estimert kostnad. Videre ønsker jeg å undersøke prosessen og metodikken knyttet til kostnadsestimering, blant annet for å vurdere om kostnadsøkningene skyldes forhold som burde vært inkludert i estimatene eller om det skyldes forhold som ikke kunne forutses. Det er også ønskelig å se på ulike typer prosjekter for å vurdere om enkelte prosjekter er mer utfordrende enn andre, og om metodikken og prosessen bør tilpasses prosjekttype. Prosjekttyper som er aktuelle å undersøke er:

- Nybygg
- Ombygging/rehabilitering
- BREEAM-sertifiserte bygg
- Ombruk

Problemstilling: Hva er årsakene til kostnadsoverskridelser, og hvordan kan kostnadsprestasjonen i byggeprosjekter forbedres?

Forskningsspørsmål:

1. Hva er årsakene til kostnadsoverskridelser i byggeprosjekter?
2. Hvilke typer endringer gir de største kostnadsøkningene for byggherren?
3. Hvilken innvirkning har tidligfasen for kostnadsprestasjonen i et prosjekt?
4. Hvilke faktorer påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene i størst grad?
5. Hvordan kan man forbedre kostnadsestimeringen i byggeprosjekter?

Datainnsamling

Litteraturstudie

Innledningsvis skal det gjøres en litteraturstudie for å få et grunnlag for å besvare enkelte av forskningsspørsmålene, samt for å få et overblikk over den eksisterende forskningslitteraturen som er relevant for problemstillingen. Gjennom litteraturstudien ønsker jeg å finne studier som kan hjelpe meg å finne generelle svar på forskningsspørsmål 1, 3 og 4. De generelle funnene skal suppleres med spesifikke funn i caseprosjektene gjennom dokumentstudier og intervjuer. På den måten vil jeg kunne sammenligne funnene og basert på det trekke både generelle og spesielle slutninger knyttet til de aktuelle forskningsspørsmålene.

Dokumentstudie:

Det er ønskelig å gjøre en dokumentstudie av gjennomførte prosjekter hos Insepti og noen eksterne prosjekter med BREEAM-sertifisering og utstrakt bruk av ombruk. Årsaken til at jeg ønsker å se på eksterne prosjekter er at det er vanskelig å finne tilstrekkelig med prosjekter i prosjektporteføljen til Insepti som tilfredsstiller inklusjonskriteriene for BREEAM og ombruk i denne masteroppgaven. Hvis mulig er det ønskelig med ca. 10 prosjekter fra Insepti og 5 eksterne prosjekter, som til sammen utgjør rundt 15 prosjekter. Det bør minimum være 3 prosjekter av hver prosjekttipe.

For å kunne foreta en vurdering av i hvilken grad type prosjekt påvirker nøyaktigheten til kostnadsestimatene er det nødvendig med inklusjonskriterier knyttet til de ulike prosjekttypene. Prosjektene som undersøkes skal som nevnt være jevnt fordelt innenfor de fire kategoriene nybygg, rehabilitering eller ombygging, BREEAM-sertifiserte prosjekter og ombruksprosjekter. Inklusjonskriteriene er som følger:

- Nybygg: Nye bygg som enten ikke er BREEAM-sertifiserte eller har BREEAM-sertifisering tilsvarende «Good» eller lavere.
- Rehabiliteringsprosjekter/ombyggingsprosjekter: Prosjektet må innebære en totalrehabilitering (min. 25% av det opprinnelige byggets verdi) eller renovering.
- BREEAM-sertifiserte prosjekter: Prosjektet må være sertifisert til BREEAM-NOR Excellent eller bedre.
- Ombruksprosjekter: Minimum 30 vekt-% ombruk

Dataene jeg ønsker å se på er kostnadsestimater på tidlige stadier av prosjektet, fra tidligfase til prosjekteringsgrunnlaget er ferdigstilt. Detaljkalkulasjon er med andre ord utenfor denne oppgavens omfang. Kostnadsestimater fra følgende stadier er ønskelig:

- Idé/skissefase
- Skisseprosjekt
- Forprosjekt
- Beslutning om gjennomføring
- Detaljprosjekt (Før prosjekteringsgrunnlaget er 70% klart)

Videre ønsker jeg dokumentasjon av hvordan kostnadsprognosen endret seg gjennom prosjektering og utførelse, samt dokumentasjon av den løpende kostnadsutviklingen. Dersom det var endringer og forhold som førte til vesentlig økte kostnader over det som var estimert, er det ønskelig med

dokumentasjon på kostnadsomfanget av endringen og hva endringen/forholdet innebar. Jeg vil også studere dokumentasjon som kan si noe om hvordan prosessen med kostnadsestimering har vært, og hvilke metoder og verktøy som er brukt.

Dybdeintervjuer:

I tillegg til dokumentstudien er det ønskelig å intervju personer i prosjektadministrasjonen som har hatt en sentral rolle i kostnadsestimeringen. Intervjuene vil inneholde en generell del med spørsmål knyttet til kostnadsestimering og kostnadsutvikling i prosjektene. Dette er spørsmål som kommer til å bli stilt i alle intervjuene. I tillegg vil det kunne være spesifikke spørsmål knyttet til forhold i prosjektene som ikke stilles til alle respondentene som deltar. Antall intervjuer vil ligge et sted mellom 5 og 10. Dette vil avklares på et senere tidspunkt. For å få et bredere perspektiv på tematikken kan det være aktuelt å intervju fagpersoner med stor kunnskap og erfaring knyttet til kostnadsestimering.

Intervjuene foregår digitalt på MS Teams, og det vil bli gjort opptak av intervjuene for å forenkle jobben med transkribering. Det vil bli utarbeidet en intervjuguide som sendes til respondentene i god tid før intervjuet, slik at de får tid til å forberede seg.

